# ACUERDO n.° 346 DE 2022
25 de Octubre



Por el cual se aprueba la reforma curricular del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ofrecido en Bucaramanga

EL CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
en uso de sus atribuciones legales, y

## CONSIDERANDO:

a. Que el literal e. del Artículo 23 del Estatuto General establece que es función del Consejo Académico aprobar la creación, modificación, suspensión o supresión de programas académicos de pregrado o de posgrado, de conformidad con las políticas aprobadas por el Consejo Superior.

b. Que según lo establecido en el literal b. del artículo 22, del Estatuto General, aprobado por el Consejo Superior (Acuerdo n.° 166 de 1993), el Vicerrector Académico preside el Consejo Académico en ausencia del Rector.

c. Que el director de la Escuela de Ingeniería Civil, presentó la propuesta de reforma curricular del programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ofrecido en Bucaramanga.

d. Que la propuesta se fundamenta en la normatividad institucional, dispuesta en el Acuerdo del Consejo Académico n.° 225 del 22 de septiembre de 2010; que establece los lineamientos para la creación, modificación, reforma y extensión de los programas académicos, la guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS, emitida el 17 de agosto de 2021 y el Reglamento General de Posgrados.

e. Que en el Consejo de Escuela de Ingeniería Civil (Acta n.° 001 del 17 de enero de 2022), el Consejo de Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas (Acta n.° 02 del 20 de enero de 2022), y las comunicaciones recibidas del CEDEDUIS se emitió concepto favorable a la solicitud de reforma curricular del programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ofrecido en Bucaramanga

f. Que la Dirección de Planeación de la Universidad, después de analizar el documento presentado por la Escuela de Ingeniería Civil y teniendo en cuenta los conceptos mencionados en el literal e. del presente acto administrativo, recomendó al Consejo Académico aprobar la reforma curricular del programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ofrecido en Bucaramanga.

g. Que el Consejo Académico en sesión del 25 de octubre de 2022 revisó y analizó la propuesta de reforma curricular del programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ofrecido en Bucaramanga.

En mérito de lo anterior,

## ACUERDA:

ARTÍCULO 1°. Aprobar la reforma curricular del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ofrecido en Bucaramanga, adscrito a la Escuela de Ingeniería Civil, según documento adjunto que forma parte integral del presente Acuerdo.

ACUERDO n.° 346 DE 2022
25 de Octubre



ARTÍCULO 2°. La Universidad tramitará por conducto de la Vicerrectoría Académica la reforma curricular del programa en mención ante el Ministerio de Educación Nacional.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.

Expedido en Bucaramanga, a los veinticinco (25) días del mes de octubre de 2022.

EL PRESIDENTE DEL CONSEJO ACADÉMICO,

DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Vicerrector Académico

LA SECRETARIA GENERAL, SOFÍA PINZÓN DURÁN

**MAESTRÍA EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**
(nombre actual)

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**
(nombre propuesto)

# PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA




**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**
**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS**
**2022**

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
Universidad Industrial de Santander
Derechos reservados
Ciudad Universitaria, Carrera 27 Calle 9
PBX: 634 40 00 Ext. 2759 Telefax. 6320744
A.A. 678
Bucaramanga - Colombia
2022

| REGISTRO HISTÓRICO DEL DOCUMENTO | | |
|---|---|---|
| **VERSIÓN** | **FECHA** | **DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO** |
| 01 | Diciembre 17 de 2021 | Documento Inicial |
| 02 | Agosto 16 de 2022 | Versión 2. Atendiendo los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos del 25 de enero de 2022. |

| **ELABORADO POR:** | **APROBADO POR:** |
|---|---|
| PhD. Isabel Cristina Domínguez Rivera<br>*Coordinadora Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental*<br>*Escuela de Ingeniería Civil*<br><br>PhD. Angélica Corzo Hernández<br>*Profesional de apoyo registros calificados*<br>*Escuela de Ingeniería Civil* | **Consejo de Escuela**<br>Acta 01 de 17 de enero de 2022<br><br>**Consejo de Facultad**<br>Acta 02 de 20 de enero de 2022 |

## CONTENIDO

**INTRODUCCIÓN** ..... **13**

**1 CONTEXTO DEL PROGRAMA** ..... **14**

1.1 MISIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA ..... 14
1.2 VISIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA ..... 14
1.3 PROGRAMAS OFRECIDOS POR LA UNIDAD ACADÉMICA ..... 14

**2 JUSTIFICACIÓN DE LA REFORMA** ..... **16**

**3 IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA** ..... **19**

3.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA ..... 19
*3.1.1 Alcance de la modificación propuesta a la denominación del programa ..... 19*
*3.1.2 Justificación del cambio de denominación del programa ..... 20*
*3.1.3 Evidencias del cumplimiento de la denominación del programa ..... 20*
3.2 TÍTULO QUE OTORGA ..... 20
3.3 CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA ..... 21
3.4 MODALIDAD ..... 21
3.5 LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA ..... 21
3.6 DURACIÓN DEL PROGRAMA ..... 21
3.7 JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA ..... 21
3.8 NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS ..... 21
3.9 PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN ..... 21
3.10 NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE ..... 22

**4 CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA** ..... **23**

4.1 PERFIL DEL ASPIRANTE ..... 23
4.2 CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN ..... 23
*4.2.1 Proceso de inscripción ..... 23*
*4.2.2 Proceso de selección ..... 23*
*4.2.3 Proceso de admisión ..... 25*

**5 PROPUESTA CURRICULAR** ..... **26**

5.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA ..... 26
*5.1.1 Estado de la oferta de formación de posgrados afines ..... 26*
*5.1.2 Modalidad y lugar de desarrollo del programa ..... 37*
*5.1.3 Necesidades del entorno y articulación con la propuesta curricular ..... 38*
*5.1.4 Potencial actividad profesional de los egresados ..... 55*
*5.1.5 Factores que constituyen los rasgos distintivos del programa ..... 58*
*5.1.6 Justificación del campo o campos de educación y formación en los que se desarrolla el Programa ..... 59*
5.2 CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA ..... 59
*5.2.1 Estructura conceptual del saber ..... 70*
5.3 OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA ..... 71
5.4 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA ..... 71
*5.4.1 Propósito general ..... 71*
*5.4.2 Propósitos específicos ..... 71*
5.5 COMPONENTE FORMATIVO ..... 72

*5.5.1 Plan de estudios* ..... *72*
*5.5.2 Resultados de aprendizaje* ..... *86*
*5.5.3 Perfil de egreso* ..... *91*
5.6 COMPONENTE PEDAGÓGICO ..... 93
*5.6.1 Implementación y evaluación del modelo pedagógico y didáctico* ..... *93*
*5.6.2 Modelo pedagógico y didáctico actualizado para la nueva vigencia del registro calificado* ..... *94*
*5.6.3 Recurso humano que apoya el componente pedagógico* ..... *99*
*5.6.4 Ambientes de aprendizaje, herramientas tecnológicas y estrategias de interacción del programa* ..... *100*
5.7 COMPONENTE DE INTERACCIÓN ..... 101
*5.7.1 Descripción de la forma en la cual se evidencia la articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo* ..... *102*
*5.7.2 Seguimiento a la articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo* ..... *103*
*5.7.3 Resultados de la interacción y de las relaciones entre actores, el contexto social, ambiental, tecnológico y cultural, y las dinámicas establecidas por la institución para contribuir con los aspectos curriculares del programa académico* ..... *103*
*5.7.4 Descripción de la forma en la cual el programa desarrollará las condiciones para que sus estudiantes y profesores puedan interactuar en contextos sincrónicos y asincrónicos* ..... *105*
*5.7.5 Descripción de la implementación y los resultados de la ejecución de actividades académicas, docentes, formativas, científicas, culturales y de extensión que favorecen la internacionalización* ..... *106*
*5.7.6 Descripción de las actividades académicas, docentes, formativas, científicas, culturales y de extensión que proyectan implementar en la nueva vigencia del registro calificado para favorecer la internacionalización* *106*
5.8 MECANISMOS DE EVALUACIÓN ..... 107
*5.8.1 Mecanismos de evaluación en coherencia con las políticas institucionales, el proceso formativo, los resultados de aprendizaje y Modelo Pedagógico* ..... *107*
*5.8.2 Justificación de los mecanismos de evaluación propuestos* ..... *108*
*5.8.3 Mecanismos de evaluación que permitirán el seguimiento sistemático al logro de los resultados de aprendizaje* ..... *109*
*5.8.4 Resultados de la implementación de los mecanismos de evaluación que permitan el seguimiento sistemático al proceso formativo y al logro de los resultados de aprendizaje* ..... *110*
*5.8.5 Seguimiento a los mecanismos de evaluación del programa académico y cambios propuestos de acuerdo con los resultados obtenidos* ..... *110*
*5.8.6 Indicadores que demuestren el mejoramiento del desempeño del estudiante según los resultados de aprendizaje previstos* ..... *110*
*5.8.7 Evidencias de la articulación de los mecanismos de evaluación con el proceso formativo y las actividades académicas, en coherencia con el nivel de formación del programa* ..... *110*
*5.8.8 Mecanismos de retroalimentación a los estudiantes, a partir de los resultados de sus evaluaciones* ..... *114*
*5.8.9 Evidencias y resultados de la implementación de los mecanismos de retroalimentación a los estudiantes, a partir de los resultados de sus evaluaciones* ..... *114*
*5.8.10 Evidencias de la adaptación de los mecanismos de evaluación del programa a la diversidad de los estudiantes y sus contextos culturales, sociales y tecnológicos* ..... *114*
*5.8.11 Accesibilidad de la comunidad educativa a los mecanismos de evaluación* ..... *115*

**6 ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO ..... 116**

6.1 PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA ..... 116
*6.1.1 Seguimiento al proyecto educativo del programa y acciones previstas para la nueva vigencia del registro calificado* ..... *116*
6.2 CONTENIDOS CURRICULARES QUE EVIDENCIAN LA INTENCIONALIDAD ORGANIZACIONAL DE LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS Y DOCENTES ..... 116
*6.2.1 Seguimiento y cumplimiento de la intencionalidad organizacional de las labores formativas* ..... *117*
6.3 COMPONENTES QUE ESTRUCTURAN EL MICRO, MESO Y MACROCURRÍCULO ..... 117
*6.3.1 Seguimiento a los ajustes del micro, meso y macro currículo* ..... *118*

6.4 ACTIVIDADES ACADÉMICAS, FORMA EN QUE SE RELACIONAN Y COMPLEMENTAN ENTRE SÍ, CRÉDITOS ACADÉMICOS Y HORAS DE INTERACCIÓN ESTUDIANTE-PROFESOR....120
*6.4.1 Créditos académicos asociados a cada actividad y discriminación de horas de interacción del estudiante con el profesor....124*
*6.4.2 Seguimiento al diseño del proceso formativo, de las actividades académicas y de la forma en que se relacionan y se complementan entre sí, y los cambios previstos....125*
*6.4.3 Forma en que el proceso formativo contribuye al logro de los resultados de aprendizaje previstos....126*
6.5 MECANISMOS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTES Y PROFESORES....126
*6.5.1 Seguimiento a los mecanismos de interacción entre estudiante-profesor y estudiante-estudiante establecidos en el proceso formativo y las acciones previstas a implementar en la nueva vigencia del registro calificado....126*
*6.5.2 Seguimiento a la proporción establecida en horas de interacción entre estudiante y profesor para los créditos académicos definidos en el plan de estudios....127*
*6.5.3 Seguimiento a las horas de trabajo independiente del estudiante y uso de los recursos (humano, financieros, tecnológicos y físicos) dispuestos para el logro de los objetivos fijados en esta actividad del estudiante....127*
6.6 ESTRATEGIAS PARA SEGUIMIENTO AL AVANCE DEL ESTUDIANTE FACILITANDO SU PERMANENCIA, GRADUACIÓN OPORTUNA Y LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE....128
*6.6.1 Indicadores que den cuenta de la deserción por cohorte y por periodo académico, permanencia y graduación de los estudiantes durante la vigencia del registro calificado....128*
6.7 REQUISITOS DE GRADUACIÓN....129

**7 INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN....130**

7.1 DECLARACIÓN DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN....130
*7.1.1 Cumplimiento de la declaración para el programa académico, de la incorporación de la investigación e innovación para el desarrollo del conocimiento....131*
7.2 PROCESO FORMATIVO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN....131
*7.2.1 Estrategias, medios y contenidos curriculares para la formación en investigación e innovación....131*
*7.2.2 Resultados de la implementación de estrategias medios y contenidos para la formación en investigación e innovación....132*
*7.2.3 Actividades académicas, docentes y formativas que se han nutrido de la investigación e innovación 134*
7.3 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA....134
*7.3.1 Resultados de la implementación de las Líneas de formación e investigación del programa....134*
*7.3.2 Líneas de formación e investigación del programa....135*
*7.3.3 Seguimiento a la ejecución de la agenda de investigación e innovación en los últimos siete (7) años 135*
*7.3.4 Proyección para los próximos siete (7) años de la agenda de investigación e innovación....138*
*7.3.5 Grupos de investigación reconocidos o clasificados en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación....139*
*7.3.6 Productos de investigación e innovación de acuerdo con los lineamientos establecidos por el sistema nacional de ciencia y tecnología u otros afines....142*
*7.3.7 Investigadores reconocidos en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en los últimos siete (7) años....143*
*7.3.8 Estrategias de vinculación de los estudiantes del programa a los procesos realizados en los grupos de investigación....144*
*7.3.9 Estrategias que propenden para que los resultados de la investigación e innovación contribuyan a la transformación social....145*
*7.3.10 Resultados de los mecanismos de difusión, divulgación y visibilidad nacional e internacional de la investigación e innovación desarrollada por el programa....146*
*7.3.11 Resultados de las dinámicas de generación de nuevo conocimiento y/o movimiento de la barrera del conocimiento....147*

**8 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO....149**

8.1 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE VINCULACIÓN DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON EL SECTOR PRODUCTIVO, SOCIAL Y CULTURAL, PÚBLICO Y PRIVADO .....150
8.2 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DEL PLAN DE VINCULACIÓN DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON EL SECTOR EXTERNO.....153
8.3 CONVENIOS QUE FACILITAN LA RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL SECTOR EXTERNO .....154
*8.3.1 Evidencia de la ejecución de los convenios que respaldan prácticas o pasantías con el sector externo 154*
*8.3.2 Convenios que respaldan las pasantías en el sector externo y políticas institucionales que las enmarcan 155*

**9 PROFESORES .....160**

9.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES .....160
*9.1.1 Descripción del grupo de profesores con el que cuenta el programa académico.....160*
*9.1.2 Histórico de vinculación de los profesores .....160*
*9.1.3 Plan de vinculación de profesores para la nueva vigencia del registro calificado .....165*
*9.1.4 Justificación y resultados de la suficiencia de profesores, tipo de vinculación y dedicación para el cumplimiento de las labores formativas.....166*
9.2 PERFILES.....166
*9.2.1 Descripción de los procesos para formular y actualizar perfiles.....166*
*9.2.2 Formación profesional, formación pedagógica, experiencia profesional y en investigación, y competencias tecnológicas de los profesores del programa .....167*
9.3 ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES .....169
*9.3.1 Descripción de la asignación y gestión de las actividades de los profesores realizadas durante los últimos siete (7) años; forma en que se atendieron las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión; seguimiento y evaluación de los procesos de asignación y gestión de las actividades académicas de los profesores .....169*
*9.3.2 Resultados de las acciones previstas para el seguimiento y evaluación de la asignación y gestión de las actividades de los profesores.....171*
*9.3.3 Cobertura prevista de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión del programa académico, relacionadas con el grupo de profesores.....172*
9.4 PERMANENCIA, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN PROFESORAL .....172
*9.4.1 Estrategias y acciones actualizadas que promueven la permanencia de los profesores.....172*
*9.4.2 Indicadores que evidencien los resultados de las estrategias y acciones que promovieron la permanencia de los profesores de los últimos siete años. .....173*
*9.4.3 Descripción de la ejecución y resultados del plan de desarrollo y capacitación de los profesores, de acuerdo con el tipo de vinculación y dedicación, en los últimos siete (7) años.....173*
*9.4.4 Indicadores del plan de desarrollo y capacitación de los profesores, de acuerdo con el tipo de vinculación y dedicación, en los últimos siete (7) años .....175*
*9.4.5 Proyección para los próximos siete (7) años del plan de desarrollo y capacitación de los profesores, de acuerdo con el tipo de vinculación y dedicación .....175*
9.5 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROFESORES .....176
*9.5.1 Resultados de los proceso de seguimiento y evaluación del profesor .....178*
*9.5.2 Proyección para los próximos siete (7) años de los procesos de seguimiento y evaluación del profesor 179*

**10 MEDIOS EDUCATIVOS .....180**

10.1 SELECCIÓN Y COBERTURA DE MEDIOS EDUCATIVOS .....180
*10.1.1 Seguimiento y valoración de la dotación de medios educativos con los que cuenta el programa académico180*
*10.1.2 Descripción de la ejecución y resultados del plan de adquisición, construcción, o préstamo de los medios educativos en los últimos siete (7) años .....193*
*10.1.3 Proyección para los próximos siete (7) años del plan de adquisición, construcción o préstamo de los medios educativos .....196*

10.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LOS MEDIOS EDUCATIVOS ..... 197
*10.2.1 Resultados de los procesos de asignación de medios educativos ..... 197*
*10.2.2 Descripción de la ejecución y resultados del plan de mantenimiento, actualización y reposición de medios educativos en los últimos siete (7) años ..... 198*
*10.2.3 Proyección para los próximos siete (7) años del plan de mantenimiento, actualización y reposición de medios educativos ..... 198*
*10.2.4 Percepción de los usuarios frente a los procesos de capacitación y apropiación en el uso de medios educativos 199*
*10.2.5 Resultados de las estrategias para garantizar que los medios educativos atenderán las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables ..... 200*

**11 INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA ..... 202**

11.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA ..... 202
*11.1.1 Seguimiento y valoración de la infraestructura física y tecnológica: cantidad, calidad y capacidad 202*
*11.1.2 Ejecución y resultados en los últimos siete (7) años, de la proyección de la infraestructura física y tecnológica ..... 208*
*11.1.3 Proyección para los próximos siete (7) años, de infraestructura física y tecnológica, plan de adquisición, construcción o préstamo ..... 211*
11.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA ..... 211
*11.2.1 Indicadores y resultados de los procesos de asignación de la infraestructura física y tecnológica a la comunidad académica del programa para su uso ..... 211*
*11.2.2 Descripción de la ejecución y resultados del plan de mantenimiento, actualización y reposición de la infraestructura física y tecnológica en los últimos siete (7) años ..... 212*
*11.2.3 Proyección para los próximos siete (7) años del plan de mantenimiento, actualización y reposición de la infraestructura física y tecnológica ..... 214*
*11.2.4 Descripción de los mecanismos que garantizarán que la infraestructura física y tecnológica permitirá superar barreras de acceso de las personas que lo requieran ..... 214*
*11.2.5 Disposición de espacios físicos y virtuales que le faciliten al estudiante la participación en comunidades de aprendizaje por fuera del aula ..... 215*

**12 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA ..... 216**

**13 RECURSOS FINANCIEROS ..... 222**

13.1 RECURSOS FINANCIEROS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y DEL PROGRAMA ..... 223

**14 PLAN DE TRANSICIÓN ..... 226**

**15 ANEXOS ..... 229**

15.1 ANEXO I. PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS ..... 229
*15.1.1 Primer Nivel ..... 229*
*15.1.2 Segundo Nivel ..... 242*
*15.1.3 Tercer Nivel ..... 254*
*15.1.4 Cuarto Nivel ..... 259*
*15.1.5 Electivas ..... 263*
15.2 ANEXO II. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA (ARTÍCULOS, PONENCIAS Y LIBROS) DE LOS PROFESORES PLANTA UIS DE SOPORTE AL PROGRAMA ..... 295
*15.2.1 ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos ..... 295*
*15.2.2 DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina ..... 298*
*15.2.3 MEJÍA AGUILAR, Guillermo ..... 304*
*15.2.4 OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo ..... 307*
*15.2.5 VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío ..... 318*
15.3 ANEXO III. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN QUE SOPORTAN EL PROGRAMA ..... 322
15.4 ANEXO IV. FORMATOS DE EVALUACIÓN DE PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO Y TRABAJO DE GRADO 373

15.5 ANEXO V. RELACIÓN ENTRE PROPÓSITOS DEL PROGRAMA Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE DECLARADOS EN EL PERFIL DE EGRESO ..... 382
15.6 ANEXO VI. FORMATO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD EN EL AULA ..... 384
15.7 ANEXO VII. RESULTADOS ENCUESTA A PROFESIONALES INTERESADOS EN EL PROGRAMA ..... 386
15.8 ANEXO VIII. ANÁLISIS DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL PREGRADO QUE DEBE TENER EL ASPIRANTE A LA MAESTRÍA ..... 389
15.9 ANEXO IX. INFORME DE AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA (2017-II A 2021-I) ..... 397

## LISTA DE TABLAS

**Pág.**

Tabla 1 Programas ofrecidos por la Escuela de Ingeniería Civil ---- 14
Tabla 2 Aspectos para la selección de los aspirantes ---- 23
Tabla 3 Criterios para la entrevista ---- 24
Tabla 4 Programas de maestría con enfoque en Recursos Hídricos y/o Saneamiento Ambiental a nivel internacional --- 27
Tabla 5 Programas de maestría afines a la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ofrecidos a nivel nacional ---- 29
Tabla 6 Programas de maestría afines al programa en la zona de influencia ---- 30
Tabla 7 Actvidades académicas del Plan de estudios de maestrías de mayor comparabilidad en la zona de influencia ----- 32
Tabla 8 Indicadores de Maestrías Afines en la Zona de Influencia ---- 33
Tabla 9 Indicadores de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 35
Tabla 10 Plan de estudios vigente de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 73
Tabla 11 Actividades electivas vigentes de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 73
Tabla 12 Actividades académicas excluidas ---- 75
Tabla 13 Actividades académicas incluidas y/o modificadas ---- 75
Tabla 14 Actividades académicas que cambian de nivel ---- 76
Tabla 15 Plan de estudios Propuesto Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 77
Tabla 16 Actividades Electivas Propuestas de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental- 78
Tabla 17 Relación Resultados de Aprendizaje vs Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 88
Tabla 18 Temas de trabajo de grado de interacción con el entorno ---- 104
Tabla 19 Ambientes de interacción sincrónica y asincrónica estudiante-docente ---- 105
Tabla 20 Actividades para Internacionalización del programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 107
Tabla 21 Seguimiento al avance del logro de los resultados de aprendizaje ---- 111
Tabla 22 Tiempo de Interacción Estudiante-Profesor ---- 125
Tabla 23 Indicadores de permanencia, deserción y graduación de estudiantes en la Maestría ---- 129
Tabla 24 Propuestas de Trabajos de grado ---- 133
Tabla 25 Agenda de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil 2017-2020 ---- 135
Tabla 26 Agenda de Investigación del Programa ---- 138
Tabla 27 Grupos de Investigación de soporte directo al Programa ---- 139
Tabla 28 Grupos de Investigación de apoyo al Programa ---- 140
Tabla 29 Profesores planta del programa reconocidos por MinCiencias ---- 143
Tabla 30 Profesores externos* del programa reconocidos por MinCiencias ---- 143
Tabla 31 Temas de Trabajos de aplicación relacionados con las áreas de trabajo del grupo GPH ---- 145
Tabla 32 Trabajos de aplicación de los estudiantes de la Maestría ---- 152
Tabla 33 Proyectos de Extensión de la Escuela de Ingeniería Civil. ---- 152
Tabla 34 Agenda de Vinculación con el Sector Externo ---- 153
Tabla 35 Convenios con universidades internacionales ---- 156
Tabla 36 Convenios con universidades nacionales ---- 158
Tabla 37 Convenios activos con redes nacionales ---- 158
Tabla 38 Distribución de apoyo docente en la Maestría ---- 160
Tabla 39 Profesores directores de Trabajo de Aplicación ---- 163
Tabla 40 Histórico de profesores planta y externos contratados en cada semestre ---- 164
Tabla 41 Plan de Vinculación Docente Escuela de Ingeniería Civil ---- 165
Tabla 42 Profesores planta Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 167
Tabla 43 Profesores externos Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ---- 168

TABLA 44 ASCENSO EN EL ESCALAFÓN PROFESORES PLANTA DEL PROGRAMA ---------- 173
TABLA 45 ESTUDIOS DE POSGRADO PARA DESARROLLO ACADÉMICO DE LOS PROFESORES DEL PROGRAMA---------- 175
TABLA 46 PLAN DE FORMACIÓN DOCENTE ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL 2021-2023 ---------- 176
TABLA 47 CATEGORÍAS DE LAS COLECCIONES DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ---------- 181
TABLA 48 RESUMEN DE INDICADORES BIBLIOGRÁFICOS DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ---------- 181
TABLA 49 SOFTWARE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL ---------- 186
TABLA 50 EQUIPOS DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA---------- 187
TABLA 51 EQUIPOS DE LABORATORIO DE PROCESOS AMBIENTALES ---------- 188
TABLA 52 EQUIPOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS---------- 189
TABLA 53 EQUIPOS DE LABORATORIO DE GEOMÁTICA ---------- 189
TABLA 54 RECURSOS PRESUPUESTALES DESTINADOS A FINANCIAR LA INVERSIÓN INSTITUCIONAL (MILLONES DE PESOS) ---------- 194
TABLA 55 INVERSIÓN ANUAL EN RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS ---------- 194
TABLA 56 INVERSIÓN RECURSOS INFORMÁTICOS, AUDIOVISUALES, SOFTWARE Y PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS ---------- 194
TABLA 57 INVERSIÓN EN MEDIOS EDUCATIVOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL---------- 196
TABLA 58 PLAN DE ADQUISICIÓN/REPOSICIÓN, MANTENIMIENTO Y/O ACTUALIZACIÓN, DE MEDIOS EDUCATIVOS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL---------- 196
TABLA 59 PRESUPUESTO APROBADO 2015-2021 – DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO Y PLANTA FÍSICA---------- 198
TABLA 60 SISTEMAS DE INFORMACIÓN UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER PARA USO PRINCIPAL DEL PROGRAMA---------- 204
TABLA 61 DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL---------- 206
TABLA 62 RECURSOS PRESUPUESTALES DESTINADOS A FINANCIAR LA INVERSIÓN FÍSICA (MILLONES DE PESOS) ---------- 209
TABLA 63 INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA---------- 210
TABLA 64 PRESUPUESTO APROBADO DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA Y DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO---------- 212
TABLA 65 INVERSIÓN EN MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA---------- 213
TABLA 66 INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL---------- 214
TABLA 67 PLAN DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL (7 AÑOS) ---------- 214
TABLA 68 RESUMEN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA ---------- 219
TABLA 69 MODELO DE EVALUACIÓN ADOPTADO PARA EL PROGRAMA---------- 220
TABLA 70 VALORES ANUALES DE INVERSIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL---------- 224
TABLA 71 PLAN DE TRANSICIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---------- 227

## LISTA DE FIGURAS

**Pág.**

FIGURA 1. CANTIDAD DE GRADUADOS EN PROGRAMAS DE PREGRADO EN ÁREAS AFINES A MAESTRÍA 2013-2020 ---------- 36
FIGURA 2. CANTIDAD DE MAGÍSTERES EN ÁREAS AFINES A LOS RECURSOS HÍDRICOS Y EL SANEAMIENTO, SEGÚN RANGO SALARIAL --------- 56
FIGURA 3. ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL SABER DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL 70
FIGURA 4. ESTRUCTURA CONCEPTUAL ESPECÍFICA DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL 71
FIGURA 5. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---------- 120
FIGURA 6. RESULTADOS EVALUACIÓN DOCENTE DEL PROGRAMA 2017-2020---------- 178
FIGURA 7. EDIFICIOS CON ESPACIOS ASIGNADOS A LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EN CAMPUS CENTRAL UIS ---------- 205
FIGURA 8. MUESTRA DE AULAS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL ---------- 206
FIGURA 9. SALAS DE INFORMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL ---------- 207
FIGURA 10. SALA DE VISUALIZACIÓN ---------- 207

# INTRODUCCIÓN

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (MRHSA) es un programa de formación de posgrado, adscrito a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, creado en el año 2016, con el propósito fundamental de formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental puedan contribuir con la prevención, reducción y control de los efectos antrópicos y naturales sobre la calidad de vida de las personas y preservación del ambiente. Con este objetivo, inició sus labores en el año 2017 al recibir el registro calificado mediante la Resolución No. 11420 del 31 de enero del 2017 del Ministerio de Educación Nacional.

La Escuela de Ingeniería Civil está alineada con las metas definidas en el Proyecto Institucional de la Universidad Industrial de Santander, y como tal se enfoca en brindar un servicio basado en la Cultura de la Excelencia Académica que incluye la permanente autoevaluación con miras al mejoramiento continuo, permitiendo una mejor definición de los deseos y las necesidades de formación del talento humano. A su vez, tiene en cuenta el compromiso del estado colombiano en mejorar la calidad de la educación, y toma los referentes normativos definidos por el Ministerio de Educación Nacional en el Decreto 1075 de 2015, modificado por el Decreto 1330 de 2019, para actualizar la propuesta educativa de la maestría, llevando a cabo un ejercicio de reforma académica del programa, la cual se plasma en el presente documento.

El nuevo proyecto educativo del programa describe en el primer capítulo el contexto del programa. En el capítulo 2 se justifica el proceso de reforma de la Maestría. Seguidamente, en los capítulos 3, 4, 5, y 6 se identifica y presenta la propuesta curricular, con la organización de actividades académicas. En el capítulo 7 se aborda el tema de investigación. En el capítulo 8 la relación con el sector externo. El capítulo 9 detalla la caracterización del cuerpo docente. Los recursos para el desarrollo del programa se presentan en los capítulos 10 y 11. En el capítulo 12 se presenta el modelo de evaluación que seguirá la maestría, y en el capítulo 13 se describen los recursos financieros para funcionamiento del Programa. Finalmente, el capítulo 14 contiene el plan de transición que guiará la aplicación de la reforma en el proceso formativo de los estudiantes ya matriculados en el programa.

# 1 CONTEXTO DEL PROGRAMA

## 1.1 MISIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA

La Escuela de Ingeniería Civil tiene como misión la formación integral de profesionales de la ingeniería con capacidad científica, tecnológica y humanística, para planear y desarrollar proyectos de infraestructura y obras civiles, comprometidos con el desarrollo sostenible de una sociedad equitativa.

La Escuela tiene como actividad primordial la generación de conocimiento, la adaptación de nuevas tecnologías y la implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos para bien de la sociedad, asimismo, la Escuela se desempeña como ente asesor de instituciones públicas y privadas en sus campos de acción, y ofrece servicios especializados a través de sus grupos de investigación y laboratorios[1].

## 1.2 VISIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA

En el año 2023, la Escuela de Ingeniería Civil será reconocida a nivel internacional por la formación de profesionales con una alta capacidad humanística, científica, tecnológica y, por su aporte a la solución de los problemas de la sociedad colombiana a partir del conocimiento que genera. Sus profesores serán pares reconocidos internacionalmente por sus aportes a la ciencia, y sus graduados tendrán aceptación y preferencia en el mercado laboral por su alto grado de formación.

Por otra parte, la Escuela de Ingeniería Civil ofrecerá programas de posgrado a nivel de maestría y doctorado, apoyados en la excelencia de sus profesores y grupos de investigación, que propenderán por la solución de los problemas de la sociedad[2].

## 1.3 PROGRAMAS OFRECIDOS POR LA UNIDAD ACADÉMICA

Actualmente, la Escuela de Ingeniería Civil administra ocho (8) programas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Programas ofrecidos por la Escuela de Ingeniería Civil

| Formación | Programa | Creación | Registro Calificado |
|---|---|---|---|
| Pregrado | Ingeniería Civil | Acuerdo Superior Acuerdo No. 24/ 1964 | Resolución MEN No. 15834 de 21 de septiembre de 2018 (7 años). Código SNIES 696 |
| Posgrado | Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción | Acuerdo Superior No. 143/1992 | Resolución MEN No. 9722 del 16 de junio de 2020 (7 años). Código SNIES 9972 |
| | | **Extensión a Bogotá** | |
| | | Acuerdo Académico No. 174/2017 | Resolución MEN No. 09772 de 18 de junio de 2018 (7 años). Código SNIES: 107173 |

[1] Universidad Industrial de Santander.Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Civil. 2013. Pág.12
[2] Ibíd. Pág. 12

| | | | |
|---|---|---|---|
| Posgrado | Especialización Estructuras | Acuerdo Académico No. 070/2001 | Resolución MEN No. 16786 de 27 de diciembre de 2019 (7 años). Código SNIES 15889 |
| | | **Extensión a Bogotá** | |
| | | Acuerdo Académico No. 173/2017 | Resolución MEN No.11483 de 13 de julio de 2018 (7 años). Código SNIES: 107225 |
| Posgrado | Maestría en Ingeniería Civil (Investigación) | Acuerdo Académico No. 107/2006 | Resolución MEN No. 16785 de 27 de diciembre de 2019 (7 años). Código SNIES 52667 |
| Posgrado | Maestría en Geotecnia (Profundización) | Acuerdo Académico No. 234/2009 | Resolución MEN No. 20897 del 03 de noviembre de 2016 (7 años). Código SNIES 90573 |
| Posgrado | Maestría en Ingeniería Estructural (Profundización) | Acuerdo Académico No. 009/2012 | Resolución MEN No.15695 del 18 de diciembre de 2019 (7 años). Código SNIES 101673 |
| Posgrado | Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (Profundización) | Acuerdo Académico No. 220/2016 | Resolución MEN No. 1142 de 31 de enero de 2017 (7 años). Código SNIES 106110 |
| Posgrado | Maestría en Infraestructura y Materiales de Vías (Profundización) | Acuerdo Académico No. 068/2017 | Resolución MEN No. 3478 de 1 de marzo de 2018 (7 años). Código SNIES: 106790 |

# 2 JUSTIFICACIÓN DE LA REFORMA

La Universidad Industrial de Santander (UIS) basa su diario devenir en un proceso continuo de mejoramiento y autoevaluación con la convicción de continuar honrando la responsabilidad social que la identifica y de consolidar aún más la cultura de calidad en cumplimiento de las funciones sustantivas que le son inherentes, de manera que durante los últimos cuatro años llevó a cabo la actualización del Proyecto Institucional, el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030 y el Modelo pedagógico, en sintonía con los avances en educación, ciencia, tecnología, innovación, y políticas educativas nacionales.

La Escuela de Ingeniería Civil, enmarcada en este contexto institucional del mejoramiento continuo, llevó a cabo la reforma académica del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, aplicando lo establecido en la normativa nacional reglamentada mediante el Decreto No. 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), y la Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020 del MEN que establece los parámetros de autoevaluación, verificación y evaluación de las condiciones de calidad para la obtención, modificación y renovación del registro calificado, así como la Guía Transitoria del Consejo Académico para la Construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021, y los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos del 25 de enero de 2022.

Igualmente, en la reforma se tuvieron en cuenta los resultados de los procesos de evaluación realizados por la Escuela, especialmente el proceso de autoevaluación realizado en el año 2021 (cf. Anexo IX), que permitió evidenciar los siguientes aspectos a mejorar:

- Aumentar la tasa de graduación del programa, mediante la búsqueda de estrategias para su reducción.
- Evaluar la oferta y demanda de las líneas de profundización con miras a evitar la insatisfacción de estudiantes en el proceso de selección por consenso de las líneas a ofertar en la cohorte, de esta manera se puede reducir la expectativa que tengan respecto al número de líneas de profundización del programa.
- Aumentar el número de horas de las asignaturas, en especial aquellas que cuentan con componente práctico en laboratorio.

Para lo cual se plantearon los siguientes proyectos o acciones de mejora:

Acción 2: Intensificación del acompañamiento en el Trabajo de Aplicación.
Proyecto 2: Fortalecimiento de la competencia de comunicación escrita.
Proyecto 3: Reforma curricular del programa.

Las modificaciones realizadas a la Maestría dentro del proceso de reforma académica del programa se presentan a continuación:

- Modificación de la denominación del programa, especificando que la Maestría tiene un enfoque principalmente ingenieril, por lo cual se denominará en adelante como Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.
- Modificación de la jornada de ofrecimiento, teniendo en cuenta la nueva realidad educativa derivada del uso de TIC durante el periodo de pandemia por Covid-19, la cual no se subscribe solamente a los espacios físicos, sino que permite la interacción en línea entre estudiantes y profesores, de tal forma que

las mediaciones en las horas de interacción con el profesor en todas las actividades académicas se desarrollarán una semana de manera física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

- Modificación del perfil del aspirante, excluyendo a los profesionales del área de la Ingeniería Mecánica, e inclusión de profesionales de Geología y Química, teniendo en cuenta su formación y los conocimientos previos necesarios para cursar la Maestría.
- Perfil de egreso. El Programa de Maestría redefinió las competencias y el perfil de egreso en coherencia con los cambios en el entorno analizados en esta justificación, la nueva reglamentación nacional del MEN y los lineamientos institucionales.
- Resultados de aprendizaje. Se definieron los resultados de aprendizaje del programa teniendo en cuenta la taxonomía de Bloom, de manera que se tenga claridad sobre lo que el estudiante sabrá, comprenderá, y será capaz de hacer como resultado integral de su proceso formativo.
- Estructura conceptual del saber. Delimitación de las líneas de profundización e investigación en el programa, acorde con la evaluación de pertinencia, teniendo en cuenta mega-tendencias; los ámbitos social, económico, cultural y político; el análisis de la situación de la oferta regional y local, las necesidades de la región, las pretensiones de los aspirantes, las tendencias de la educación, y los grupos de interés, en este último principalmente las expectativas de formación de los profesionales de la región (según encuesta realizada a base de datos de interesados, cf. Anexo VII).
- Fundamentación teórica. Reducción de las líneas de profundización e investigación en el programa, acorde con la evaluación de pertinencia, teniendo en cuenta mega-tendencias; los ámbitos social, económico, cultural y político; el análisis de la situación de la oferta regional y local, las necesidades de la región, las pretensiones de los aspirantes, las tendencias de la educación, y los grupos de interés, en este último principalmente las expectativas de formación de los profesionales de la región (según encuesta realizada a base de datos de interesados, cf. Anexo VII).
- Actualización del objeto de estudio y los propósitos del programa en coherencia con la modificación de la Estructura Conceptual del Saber, la Fundamentación Teórica, el Perfil de Egreso, y el Plan de estudios.
- Revisión del número de créditos de actividades académicas y sus correspondientes Tiempo de Acompañamiento Docente (HIP) y de Trabajo Independiente (HTI). Se revisaron y modificaron las actividades académicas Química ambiental, Procesos ambientales, Hidrología aplicada, Seminario de profundización II, Propuesta de Trabajo II, Trabajo de grado I y II, acorde con las necesidades de formación expresadas por los estudiantes y profesores del programa en los diversos procesos de autoevaluación del mismo, así como los lineamientos institucionales para el diseño y rediseño de los currículos emitidos durante el año 2022.
- Revisión y ajuste adecuadamente de HIP y HTI, en Gestión de Recursos Hídricos: aumentando en 10 HIP y 16 HTI; Sistemas de información geográfica: aumentando en 30 HTI.
- Se cambia la denominación de Propuesta de trabajo I por Seminario I para hacer más coherente el plan de estudio. Se cambia la denominación de Propuesta de trabajo de grado II, por Propuesta de trabajo de grado. El Seminario I pasa a ser Seminario II y el Seminario II pasa a ser Seminario III.
- Eliminación de la actividad académica Gestión de Proyectos, considerando liberar horas que pudieran ser asignadas a las actividades académicas del componente de ingeniería, dada la decisión de reforzar el enfoque ingenieril de la maestría y teniendo en cuenta que la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con una Especialización en Gerencia de Proyectos de construcción, donde las personas interesadas pueden ahondar en la formación en el área de gestión.
- Aumento del número de electivas a cursar por los estudiantes dentro del plan de estudios.
- Creación de la actividad académica Seminario de Profundización IV como estrategia para ayudar al estudiante en el avance de su trabajo de grado.

- Aumento del número de créditos académicos del programa, pasando de 50 a 52 créditos, acorde con las modificaciones que se mencionaron en las viñetas precedentes.
- Inclusión del espacio físico mediado por TIC y sincrónico como espacio de interacción del estudiante con el profesor en todas las actividades académicas. De esta forma, se realizará la mediación, una semana de manera física en el campus, y la siguiente utilizando TIC a través de las plataformas tecnológicas adquiridas por la Universidad en los últimos dos años para este fin.
- Mecanismos de evaluación. Se revisaron las estrategias de evaluación a nivel de microcurrículo, y se definió el sistema de evaluación global de logro de los resultados de aprendizaje, considerando en él dos momentos importantes a lo largo del plan de estudios.
- Actualización de los contenidos programáticos de las actividades académicas acorde con las competencias y los resultados de aprendizaje definidos para el programa.

# 3 IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

## 3.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

*Actual:* Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

*Propuesto:* Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

Nivel de formación: Maestría de Profundización

### 3.1.1 ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN PROPUESTA A LA DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

La propuesta de modificación de la denominación del programa, busca especificar que la Maestría tiene un enfoque principalmente ingenieril, por lo cual se denominará en adelante como Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

La denominación del proyecto curricular como "Maestría" se basa en la clasificación definida en la Ley 30 de 1992, artículos 10 y 12, como proyecto curricular de postgrado, tendiente a la ampliación y desarrollo de los conocimientos para la solución de problemas disciplinarios, interdisciplinarios o profesionales; así como en el Decreto 1075 del 26 de mayo de 2015- Único reglamentario del sector educación (modificado por el Decreto 1330 de 2019), artículo 2.5.3.2.6.4, en el que define la naturaleza de un programa de Maestría de Profundización en su propósito de propender por el desarrollo avanzado de conocimientos, actitudes y habilidades que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio de la asimilación o apropiación de saberes, metodologías y, según el caso, desarrollos científicos, tecnológicos, artísticos, o culturales.

En cuanto a la especificación de "Ingeniería" en la denominación, esta se incluye para enfatizar el enfoque que tiene la Maestría en la aplicación de la ingeniería, la cual está definida como "*aplicación de las ciencias físicas, químicas y matemáticas; de la técnica industrial y en general, del ingenio humano, a la utilización e invención sobre la materia*" en la ley 842 de 2003[3].

Sumado a lo anterior, la Clasificación internacional normalizada de la educación - campos de educación y formación adaptada para Colombia CINE-F 2013 A.C., reglamentada mediante la Resolución 1791 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, e implementada por el Ministerio de Educación Nacional para clasificar los programas académicos en el Sistema nacional de información de la educación superior-SNIES, indica que "*el contenido temático principal determina el campo de educación y formación en el que se debe clasificar un programa. A efectos prácticos, el contenido temático principal de un programa se determina por el campo detallado en el que se cursa la mayor parte (más del 50%) o la parte claramente predominante de los créditos de aprendizaje o del tiempo de aprendizaje previsto para los alumnos. Los programas se clasifican en el campo detallado que contiene su temática principal*". Por lo anterior, y teniendo en cuenta que las actividades formativas del currículo propuesto en este proyecto educativo están organizadas para la formación específica en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental,

[3] Congreso de la República de Colombia. Ley 842 del 9 de octubre de 2003, "por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones."

se adopta la denominación de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, de manera que se especifiquen las áreas de estudio del Programa.

Por otra parte, tal como se consigna en el perfil de egreso y los propósitos generales del programa (cf. numerales 4.4 y 4.6), el programa busca "*formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental cuenten con el conocimiento y las habilidades para resolver problemas relacionados con la evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en cantidad y calidad; el suministro de agua; la prevención y control de contaminación por vertimientos de aguas residuales; trabajando en escalas de análisis adecuadas, en equipos multidisciplinarios, y adaptándose a los cambios tecnológicos, bajo enfoques de sostenibilidad y la preservación de servicios ecosistémicos"*, para lo cual se ha dispuesto un currículo conformado por tres bloques: Básico-Fundamentación; Profundización en temas avanzados; y Trabajo de aplicación (cf. numeral 4.8), de tal manera que la denominación como "Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental" está en correspondencia con los contenidos temáticos en estudio, el currículo, el perfil de egreso, los propósitos del programa, el nivel de formación, y la normativa nacional respectiva.

### 3.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

Teniendo en cuenta el análisis de programas similares (cf. Numeral 5.1.1.1) de la Maestría que se realizó en el marco del proceso para su reforma y la actualización del Proyecto Educativo del Programa que se presenta en este documento, se evidenció que a nivel internacional y nacional los programas con enfoque ingenieril destacan su enfoque en la denominación del programa, y dado que la Maestría desde su creación se concibió como un programa con dicho enfoque es pertinente modificar su denominación para brindar mayor claridad en la formación que se brinda en el programa y que constituye un rasgo distintivo de los egresados respecto a los graduados de programas similares a nivel país.

### 3.1.3 EVIDENCIAS DEL CUMPLIMIENTO DE LA DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

Tal como se mencionó en el numeral 3.1.1, según la ley 842 de 2003[4], la "Ingeniería" está definida como "*aplicación de las ciencias físicas, químicas y matemáticas; de la técnica industrial y en general, del ingenio humano, a la utilización e invención sobre la materia*"; en este sentido, la inclusión de la palabra Ingeniería en la denominación del Programa se evidencia a través del enfoque ingenieril del plan de estudios, en el que se incluyen actividades académicas tales como Química ambiental, Procesos ambientales, Hidrología y clima, Sistemas de información geográfica, Modelación de aguas subterráneas, Sistemas de abastecimiento de agua, entre otras, en las que se aplican explícitamente las ciencias físicas, químicas y matemáticas; así mismo, el proceso formativo está basado en macrocompetencias para desarrollar en los estudiantes las capacidades y habilidades para solucionar problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental utilizando principios, conceptos, técnicas, metodologías y herramientas vigentes propias del área disciplinar, es decir que se *aplicarán ciencias, técnicas y el ingenio* para solución de problemas referentes a la *materia asociada a los recursos hídricos y el medio ambiente*. Los demás componentes de la denominación del programa que se mantienen, se evidencian en el nivel de formación de posgrado (Maestría) y el objeto de estudio del programa (Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental).

## 3.2 TÍTULO QUE OTORGA

[4] Congreso de la República de Colombia. Ley 842 del 9 de octubre de 2003, "por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones."

*Actual:* Magíster en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

*Propuesto*: Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

## 3.3 CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA

Campo amplio: 07 Ingeniería, industria y construcción
Campo específico: 071 Ingeniería y profesiones afines
Campo detallado:0712 Tecnología de protección del medio ambiente

## 3.4 MODALIDAD

Presencial.

## 3.5 LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA

Bucaramanga, Departamento de Santander.

## 3.6 DURACIÓN DEL PROGRAMA

Cuatro (4) semestres académicos.

## 3.7 JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA

*Actual:*
Jornada presencial, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m.

*Propuesta:*
Jornada presencial, una semana se tendrá la mediación de manera física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

## 3.8 NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS

*Actual:* 50 créditos académicos

*Propuesto:* 52 créditos académicos

## 3.9 PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN

Anual

## 3.10 NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE

El número de admitidos al programa de maestría es de máximo treinta (30) estudiantes por cohorte.

# 4 CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA

## 4.1 PERFIL DEL ASPIRANTE

El aspirante al programa debe ser un profesional en las áreas de ingenierías civil, ambiental, sanitaria, química, geológica, y afines, geología y química, interesado en la búsqueda de soluciones a problemáticas relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, que afectan la calidad de vida de las personas y el ambiente. Se requiere que el aspirante tenga conocimientos básicos de Cálculo, Álgebra Lineal, Física, Química y Estadística.[5]

## 4.2 CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN

El proceso de admisión y selección de estudiantes a la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se realiza según lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado UIS[6], que incluye entre otras:

### 4.2.1 PROCESO DE INSCRIPCIÓN

El aspirante presentará los siguientes documentos, en el periodo de inscripción establecido por el calendario de posgrado respectivo aprobado por el Consejo Académico: Formulario de inscripción, hoja de vida en formato institucional y soportes de lo descrito en ella, copia del documento de identificación vigente en Colombia, copia del diploma o del acta de grado del pregrado exigido por el programa, certificado de calificaciones obtenidas durante el pregrado con mención del promedio ponderado[7], recibo de pago de inscripción, dos cartas de referencia académica, carta de aval de un grupo o centro de investigación de la UIS o de una empresa u organización.

### 4.2.2 PROCESO DE SELECCIÓN

El Comité Asesor de Programas de Posgrado realizará la selección según los resultados obtenidos por los aspirantes en la evaluación de la hoja de vida, el examen de conocimientos, y la entrevista. El puntaje total de los aspirantes se determinará mediante la ponderación de los aspectos que se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2 Aspectos para la selección de los aspirantes

| Aspecto | Puntuación Parcial | Total |
|---|---|---|
| **HOJA DE VIDA** | | 45 puntos. |
| Experiencia laboral o investigativa en área del programa. | Hasta 7 puntos: 2 puntos por año certificado de experiencia. | |

[5] Para definir los conocimientos básicos que deben tener los aspirantes se realizó un análisis de las actividades académicas planteadas en el plan de estudios y los planes de estudio de los programas de pregrado definidos en el perfil del aspirante de algunas universidades de Colombia, dicho análisis se encuentra en el Anexo VIII.

[6] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 075 de 2013.

[7] Para el caso de egresados graduados de pregrado en la UIS, no es necesario suministrar este documento.

| Aspecto | Puntuación Parcial | | Total |
|---|---|---|---|
| Certificado de lengua extranjera. | 3 puntos:<br>- 1 punto por certificado de nivel A1 o A2.<br>- 2 puntos por certificado de nivel B1 o B2.<br>- 3 puntos por certificado de nivel C1 y C2. | | |
| Distinciones académicas. | Hasta 3 puntos:<br>- 1 punto por distinciones de la universidad de origen y distinciones regionales.<br>- 2 puntos por distinción cum laude y distinciones nacionales.<br>- 3 puntos por distinción summa cum laude o distinciones internacionales. | | |
| Promedio ponderado en pregrado. | Promedio | Puntos | |
| | 3,00 a 3,30 | 5 | |
| | 3,31 a 3,50 | 8 | |
| | 3,51 a 3,70 | 11 | |
| | 3,71 a 3,90 | 14 | |
| | 3,91 a 4,10 | 17 | |
| | 4,11 a 4,30 | 20 | |
| | 4,31 a 4,60 | 22 | |
| | 4,61 a 4,80 | 24 | |
| | 4,81 a 5,00 | 26 | |
| Publicaciones y participación con ponencias en congresos. | 6 puntos:<br>- 1 punto por publicación no indexada o ponencia regional.<br>- 2 puntos por publicaciones indexadas tipo C o ponencias nacionales o equivalentes o por capítulo de libro.<br>- 3 puntos por publicación indexada en categoría B o A, o equivalentes, o ponencia internacional o libro de autoría del aspirante.<br>Se tomará en cuenta la clasificación vigente de Publindex, MinCiencias, o las equivalencias de tales categorías en los índices de impacto de publicaciones seriadas. | | |
| **EXÁMEN DE CONOCIMIENTOS** | | | 45 puntos. |
| **ENTREVISTA** | | | 10 puntos. |

La coordinación del programa se encargará de la organización y custodia de la elaboración y calificación del examen de conocimientos, el cual podrá ser elaborado y evaluado por el Comité Asesor de Posgrado de la Escuela y por los profesores que este comité convoque para esta tarea. La entrevista será evaluada según los criterios referenciados en la Tabla 3; si se realizase algún cambio, se deben mantener, al menos, cuatro criterios de evaluación.

Tabla 3 Criterios para la entrevista

| CRITERIOS | PUNTAJE PROPUESTO |
|---|---|
| 1. Carácter emprendedor y proactivo. | 2 |
| 2. Habilidades de interacción. | 2 |
| 3. Autorrealización personal y laboral. | 2 |
| 4. Reconocimiento de sí en los propósitos institucionales. | 2 |
| 5. Actitud hacia la investigación. | 2 |
| **PUNTAJE TOTAL** | **10** |

### 4.2.3 PROCESO DE ADMISIÓN

El aspirante podrá ser admitido al programa siempre y cuando alcance un puntaje no menor que sesenta (60) puntos y existan cupos disponibles[8]. Los cupos se asignarán a los aspirantes que obtengan los mayores puntajes y en estricto orden descendente. La decisión del Comité Asesor de Programas de Posgrado respecto del proceso de admisión será comunicada por escrito a cada aspirante, a través de la Coordinación del programa. Esta decisión académica no tiene otra instancia.

[8] Los cupos disponibles por período académico son definidos antes del inicio del proceso de selección por el Comité Asesor de Programas de Posgrado de la respectiva unidad académico-administrativa, considerando, para ello, los cupos para cada cohorte según lo expresado en el registro calificado otorgado por el Ministerio de Educación Nacional para el programa de posgrado.

# 5 PROPUESTA CURRICULAR

## 5.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

La Universidad Industrial de Santander (UIS), se ha destacado por ser un espacio de formación permanente de personas con competencias y desempeños apropiados para asumir los retos profesionales y participar de manera protagónica en el desarrollo científico, tecnológico, social y cultural del país[9]; y tal como lo plantea en el Plan de Desarrollo Institucional[10], continuará y fortalecerá la oferta de programas académicos en diversos niveles y modalidades, con pertinencia para la región y el país.

La Escuela de Ingeniería Civil, alineada con los planes institucionales, durante sus 58 años de existencia ha sido consciente de su papel en la construcción y desarrollo de la sociedad, por ello oferta programas académicos asociados a la Ingeniería Civil y el Medio Ambiente, a nivel de pregrado y posgrado, entre estos últimos desde el año 2017 cuenta con el programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (hasta 2021 denominada Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental), cuyo propósito principal es *Formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental cuenten con el conocimiento y las habilidades para resolver problemas relacionados con la evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en cantidad y calidad; el suministro de agua; la prevención y control de contaminación por vertimientos de aguas residuales; trabajando en escalas de análisis adecuadas, en equipos multidisciplinarios, y adaptándose a los cambios tecnológicos, bajo enfoques de sostenibilidad y la preservación de servicios ecosistémicos*.

El programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS se sustenta a partir del análisis y evaluación de las tendencias, expectativas y necesidades que el egresado estará llamado a afrontar para trascender en la búsqueda y solución de problemas. A continuación, se presenta la justificación de la oferta de la Maestría que incluye: i) el análisis de los cambios en la oferta local, regional, nacional o global de programas similares y su incidencia en el programa académico; ii) el análisis por periodos académicos de indicadores de programas similares de referencia y las acciones adoptadas por la institución frente a los mismo; iii) el análisis de los cambios en el contexto social, cultural, ambiental, tecnológico, económico y científico, y su incidencia en el programa académico.

### 5.1.1 ESTADO DE LA OFERTA DE FORMACIÓN DE POSGRADOS AFINES

#### 5.1.1.1 ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN LA OFERTA LOCAL, REGIONAL, NACIONAL, O GLOBAL DE PROGRAMAS SIMILARES Y SU INCIDENCIA EN EL PROGRAMA ACADÉMICO

En el entorno internacional se encuentran múltiples opciones para cursar una Maestría en el área de Recursos Hídricos y/o Saneamiento Ambiental, muestra de ello son los programas que se presentan en la Tabla 4, pertenecientes a universidades incluidas en el QS World Ranking[11] en el área de Ingeniería o Ciencias Ambientales.

[9] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 026 de 2018, pág. 22.

[10] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 047 de 2019.

[11] QS World University Rankings 2022. Disponible en: https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2022

Tabla 4 Programas de maestría con enfoque en Recursos Hídricos y/o Saneamiento Ambiental a nivel internacional

| Programa (Web) | Institución | País | Duración | Perfil del Egresado |
|---|---|---|---|---|
| Master of Water Resources Engineering<br><br>https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/opleidingen/e/CQ_50539893.htm#activetab=diploma_omschrijving | KU Leuven | Bélgica | 2 años | Los estudiantes serán capacitados con conocimientos y habilidades técnicas y gerenciales para: (i) planificar, diseñar, operar y administrar exitosamente proyectos de recursos hídricos; y (ii) asesorar y apoyar a las autoridades en la toma de decisiones y formulación de políticas que mejoren la explotación y reutilización seguras de las aguas residuales y la distribución y conservación equitativa de los recursos hídricos locales, regionales y mundiales. |
| Master's Programme in Water Resources Engineering<br><br>https://www.student.lth.se/english/masters-students/programme-syllabi/syllabus-masters-programme-in-water-resources-engineering-2122/ | Lund University | Suecia | 2 años | Los estudiantes deben demostrar el conocimiento y las habilidades necesarias para trabajar de forma independiente en la ingeniería de recursos hídricos.<br><br>**Conocimiento y comprensión**<br>Los estudiantes demostrarán conocimiento y comprensión en el campo de la ingeniería de recursos hídricos, incluyendo un amplio conocimiento del campo y un grado considerable de conocimiento especializado en ciertas áreas del campo, así como conocimiento del trabajo actual de investigación y desarrollo; y conocimientos metodológicos especializados en el campo de la ingeniería de recursos hídricos.<br><br>**Competencias y habilidades**<br>Los estudiantes demostrarán la capacidad de:<br><br>•integrar crítica y sistemáticamente el conocimiento de la ingeniería de recursos hídricos desde varias perspectivas y de analizar, evaluar y tratar fenómenos, problemas y situaciones complejos incluso con información limitada;<br>•identificar y formular problemas de manera crítica, autónoma y creativa y de planificar y, utilizando métodos apropiados, realizar tareas avanzadas dentro de plazos predeterminados y contribuir así a la formación de conocimientos, así como la capacidad de evaluar este trabajo;<br>•capacidad oral y escrita para informar con claridad y discutir sus conclusiones y los conocimientos y argumentos en los que se basan en diálogo con diferentes públicos tanto a nivel nacional como internacional.<br>•habilidades requeridas para participar en trabajos de investigación y desarrollo o empleo autónomo en alguna otra capacidad calificada.<br><br>**Juicio y enfoque**<br>Los estudiantes demostrarán:<br>•la capacidad de realizar evaluaciones en el campo de la ingeniería de recursos hídricos informados por aspectos disciplinarios, sociales y éticos y también demostrar conciencia de los aspectos éticos del trabajo de investigación y desarrollo;<br>•conocimiento de las posibilidades y limitaciones de la investigación sobre la ingeniería de los recursos hídricos, su papel en la sociedad y la responsabilidad del individuo por cómo se utiliza; |

| Programa (Web) | Institución | País | Duración | Perfil del Egresado |
|---|---|---|---|---|
| | | | | •capacidad de identificar su necesidad de conocimientos adicionales y asumir la responsabilidad de su aprendizaje continuo. |
| MEngSc Water, Waste & Environmental Engineering FT<br><br>https://hub.ucd.ie/usis/!W_HU_MENU.P_PUBLISH?p_tag=MAJR&MAJR=T277#collapseCB550-20 | University College Dublin | Irlanda | 1 año | •Demostrar un conocimiento y comprensión exhaustivos de los antecedentes teóricos que sustentan los problemas de ingeniería ambiental, de los residuos y del agua.<br>•Demostrar conocimiento y comprensión práctica de la legislación relacionada con el sector del agua, los residuos y el medio ambiente.<br>•Tener la capacidad de obtener, evaluar y sintetizar información científica actual y producir informes científicos con recomendaciones razonables y conclusiones extraídas.<br>•Tener buena capacidad para trabajar con datos sobre agua, residuos y medio ambiente, comprender los métodos utilizados para recopilar diferentes tipos de datos, realizar estadísticas descriptivas y analíticas.<br>•Demostrar la capacidad de trabajar de forma independiente y ser miembros efectivos de un equipo.<br>•Demostrar habilidades de comunicación oral y escrita claras y efectivas. |
| Master of Engineering (Water Resources Management)<br><br>https://study.unisa.edu.au/degrees/master-of-engineering-water-resources-management | University of South Australia | Australia | 2 años | Aprenderá ingeniería hídrica y ambiental avanzada, desarrollando las habilidades para:<br><br>•Aplicar y sintetizar teorías de ingeniería ambiental y del agua en la resolución de casos prácticos.<br>•Crear y diseñar modelos que se utilizarán en áreas como los recursos hídricos y la gestión de la calidad del agua.<br>•Adaptar los métodos de análisis de datos hidroambientales a un nivel avanzado.<br>•integrar la tecnología de modelado y consolidar las aplicaciones GIS en la formación de sistemas integrales de gestión de recursos hídricos<br>•Desarrollar habilidades avanzadas para comunicarse con profesionales relacionados con el agua y el medio ambiente.<br><br>También es clave para el título el desarrollo y la aplicación de métodos y habilidades de investigación. |
| MSc in Water Resources Engineering<br><br>https://gradwater.oregonstate.edu/water-resources-engineering-wre | Oregon State University | Estados Unidos | 2 años | A través de la participación y la finalización exitosa de la Maestría en Ciencias en el programa de grado de Ingeniería de Recursos Hídricos (WRE), los estudiantes obtendrán una comprensión avanzada de la ingeniería de recursos hídricos. Los estudiantes estarán lo suficientemente capacitados a través de cursos disciplinarios y experiencia en investigación para brindar su experiencia en ingeniería hidrológica a un equipo, y tendrán amplitud en temas de recursos hídricos y problemas ambientales para poder comunicarse con profesionales de la amplia gama de especialidades involucradas en la gestión e investigación de recursos hídricos. |

A nivel nacional, según el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES[12], en Colombia existen 36 programas activos de maestría, clasificados en el campo amplio de *Ingeniería, industria y*

[12] Sistema Nacional de información de la Educación superior – Ministerio de Educación Nacional. Disponible en http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa

*construcción*, cuyo campo detallado está definido como *Tecnología de protección del medio ambiente*, y 29 programas en el campo amplio de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística, y campos detallados en *Ciencias del medio ambiente, o Medio ambiente no clasificados en otra parte*, que tienen cierto grado de afinidad con la MIRHSA. Estos programas se concentran principalmente en Bogotá (19%), Antioquia (8%), Caldas (6%), y Valle del Cauca (6%). De los 65 programas activos, 19 de ellos se crearon en los últimos 5 años (Tabla 5), incluyendo la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS.

Tabla 5 Programas de maestría afines a la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ofrecidos a nivel nacional[13]

| Programa | Institución | Municipio | Año registro en el SNIES | Modalidad | Créditos | Duración (Semestres) | Periodicidad de Admisión |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maestría en Manejo Integral de Recursos Hídricos | Corporación Universidad de La Costa Cuc | Barranquilla | 2017 | Presencial | 48 | 4 | Anual |
| Maestría en Restauración Ecológica | Pontificia Universidad Javeriana | Bogotá. | 2018 | Presencial | 40 | 4 | Semestral |
| Maestría en Tecnologías Limpias | Universidad Santo Tomás | Bogotá | 2019 | Presencial | 48 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión Sostenible del Agua | Fundación Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano | Bogotá | 2020 | Presencial | 42 | 4 | Semestral |
| Maestría en Salud Ambiental | Universidad El Bosque | Bogotá | 2020 | Presencial | 52 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gerencia y Gestión Integral de Residuos Sólidos | Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – UdCA | Bogotá | 2018 | Presencial | 52 | 4 | Semestral |
| **Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | **Universidad Industrial de Santander** | **Bucaramanga** | **2017** | **Presencial** | **50** | **4** | **Anual** |
| Maestría en Ingeniería Ambiental | Universidad Industrial de Santander | Bucaramanga | 2010 | Presencial | 50 | 4 | Semestral |
| Maestría en Restauración Ecológica | Pontificia Universidad Javeriana | Cali | 2019 | Presencial | 44 | 4 | Semestral |
| Maestría en Sostenibilidad | Universidad ICESI | Cali | 2020 | Presencial | 41 | 3 | Semestral |
| Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible | Universidad Autónoma de Occidente | Cali | 2019 | Distancia (virtual) | 42 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión del Riesgo y Medio Ambiente | Tecnológico de Antioquia | Medellín | 2017 | Presencial | 49 | 4 | Semestral |
| Maestría en Ingeniería Hidráulica e Hidrológica | Universidad del Cauca | Popayán | 2020 | Presencial | 48 | 4 | Anual |
| Maestría en Ingeniería Ambiental | Universidad del Cauca | Popayán | 2020 | Presencial | 49 | 4 | Por cohorte |

[13] Sistema Nacional de información de la Educación superior – Ministerio de Educación Nacional. Disponible en http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa

| Programa | Institución | Municipio | Año registro en el SNIES | Modalidad | Créditos | Duración (Semestres) | Periodicidad de Admisión |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente | Universidad de Manizales | Neiva | 2017 | Presencial | 51 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión Integral Frente al Cambio Climático | Universidad de La Guajira | Riohacha | 2018 | Presencial | 54 | 4 | Anual |
| Maestría en Gestión del Territorio Marino Costero | Universidad del Magdalena – Unimagdalena | Santa Marta | 2020 | Presencial | 44 | 4 | Anual |
| Maestría en Manejo y Sostenibilidad Ambiental | Universidad Santo Tomás | Tunja | 2019 | Presencial | 48 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión Ambiental | Fundación Universitaria del Área Andina | Valledupar | 2019 | Presencial | 45 | 3 | Semestral |

Particularmente, en la zona de influencia de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, correspondiente a los departamentos de Atlántico, Cesar, Santander, Norte de Santander, Boyacá, y Meta, se ofertan 10 programas de ***maestría de profundización*** con alguna relación respecto a las temáticas abordadas en el plan de estudios de la Maestría (Tabla 6), 7 de ellos se desarrollan en modalidad presencial y 3 en modalidad distancia. Estos programas se cursan durante 4 semestres, excepto la Maestría en Gestión Ambiental de la Fundación Universitaria del Área Andina cuya duración es de 3 semestres. En cuanto al número de créditos académicos, estas maestrías oscilan entre 42 y 52 créditos.

Respecto a los cambios en la oferta académica de programas similares en la zona de influencia, al analizar las maestrías presentadas, 3 de ellas se crearon en el año 2019, aumentando el abanico de posibilidades de formación en el campo de estudios ambiental, sin llegar a incidir en el programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, ya que su enfoque es la gestión.

Tabla 6 Programas de maestría afines al programa en la zona de influencia

| Programa | Institución | Municipio | Año registro SNIES | Modalidad | Créditos | Duración (Semestres) | Periodicidad de Admisión |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maestría en Ingeniería Ambiental<br><br>https://www.uninorte.edu.co/web/maestria-en-ingenieria-ambiental-modalidad-profesional/plan-de-estudios | Universidad del Norte | Barranquilla | 2008 | Presencial | 50 | 4 | Anual |
| Maestría en Gestión Ambiental Sostenible<br><br>https://www.unillanos.edu.co/maestrias/gestion-ambiental-sostenible/ | Universidad de Los Llanos | Villavicencio | 2009 | Presencial | 52 | 4 | Anual |
| Maestría en Ingeniería Ambiental | Universidad Industrial de Santander | Bucaramanga | 2010 | Presencial | 50 | 4 | Semestral |

| Programa | Institución | Municipio | Año registro SNIES | Modalidad | Créditos | Duración (Semestres) | Periodicidad de Admisión |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoQuimicas/escuelas/ingenieriaQuimica/programaAcademicos/maestriaIngenieriaAmbiental/planEstudios.html | | | | | | | |
| Maestría en Ciencias y Tecnologías Ambientales<br><br>http://facultadquimicaambiental.ustabuca.edu.co/index.php/nuestr/maestria-en-ciencias-y-tecnologias-ambientales | Universidad Santo Tomás | Bucaramanga | 2012 | Presencial | 44 | 4 | Semestral |
| Maestría en Sostenibilidad<br><br>https://www.upb.edu.co/es/postgrados/maestria-sostenibilidad-upb | Universidad Pontificia Bolivariana | Medellín | 2015 | Distancia* (virtual) | 44 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas<br><br>http://facultadcienciastecnologias.ustadistancia.edu.co/index.php/programas-de-posgrado/maestria-en-gestion-de-cuencas-hidrograficas | Universidad Santo Tomás | Bogotá | 2016 | Distancia* (tradicional) | 50 | 4 | Semestral |
| Maestría en Manejo Integral de Recursos Hídricos<br><br>https://www.cuc.edu.co/maestria-en-recursos-hidricos/2017-09-20-21-43-27/plan-de-estudios | Corporación Universidad de La Costa CUC | Barranquilla | 2017 | Presencial | 48 | 4 | Anual |
| Maestría en Manejo y Sostenibilidad Ambiental<br><br>https://www.ustatunja.edu.co/plan-sostenibilidad-ambiental | Universidad Santo Tomás | Tunja | 2019 | Presencial | 48 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión Ambiental<br><br>https://www.areandina.edu.co/es/content/maestria-en-gestion-ambiental | Fundación Universitaria del Área Andina | Valledupar | 2019 | Presencial | 45 | 3 | Semestral |
| Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible | Universidad Autónoma de Occidente | Cali | 2019 | Distancia* (virtual) | 42 | 4 | Semestral |

| Programa | Institución | Municipio | Año registro SNIES | Modalidad | Créditos | Duración (Semestres) | Periodicidad de Admisión |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| https://uaovirtual.edu.co/programa/maestria-en-gestion-ambiental-y-desarrollo-sostenible/ | | | | | | | |

*** Se incluyen estos programas virtuales porque pueden cursarse desde cualquier lugar de Colombia.**

De los programas analizados, las Maestrías en *Manejo Integral de Recursos Hídricos de la Corporación Universidad de la Costa*, y en *Gestión de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Santo Tomás*, son las de mayor comparabilidad con la MIRHSA, debido a su enfoque en la cuenca como unidad de estudio, no obstante, su incidencia en el programa es baja debido a la robustez del enfoque en ingeniería de la Maestría (cf. numeral 5.5.1.3), en comparación con el plan de estudios de los dos programas mencionados (Tabla 7).

Tabla 7 Actvidades académicas del Plan de estudios de maestrías de mayor comparabilidad en la zona de influencia

| Programa | Actividades académicas por Semestre | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| Maestría en Manejo Integral de Recursos Hídricos - Corporación Universidad de La Costa CUC - Barranquilla | • Normatividad e Institucionalidad para el Manejo de los Recursos Hídricos<br>• Fundamentos de Hidrología y ecología del Agua<br>• Agua y Sostenibilidad<br>• Seminario de Investigación y Estudios de Caso | • Procesamiento de Datos y SIG para el MRH<br>• Ordenamiento y Gestión de los Recursos Hídricos<br>• Uso Eficiente y Sostenible del Agua I<br>• Economía del Agua y Valoración de los Servicios Eco Sistémicos | • Educación y Cultura del Agua<br>• Ordenamiento y Gestión de los Recursos Hídricos<br>• Uso Eficiente y Sostenible del Agua<br>• Trabajo de Grado I | • Gobernanza y Resolución de Conflictos por el Agua<br>• Trabajo de Grado II<br>• Electiva I<br>• Electiva II |
| Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas - Universidad Santo Tomás - Bogotá | • Política y Legislación<br>• Morfometría<br>• Zonificación Ambiental<br>• Economía Ambiental<br>• Humanismo Sociedad y Ética<br>• Geomática I<br>• Seminario de Investigación I<br>• Diagnóstico Territorial | • Gestión Ambiental<br>• Modelos Hidrológicos<br>• Geomática II<br>• Seminario de Investigación II<br>• Electiva en Gestión<br>• Monitoreo Ambiental<br>• Conservación de Suelos<br>• Biotécnicas de Restauración | • Formulación y Evaluación Proyectos<br>• Análisis Estratégico de la Infraestructura<br>• Biogeoestadística<br>• Seminario de Investigación III<br>• Planeación Ambiental<br>• Manejo Hídrico Integrado<br>• Adaptación al Cambio Climático<br>• Electiva en Cuencas | • Trabajo de Grado |

Por lo anterior, la MIRHSA se diferencia sustancialmente de las demás maestrías de *profundización* ofrecidas en la zona de influencia, lo cual justifica su oferta en esta zona territorial colombiana para proveer el conocimiento especializado necesario para la solución de los problemas del agua y saneamiento, que contribuya al desarrollo sostenible del país.

### 5.1.1.2 ANÁLISIS POR PERIODOS ACADÉMICOS DE INDICADORES DE PROGRAMAS SIMILARES EN LA ZONA DE INFLUENCIA

*a. Personas Inscritas, admitidas, matriculadas, total de matriculados y graduados.*

En cuanto al comportamiento de la población estudiantil de los programas analizados en la zona de influencia, el Ministerio de Educación a través del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES presenta las siguientes cifras respecto a: i) personas inscritas, admitidas y matriculadas, ii) Total de matriculados y graduados (Tabla 8), se aclara que los programas creados en el año 2019 no presentan cifras de graduados, y que la Maestría en Manejo Integral de Recursos Hídricos de la Corporación Universidad de La Costa CUC aún no cuentan con cifras para el análisis por lo cual no se presentan en la Tabla 8:

Tabla 8 Indicadores de Maestrías Afines en la Zona de Influencia

| Programa/ Universidad | Año | Periodo | Inscritos | Admitidos | Matriculados en 1er. nivel | Matriculados | Graduados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maestría en Gestión Ambiental Sostenible/ Universidad de Los Llanos- Villavicencio<br><br>SNIES 54947 | 2016 | 1 | 13 | 13 | 7 | 15 | 3 |
| | | 2 | | | 2 | 36 | 3 |
| | 2017 | 1 | | | | 20 | 10 |
| | | 2 | | | 9 | 20 | 6 |
| | 2018 | 1 | 11 | 11 | | 23 | 2 |
| | | 2 | | | | 20 | 2 |
| | 2019 | 1 | | | | 16 | 1 |
| | | 2 | | | | 17 | 0 |
| | 2020 | 1 | 21 | 11 | 11 | 23 | 3 |
| | | 2 | | | | 21 | 3 |
| | 2021 | 1 | 12 | 12 | 9 | 19 | 3 |
| | | 2 | | | | 28 | 2 |
| Maestría en Ingeniería Ambiental/ Universidad Industrial de Santander- Bucaramanga<br><br>SNIES 90338 | 2016 | 1 | | | | 17 | 2 |
| | | 2 | | | | 17 | 3 |
| | 2017 | 1 | 1 | 1 | | 5 | 4 |
| | | 2 | 1 | | | 9 | 2 |
| | 2018 | 1 | | | | 4 | |
| | | 2 | | | | 6 | 2 |
| | 2019 | 1 | | | | | 2 |
| | | 2 | | | | | 4 |
| | 2020 | 1 | | | | | 1 |
| | | 2 | | | | | |
| | 2021 | 1 | | | | | |
| | | 2 | | | | | |
| Maestría en Ciencias y Tecnologías Ambientales/ Universidad Santo Tomás- Bucaramanga<br><br>SNIES 101753 | 2016 | 1 | 7 | 6 | | 18 | |
| | | 2 | 16 | 16 | 12 | 21 | |
| | 2017 | 1 | 3 | 3 | | 22 | 5 |
| | | 2 | 16 | 16 | 12 | 24 | 6 |
| | 2018 | 1 | 11 | 11 | 9 | 37 | 1 |
| | | 2 | 21 | 21 | 14 | 37 | 3 |
| | 2019 | 1 | | | | 35 | 3 |
| | | 2 | 1 | 1 | | 23 | 7 |
| | 2020 | 1 | 1 | 1 | | 11 | 6 |
| | | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| | 2021 | 1 | 12 | 12 | 12 | 19 | 4 |
| | | 2 | | | | 7 | 6 |
| Maestría en Ingeniería Ambiental/ Universidad del Norte-Barranquilla<br><br>SNIES 54130 | 2016 | 1 | 15 | 13 | 4 | 21 | |
| | | 2 | 13 | 13 | 3 | 21 | 3 |
| | 2017 | 1 | 3 | 3 | 3 | 14 | |
| | | 2 | 9 | 8 | 6 | 14 | 4 |
| | 2018 | 1 | 3 | 3 | 1 | 7 | 4 |
| | | 2 | 6 | 6 | 3 | 13 | 1 |
| | 2019 | 1 | 1 | | | 9 | 2 |
| | | 2 | | | | 5 | 4 |
| | 2020 | 1 | 4 | 4 | 2 | 6 | 3 |
| | | 2 | 8 | 5 | 3 | 11 | 1 |
| | 2021 | 1 | 3 | 2 | 2 | 11 | 1 |
| | | 2 | 3 | 3 | 1 | 5 | 6 |

| Programa/ Universidad | Año | Periodo | Inscritos | Admitidos | Matriculados en 1er. nivel | Matriculados | Graduados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas/ Universidad Santo Tomás-Bogotá<br><br>SNIES 105491 | 2016 | 1 | | | | | |
| | | 2 | | | | | |
| | 2017 | 1 | 47 | 37 | | | |
| | | 2 | 10 | 10 | 8 | 36 | |
| | 2018 | 1 | 34 | 34 | 23 | 54 | |
| | | 2 | 1 | | | 18 | |
| | 2019 | 1 | 6 | 7 | 5 | 25 | 4 |
| | | 2 | 1 | 1 | | 9 | 8 |
| | 2020 | 1 | 5 | 5 | 1 | 9 | 2 |
| | | 2 | 10 | 8 | 5 | 11 | 8 |
| | 2021 | 1 | 3 | 7 | 1 | 9 | 4 |
| | | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Maestría en Sostenibilidad/ Universidad Pontificia Bolivariana-Medellín<br><br>SNIES 105048 | 2016 | 1 | | | | | |
| | | 2 | | | | | |
| | 2017 | 1 | 17 | 15 | | 13 | |
| | | 2 | 18 | 18 | | 42 | |
| | 2018 | 1 | 13 | 12 | 10 | 48 | |
| | | 2 | 12 | 11 | 10 | 47 | 6 |
| | 2019 | 1 | 18 | 18 | 15 | 53 | 8 |
| | | 2 | 13 | 13 | 12 | 47 | 12 |
| | 2020 | 1 | 42 | 37 | 28 | 69 | 4 |
| | | 2 | 64 | 52 | 43 | 104 | 7 |
| | 2021 | 1 | 57 | 53 | 40 | 125 | 10 |
| | | 2 | 50 | 48 | 44 | 156 | 10 |
| Maestría en Manejo y Sostenibilidad Ambiental/ Universidad Santo Tomás-Tunja<br><br>SNIES 108298 | 2020 | 1 | 20 | 20 | 20 | | |
| | | 2 | | | | 19 | |
| | 2021 | 1 | 11 | 11 | 10 | 29 | |
| | | 2 | | | | 26 | |
| Maestría en Gestión Ambiental/ Fundación Universitaria del Área Andina<br><br>SNIES 108111 | 2020 | 1 | 50 | 45 | 31 | 31 | |
| | | 2 | 72 | 69 | 59 | 119 | |
| | 2021 | 1 | 9 | 59 | 52 | 138 | 1 |
| | | 2 | 20 | 43 | 30 | 126 | |
| Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible/ Universidad Autónoma de Occidente<br><br>SNIES 108273 | 2020 | 1 | | 12 | 13 | 13 | |
| | | 2 | | 18 | 14 | 26 | |
| | 2021 | 1 | 22 | 24 | 21 | 42 | |
| | | 2 | 18 | 20 | 15 | 54 | |

Los indicadores anteriores muestran que la mayoría de maestrías han estado activas en el periodo 2016-2021, con dinámicas de funcionamiento que dependen de su periodicidad de admisión. Así mismo, se destacan como programas de mayor preferencia en el mercado la *Maestría en Sostenibilidad (Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, virtual), la Maestría en Gestión Ambiental(Fundación Universitaria del Área Andina), la Maestría en Ciencias y Tecnologías Ambientales, (Universidad Santo Tomás, Bucaramanga), y la Maestría en Gestión Ambiental Sostenible, (Universidad de Los Llanos, Villavicencio*), con el mayor número de estudiantes matriculados, no obstante, su enfoque principal es la gestión y administración ambiental. Es de resaltar como aspecto común el número de graduados, que respecto a los estudiantes matriculados representa una tasa del 10-30% en promedio.

*b. Tasas de deserción por cohorte del programa*

El comportamiento de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS, desde su inicio de actividades en el segundo semestre del año 2017 a la fecha, se presenta en la Tabla 9. Durante todo el

periodo en análisis, la Maestría ha contado con profesionales interesados en cursar el programa lo cual se refleja en el número de inscritos; no obstante, su admisión al programa se materializa dependiendo de la intención del aspirante en cursar la Maestría en el periodo en que se dará su apertura, por ello, para la cohorte 2021-1 el número de admitidos correspondió al 50% de los estudiantes inscritos acumulados. La tasa de deserción en el periodo de análisis, corresponde a 4,3% en promedio de las dos cohortes activas.

Tabla 9 Indicadores de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Año | Periodo | Inscritos | Admitidos | Matriculados en 1er. nivel | Matriculados Totales | Graduados en el semestre | Tasa de Deserción (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 2 | 23 | 23 | 23 | 23 | | |
| 2018 | 1 | 1 | | | 23 | | 8,7 |
| | 2 | 7 | | | 21 | | 0 |
| 2019 | 1 | 8 | | | 21 | | 0 |
| | 2 | 7 | | | 21 | 4 | 0 |
| 2020 | 1 | 5 | | | | | 0 |
| | 2 | | | | | | 0 |
| 2021 | 1 | 8 | 17 | 9 | 9 | 2 | 0 |

Las tasas de deserción de los demás programas de maestría, considerados como similares a la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, no se muestran en los sistemas de información públicos del país, por lo que no se puede inferir un comportamiento a nivel nacional.

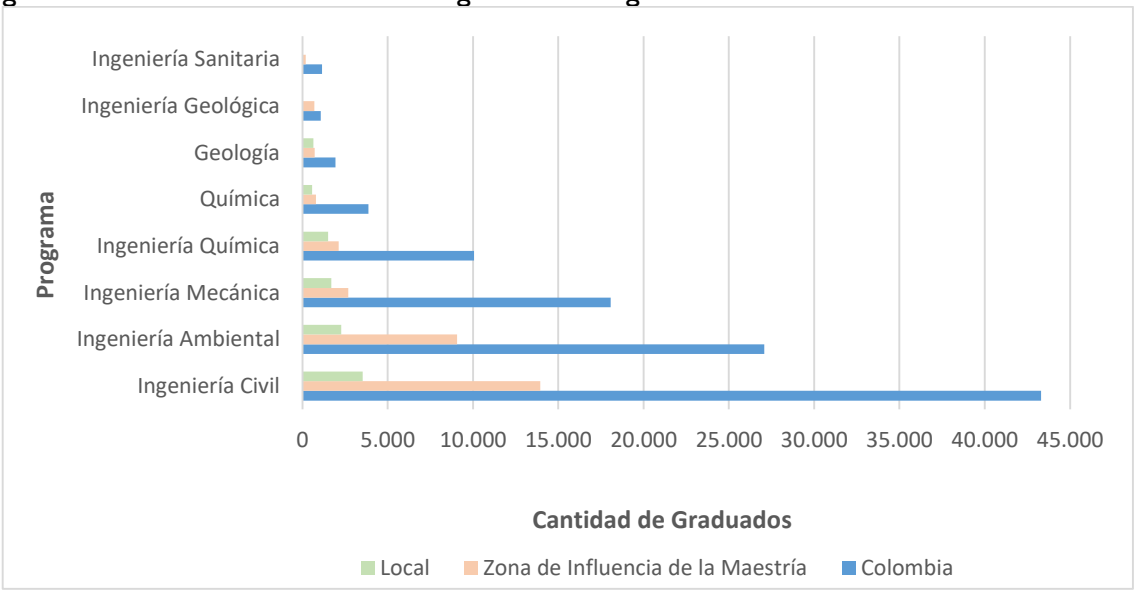
*c. Empleabilidad de los egresados*

El programa cuenta con 6 graduados a 2021-1, quienes se desempeñan en el campo de acción de la Maestría, laborando el 100% en empresas públicas y privadas como: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P., Universidad Industrial de Santander, Alcaldía de Bucaramanga, CONSTRUINGENIERÍA DE COLOMBIA SAS, SCALA INGENIEROS S.A, desempeñando cargos de jefe de área, docente, gerente, entre otros. Esta empleabilidad evidencia el cumplimiento del perfil de egreso, y el propósito de formación del Programa en cuanto a la formación de profesionales que contribuyan con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental a la prevención, reducción y control de los efectos antrópicos y naturales sobre la calidad de vida de las personas y preservación del ambiente.

Por otra parte, según el informe de Fuerza laboral y educación del año 2018 del DANE[14], la tasa de desempleo para personas con posgrado fue del 9,5% en comparación con el 20,2% para los graduados de educación universitaria. En este sentido, cabe mencionar que, la Maestría admite profesionales en las áreas de ingenierías civil, ambiental, sanitaria, química, geológica, y afines, geología y química, de tal forma que la población potencial del programa la conforman los egresados de dichos programas universitarios de pregrado. La Figura 1 se presentan el número de graduados de programas afines a la Maestría de los últimos ocho años a nivel nacional, en la zona de influencia, y local respectivamente.

[14] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). Boletín Técnico, Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), Fuerza laboral y educación año 2018. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/especiales/educacion/Bol_edu_2018.pdf.

Figura 1. Cantidad de Graduados en Programas de Pregrado en áreas afines a Maestría 2013-2020[15]




Nota: La zona de influencia corresponde a los departamentos de Cesar, Magdalena, Sucre, Boyacá, Cundinamarca, Santander, Norte de Santander, Meta, Arauca, Casanare. A nivel local corresponde a Bucaramanga, Girón, Piedecuesta y Floridablanca.

Las cifras anteriores muestran una población amplia de profesionales, quienes en algún momento de su carrera laboral podrán interesarse en cursar la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la Universidad Industrial de Santander, para mejorar su condición profesional, de empleabilidad y por ende de vida, tal como se presenta en el análisis de la Potencial actividad profesional de los egresados (cf. numeral 5.1.4). Por lo tanto, se valida la pertinencia del programa, desde el punto de vista de la oferta y demanda de formación en el área del programa.

### 5.1.1.3 ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE DESARROLLO QUE SE MATERIALIZARÁN CON EL PROGRAMA

La Ingeniería juega un rol importante en el desarrollo sostenible de los países, y en el logro de la salud, la seguridad y el bienestar; así mismo, es evidente la importancia de la relación *"educación-ingeniería-desarrollo"*, siendo la educación uno de los ejes fundamentales para el desarrollo de la sociedad. Con la continuidad de la oferta de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se contribuye al incremento y el fortalecimiento de capital humano calificado necesario para resolver problemas asociados al recurso hídrico y el saneamiento mediante soluciones que contribuyan a la sostenibilidad mundial; adicionalmente, se incentiva la transferencia del conocimiento porque los egresados aplicarán el conocimiento recibido en las instituciones y/o empresas en las que laboren. Asimismo, la Escuela de Ingeniería Civil de la UIS identifica la necesidad de continuar con la oferta de la Maestría en esta área de conocimiento para contribuir a la solución de problemas reales de la región, el país y el mundo, mediante los trabajos de grado de los estudiantes, así como con los convenios de investigación y extensión que realicen los profesores del programa.

Es de resaltar, que la oferta colombiana de programas de maestría ha aumentado, dando la oportunidad a profesionales de continuar con su formación académica, sin embargo, se evidencia que en el departamento de Santander no existe un programa de maestría de profundización con enfoque Ingenieril en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, por lo tanto, se brindaría una opción de desarrollo

[15] Ministerio de Educación Nacional (MEN), Observatorio Laboral para la Educación (OLE). Disponible en: http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/consultas-avanzadas.

profesional y socioeconómico para los ingenieros de la región especialmente. Este aspecto es soportado por el análisis del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en el que señala que mayores niveles de educación se relacionan con mayores tasas de vinculación al mercado formal de la economía. Para el año de seguimiento 2019, los graduados de formación Técnica Profesional presentaron una tasa de cotización del 58,9%, mientras que los del nivel universitario alcanzaron una tasa de 75,8%. Esta tasa es más alta para los graduados de programas de posgrado, siendo mayor la del nivel de maestría y especialización médico-quirúrgica que para la misma vigencia se ubicaron en 94,9%[16].

#### 5.1.1.4 DESAFÍOS ACADÉMICOS, FORMATIVOS, DE EXTENSIÓN, Y CIENTÍFICOS QUE ATIENDE EL PROGRAMA

Los datos presentados en el informe del Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe indican que el avance en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a 2019 no eran alentadores, y de seguir con la misma tendencia, no se podrán alcanzar en los próximos 50 años. Adicionalmente, los impactos sociales y económicos derivados de la pandemia por Covid-19 serán devastadores, con retroceso en el logro de varios ODS, tales como el ODS 1 fin de la pobreza, el ODS 3 salud y bienestar, el ODS 4 educación de calidad, el ODS 8 trabajo decente y crecimiento económico, y el ODS 10 reducción de las desigualdades[17], en este sentido se plantea que actualmente el desafío de la humanidad es consolidar el crecimiento económico, disminuir las desigualdades y atender la crisis ambiental global[18].

Lo anterior, en línea con lo expuesto en los numerales 5.1.1 y 5.1.3, indica que es necesario contar con programas de formación de calidad para dotar al país del recurso humano calificado para llevar a cabo los planes y proyectos encausados al cumplimiento de los ODS, y los proyectos particulares del sector empresarial bajo la lógica del cuidado ambiental que requiere el mundo a corto y mediano plazo. En consecuencia, la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS tiene el desafío de mantener un plan de estudios acorde con las necesidades formativas que plantean estos retos, y producir la inmersión de los estudiantes en el contexto de la realidad colombiana asociada al sector de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental para dar soluciones apropiadas a los problemas de dicho sector. Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería Civil a través de los profesores y grupos de investigación del programa, puede participar como asesor de las entidades gubernamentales encargadas de materializar estas iniciativas mediante proyectos de extensión para solucionar problemas del área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

### 5.1.2 MODALIDAD Y LUGAR DE DESARROLLO DEL PROGRAMA

Modalidad: Presencial.

Lugar de oferta: Bucaramanga.

[16] Ministerio de Educación Nacional, Observatorio Laboral para la Educación (2020). Seguimiento a la inserción laboral de los graduados de la educación superior. Disponible en: https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-404798_recurso_1.pdf.
[17] Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe (2020). Índice ODS 2019 para América Latina y el Caribe.
[18] Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe (2020). Índice ODS 2019 para América Latina y el Caribe.

Para la modalidad presencial, el ambiente académico se constituye en un espacio único para construcción del conocimiento, consolidación de competencias de interacción tales como el trabajo en equipo, el liderazgo, la comunicación, y por supuesto para llevar a cabo un proceso formativo con acompañamiento permanente, en el que se favorece la pronta retroalimentación. El programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS, reconociendo las necesidades que este nivel de formación requiere adopta la presencialidad como modalidad de formación. Es de aclarar que esta modalidad, ajustada a la nueva realidad derivada del uso de TIC durante el periodo de pandemia por Covid-19, no se subscribe solamente a los espacios físicos, sino que permite la interacción en línea entre estudiantes y profesores, de tal forma que las mediaciones en las horas de interacción con el profesor en todas las actividades académicas se desarrollará en forma presencial, una semana se tendrá la mediación de manera física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

Para dar cumplimiento a cabalidad con la ingente tarea académica, científica, y cultural que se realiza en la UIS, se cuenta con varias sedes a nivel regional; no obstante, la sede central en Bucaramanga congrega a la mayoría de docentes, investigadores, y grupos de investigación, así como la infraestructura física y medios educativos necesarios para llevar a cabo un adecuado proceso de formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, de tal forma, que se facilite a los estudiantes su acceso a dicho capital humano y recursos físicos. Por otra parte, la conectividad de Bucaramanga como capital del Departamento, facilita el desplazamiento y la estadía de estudiantes procedentes de las regiones circundantes, generando una opción de estudios en esta área de formación en el nororiente colombiano.

### 5.1.3 NECESIDADES DEL ENTORNO Y ARTICULACIÓN CON LA PROPUESTA CURRICULAR

#### 5.1.3.1 ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ENTORNO INTERNACIONAL

En el entorno internacional, el análisis de las dinámicas y necesidades de la sociedad en el ámbito de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, permiten identificar que los factores que crean presión incluyen:

- Crecimiento poblacional y urbanización: Se prevé que la población mundial crezca de 7,7 billones en 2017 a casi 10 billones para 2050. Esto conducirá a un aumento en la demanda de agua en sectores como consumo humano, agricultura, energía e industria, incrementando la competencia entre usos y usuarios del recurso[19]. La población estará asentada principalmente en las ciudades, que se espera para 2050 alberguen alrededor del 70% de la población y contribuyan con el 85% de la producción económica mundial. Esta tendencia implica desafíos abrumadores, entre ellos el abastecimiento de agua, el saneamiento y la gestión del recurso hídrico[20].

- Acceso a agua, saneamiento e higiene: Según las estadísticas de las Naciones Unidas de 2017 y, a pesar de los avances logrados, se estima que 2200 millones de personas todavía carecen de agua potable gestionada de forma segura y 4200 millones de personas todavía carecen de saneamiento decente. El enfoque conocido por las siglas WASH (agua, saneamiento e higiene), que incluye el lavado de manos, es considerado un elemento principal de las buenas prácticas de higiene, que ha demostrado ser un método eficaz para prevenir la propagación del COVID-19. Sin embargo, se estima que 3000 millones

[19] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[20] Ibíd.

de personas aún carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos en el hogar, lo que puede tener consecuencias negativas para la prevención del COVID-19 y otras enfermedades. Este panorama es más complejo teniendo en cuenta la rápida, y generalmente no planificada urbanización que experimentan algunos países, lo que ejerce presión sobre los servicios de saneamiento y suministro de agua potable.

- Contaminación: Actividades como la minería, uso de fertilizantes y pesticidas en las prácticas agrícolas, tráfico urbano y vertimiento de desechos y efluentes de aguas residuales sin tratar son importantes fuentes de contaminación de los recursos hídricos. A esta contaminación de origen físico, químico y biológico, se agregan contaminantes químicos nuevos y emergentes que incluyen: i) desechos farmacéuticos; ii) compuestos disruptores endocrinos; iii) nitrosaminas; iv) plaguicidas; v) biocidas; vi) toxinas de algas / cianobacterias; vii) productos de higiene personal; viii) fragancias, etc. Para la mayoría de estos contaminantes no hay información sobre sus efectos en la salud humana, y su ecotoxicología no está incluida en las listas oficiales de parámetros para el monitoreo regular de la calidad del agua. Es más, no existe evidencia sobre el comportamiento de estas sustancias prioritarias durante los procesos de tratamiento de agua y aguas residuales[21].

- Cambio climático y riesgos: El mundo está experimentando el cambio climático. En algunos países, los efectos se sentirán mayormente en las costas y asentamientos urbanos. En las zonas costeras, las temperaturas oceánicas más altas afectan en gran medida a los países en forma de huracanes, rápido crecimiento de algas y muerte de corales. Los efectos tierra adentro de estas temperaturas más altas están relacionados con episodios de inundaciones extremas y sequías, que se alternan por región o incluso dentro de la misma región. Las temperaturas más altas provocan incendios forestales, más frecuentes y más grandes, que impactan severamente las comunidades afectadas[22]. De 2005 a 2015, los desastres naturales causaron US $ 1,4 billones en daños, se cobraron 700000 vidas y afectaron a 1700 millones de personas en todo el mundo. Con el aumento de la frecuencia y la magnitud de la ocurrencia de estos eventos, debido al cambio climático, las pérdidas asociadas con los desastres naturales van en aumento[23]. El cambio climático amenaza la infraestructura existente de agua, transporte, energía, y comunicaciones; una falla en una infraestructura puede afectar gravemente la economía, seguridad y formas de vida, pues esta infraestructura es el pilar del mundo desarrollado, que proporciona a las poblaciones los medios necesarios para una vida segura y saludable.

- Deterioro de ecosistemas relacionados con la provisión de agua: La naturaleza proporciona oxígeno, regula el clima, poliniza cultivos, suministra alimentos, piensos y fibra. No obstante, la actividad humana ha alterado casi el 75 % de la superficie de la tierra, comprometiendo la salud de los ecosistemas, afectando los cimientos de la economía, medios de vida, seguridad alimentaria, salud y bienestar en todo el mundo. Entre 2010 y 2015, el mundo perdió 3,3 millones de hectáreas de áreas forestales; el 52% de la tierra utilizada para la agricultura ha sido moderada o severamente afectada por la degradación del suelo; la pérdida de tierras cultivables se estima en 30 a 35 veces la tasa histórica; y debido a la sequía y la desertificación, se pierden 12 millones de hectáreas cada año. Todo esto afecta la provisión de bienes y servicios ambientales, entre ellos los hidrológicos, que dependen de ecosistemas estratégicos como páramos, bosques y humedales[24].

[21] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[22] Ibíd.
[23] Ibíd.
[24] UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

En este contexto, la falta de cobertura universal de agua, saneamiento e higiene; la presión sobre la disponibilidad de agua debida a la creciente demanda de diferentes sectores, la contaminación ocasionada por efluentes domésticos e industriales no tratados; los desastres asociados a sequías e inundaciones, todo esto exacerbado por los cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático, son desafíos clave a nivel mundial que requieren una gestión del agua adecuada y eficiente[25].

En este sentido, las democracias del mundo se han planteado desde el 2015, trabajar alrededor de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos han sido concebidos para dar a conocer los diferentes aspectos de la sostenibilidad, destacando metas específicas que comprenden un plan de acción a través de una amplia una variedad de aspectos sociales, ambientales y tecnológicos, desde la reducción de la pobreza, la salud para todos, el desarrollo de infraestructura, educación, igualdad de género, energía y agua y saneamiento, al tiempo que buscan combatir el cambio climático y promover la protección ambiental[26].

En particular, el ODS 6 sobre agua potable y saneamiento, llamado "objetivo del agua", incluye seis metas que abarcan varios de los desafíos anteriormente nombrados: i) lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos; ii) lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad; iii) mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial; iv) aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua; v) implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles; y vi) proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

Más allá del ODS 6, varios otros objetivos están estrechamente relacionados con el agua: Poner fin a la pobreza en todas sus formas (ODS1); Poner fin al hambre y lograr la seguridad alimentaria (ODS2); Garantizar una vida sana y bienestar para todos (ODS3); Garantizar una energía asequible, confiable, sostenible y moderna (ODS7); Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación (ODS 9); Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (ODS11); Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (ODS12); Combatir el cambio climático (ODS13); y Proteger y restaurar la biodiversidad, los bosques y detener la deforestación (ODS15)[27].

El imperativo de avanzar en la consecución de los ODS implica fortalecer la formación de profesionales, con conocimientos, habilidades y destrezas para[28]:

- Desarrollar infraestructura y tecnologías que mejoren el acceso a servicios básicos de abastecimiento de agua y saneamiento; no solo implementando sistemas convencionales, sino

[25] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[26] UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[27] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[28] Ibíd.

también aplicando enfoques innovadores y nuevas tecnologías, que involucren consideraciones de uso eficiente de los recursos, reutilización, reciclaje, uso eficiente de agua y energía, infraestructura verde, incluyendo consideraciones de energías limpias. Además del diseño de infraestructuras hídricas (presas y embalses, canales, oleoductos, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento de agua), la ingeniería puede ayudar a explorar soluciones innovadoras combinando enfoques tradicionales de grandes sistemas centralizados con soluciones descentralizadas.

- Mejorar la gestión del agua en aspectos como: incrementar la eficiencia del uso del agua y reducir las pérdidas en las redes de distribución municipales; implementar soluciones basadas en la naturaleza en ríos, acuíferos y drenaje urbano sostenible; proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua; introducir fuentes de agua alternativas, como aguas residuales seguras, reutilización, aguas lluvias y desalinización; evaluar y gestionar los riesgos de eventos extremos (inundaciones y sequías).

- Muchas poblaciones en desventaja de países en desarrollo requieren lograr acceso a infraestructura hídrica por primera vez, mientras para otros, se necesita actualizar la infraestructura incorporando las últimas tecnologías, proporcionándoles "inteligencia" que permite una mejor operación y gestión. Las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), dispositivos de Internet de las cosas (IoT), video y otros sensores para la infraestructura inteligente tienen aplicaciones en áreas como: i) instalación de sensores y herramientas analíticas dentro de la red de agua para monitorear en tiempo real y apoyar la toma de decisiones para prestadores de servicios públicos; lecturas automatizadas de medidores de agua y transmisión de datos de consumo a proveedores; seguimiento a la calidad del agua; detección de fugas; y riego inteligente, entre otros.

- Usar herramientas de observación de la Tierra (EO) para ayudar a identificar tendencias en precipitación, evapotranspiración, capa de hielo, escorrentía, almacenamiento, niveles de agua subterránea; también para monitoreo de la calidad del agua en cuencas a diferentes escalas, así como las extracciones de agua en áreas sin infraestructura o inaccesibilidad, especialmente en los países en desarrollo, y en general para mejorar la comprensión y conocimiento de los impactos del cambio climático y las actividades humanas en los recursos hídricos.

- Aplicar modelos para la gestión de sistemas integrados de recursos hídricos, inundaciones y sequías, precipitación-escorrentía y recarga de acuíferos, previsiones de daños, resiliencia de la infraestructura y optimizaciones energéticas y económicas.

- Identificar, comprender, evaluar, pronosticar y gestionar los riesgos de desastres asociados al cambio climático, priorizando la planificación y las acciones de adaptación, tales como: sistemas de alerta temprana, infraestructuras seguras, herramientas de inteligencia artificial y big-data, soluciones basadas en la naturaleza y respuesta luego de los desastres.

- Preservar hábitats para mitigar los impactos de las actividades antrópicas que los amenazan, haciendo uso de tecnologías innovadoras que emplean datos geoespaciales, que pueden utilizar en la planificación del territorio, el diseño de infraestructura y la predicción de desastres naturales.

- Usar tecnologías avanzadas como el modelado de información de construcción (BIM) y modelado geoespacial integrado para la planificación urbana, el monitoreo de los impactos del cambio climático y la mitigación de los impactos de los desastres naturales.

- Implementar enfoques de ingeniería para la gestión integrada del recurso hídrico, el desarrollo y adaptación de infraestructura sostenible, la modelación hidrológica para propósitos de planeación y adaptación a los impactos del cambio climático.

- Liderar la gobernanza y la gestión eficientes del agua implementando los enfoques, principios y herramientas de la gestión integrada del recurso hídrico.

- Trabajar en equipos multidisciplinarios para beneficiarse de los avances en innovación tecnológica en áreas como microelectrónica, nanotecnología, química, biotecnología, adquisición de datos, observación de la tierra por satélite, modelización hidroambiental y teledetección.

- Cooperar con múltiples partes interesadas de otras disciplinas, formuladores de políticas, sociedad civil y sector privado para reforzar la gobernanza y mejorar la gestión del recurso hídrico.

- Incorporar avances en ingeniería química y análisis ambiental, como sistemas de amplio espectro y herramientas analíticas de alta precisión para detectar la presencia de cada vez más contaminantes en los recursos hídricos, detectar y evaluar cuantitativamente su presencia en el medio ambiente.

- Implementar nuevas tecnologías como soluciones para el tratamiento de contaminantes.

#### 5.1.3.2 ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ENTORNO NACIONAL

En el análisis de las dinámicas y necesidades a nivel nacional, se han identificado varios desafíos alrededor del recurso hídrico y el saneamiento ambiental, estos desafíos incluyen:

- Crecimiento poblacional y urbanización: En los últimos 35 años la población de Colombia ha aumentado en un 65%, y se proyecta que a futuro ese crecimiento va a estar acompañado de un proceso acelerado de urbanización[29]. En 2016 se estimaba que el 78,4% de la población del país vivía en centros urbanos, en los cuales se generó cerca del 76% del PIB total y se espera que este porcentaje ascienda a 86% en 2050[30]. Esta situación generará grandes retos para manejar los aumentos en la demanda de agua para consumo humano, agricultura y energía e implicará una mayor demanda de servicios ecosistémicos que dependen del agua[31].

- Abastecimiento de agua: El sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia demanda cerca de 2,7 mil millones de metros cúbicos (año base 2016). Esta demanda está concentrada en 64 ciudades con sus áreas metropolitanas, que albergan la mayoría de la población del país, y son abastecidos por 25 prestadores del servicio de acueducto, captando más del 80% de toda la cantidad agua estimada captada por las cabeceras municipales del país (1103 municipios)[32]. Aunque Colombia sea un país que de manera agregada no evidencie problemas de oferta hídrica, la presión generada por las grandes aglomeraciones y su localización puede cambiar dicha tendencia. Actualmente, el 68% de la población total de las

[29] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[30] Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá, DC.: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios).
[31] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[32] Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá, DC.: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios).

ciudades se ubica en zonas con alto índice de escasez hídrica. Las proyecciones indican que a 2030, el 27% de la población urbana estaría en riesgo alto de desabastecimiento total[33]. En la actualidad, algunos municipios de departamentos como La Guajira, Cesar, Norte de Santander, Santander, Huila y Boyacá presentan restricciones en el abastecimiento por baja cantidad o situaciones e infraestructura sensible a las sequías o variaciones de la oferta del recurso hídrico, generadas por condiciones climáticas[34]. En la zona rural, aunque es más difícil cuantificar los volúmenes de captación, estimaciones indican que puede estar en más de 800 millones de metros cúbicos, aunque debe tenerse en cuenta que en estas zonas, además de los usos domésticos, el agua de los acueductos también se emplea para usos agrícolas y pecuarios de pequeña escala[35].

En cuanto a cobertura del servicio público domiciliario de acueducto, Colombia reportaba para 2017 97,4% en zona urbana, y 73,2% en zona rural[36]. El 20% de municipios tenía una cobertura superior al 90% y el 6% de los municipios tenían coberturas inferiores al 15%. El resto de los municipios mostraban coberturas dispersas entre 16% y 89%. Las zonas de bajas coberturas se encontraban especialmente en departamentos como Bolívar, Magdalena, Chocó, Norte de Santander, Tolima, Cauca y Putumayo. Adicionalmente, muchos sistemas de abastecimiento presentaban capacidades de operación superiores al caudal o capacidad de diseño, lo que implica mayores recursos de operación y fatiga sobre la infraestructura de potabilización, afectar la calidad del agua potable procesada y la continuidad del servicio a los usuarios[37].

Respecto a la continuidad del servicio, para 2017, solo 6 departamentos (Antioquia, Arauca, Amazonas, Caldas, Quindío) y el distrito capital de Bogotá, distribuían agua en sus sistemas de manera continua, es decir, disponible 24 horas al día todos los días del año, exceptuando aquellas suspensiones asociadas a reparaciones técnicas o por eventos de fuerza mayor o caso fortuito. En contraste, 13 departamentos presentaban continuidad insuficiente o no satisfactoria. La continuidad promedio del servicio público de acueducto en la zona urbana del país era de 18 horas/día, con ciudades capitales de departamentos como Riohacha, Santa Marta, Buenaventura, Quibdó, Mocoa, San Andrés y Leticia que no suministraban agua con continuidad satisfactoria[38]. Así mismo, 38% de los prestadores de acueducto no ofrecían el servicio con continuidad óptima. En el país, la continuidad se ve afectada principalmente por la baja capacidad institucional, la falta de infraestructura o la baja disponibilidad del recurso hídrico asociada a la variabilidad climática. Esta deficiencia genera riesgos relacionados con filtración de aguas freáticas al interior de los ductos, mayor fatiga en los materiales de las tuberías, mayor estrés sobre la infraestructura y consecuentemente incremento de roturas y reparaciones[39].

En relación con calidad del agua, en 2017, 28 millones de personas, en la zona urbana contaban con agua potable (86,1% de la población total con servicio). Sin embargo, alrededor de 3,8 millones de personas recibieron agua con algún nivel de riesgo, es decir, no apta para el consumo, lo cual representa el 11,6%

[33] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[34] Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá, DC.: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios).
[35] Ibíd.
[36] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[37] Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá, DC.: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios).
[38] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[39] Ibíd.

de la población total con servicio en el país. En la zona rural la situación era más crítica, pues el 58% de la población tenía acceso a agua considerada no apta para consumo humano[40]. Así mismo, se presentó un bajo nivel de reporte de muestras de control para la calidad de agua por parte de los prestadores del servicio de acueducto (6,3%) y una cobertura de información municipal de 29%, evidenciando recurrencia en la falta ya sea de toma y análisis de muestras o una falta de reporte de información[41].

Para 2019, se estimó un consumo promedio de agua de 13,5 $m^3$/suscriptor-mes, para usuarios residenciales. Sin embargo, en cada sistema los propios patrones de consumo, influenciados por características como altitud, clima, micromedición, continuidad en el abastecimiento o condiciones socioeconómicas, implican una amplia variabilidad en este indicador. Por ejemplo, para grandes ciudades, estos estimativos variaban desde 8.8 $m^3$/suscriptor-mes hasta 15,2 $m^3$/suscriptor-mes. La reglamentación vigente plantea la necesidad de reducir estos niveles, instando a las empresas prestadoras a ejecutar un "Plan de Reducción de Pérdidas", para acercarse gradualmente a 6 $m^3$/suscriptor[42].

Finalmente, el monitoreo y registro de datos e información correspondiente al servicio de suministro de agua en Colombia, presenta una gran asimetría en la captura, procesamiento y reporte de datos. Para el caso de grandes prestadores concentrados en las grandes ciudades, el monitoreo de parámetros operativos de la infraestructura de abastecimiento se adelanta mediante sistemas digitales en plataformas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) o SIG (Sistemas de información Geográfica), en tiempo real. Por otra parte, las empresas de medianos y pequeños municipios llevan sus registros mediante bitácoras en papel, diligenciadas por los operadores de las plantas y no se incorporan a sistemas o plataformas digitales. En muchos acueductos pequeños o rurales el registro de datos es inexistente[43].

- Recolección de aguas residuales: En Colombia la cobertura del servicio y cantidad de usuarios de alcantarillado es menor en comparación con los usuarios del servicio de acueducto. Muchos municipios del país o asentamientos no formales carecen de infraestructura, o conexión a la red de alcantarillado, vertiendo sus aguas residuales directamente a fuentes hídricas, suelos o soluciones alternas de disposición como letrinas o pozos sépticos[44]. Para el 2017, la cobertura en la zona urbana se estimaba en 92,4% y de 70,1% en suelo rural. En general, en el país existe un rezago del servicio de alcantarillado y acceso a saneamiento básico adecuados, con impacto no solo sobre las condiciones de vida de los usuarios, sino sobre la contaminación de suelos y cuerpos hídricos superficiales y subterráneos. Los departamentos con menor indicador de coberturas de alcantarillado son Sucre, Bolívar, Magdalena, Chocó, Santander, Boyacá, Cauca, Meta y Vichada[45].

- Tratamiento de aguas residuales: En Colombia se presenta contaminación generada por vertimientos, con deficiente tratamiento o sin él; también por vertimientos de las actividades productivas, en muchos

[40] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[41] Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá, DC.: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios).
[42] Ibíd.
[43] Ibíd.
[44] Ibíd.
[45] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).

casos, concentrada a lo largo de corredores industriales[46]. Para 2019, Colombia trataba el 48,6% del total de aguas vertidas por los sistemas de alcantarillado a cuerpos o cuencas hídricas[47].

- Oferta hídrica: Colombia es uno de los países con mayor riqueza hídrica en el mundo, estimaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) indican una oferta de 57000 $m^3$/persona/año, que se reduce a 34000 $m^3$/persona/año cuando se introducen consideraciones de calidad y llega a 26700 $m^3$/persona/año en condiciones de año seco. Cabe resaltar que los referidos son valores promedio, y la oferta es heterogénea, concentrándose en lugares con baja densidad poblacional, mientras regiones altamente pobladas como la zona Andina, cuentan con tan solo el 15% de la oferta hídrica total. Esta oferta se ve amenazada por procesos de degradación de las cuencas y disminución de la regulación hidrológica que hacen más prolongados los periodos de estiaje y mayores las crecientes, así como por la proliferación de ejecución de proyectos de infraestructura y de desarrollo económico (mineros, petroleros, agrícolas,) en zonas estratégicas para la conservación del recurso hídrico y la protección de cuencas[48].

- Demanda: En Colombia, la demanda de agua se distribuye principalmente en los sectores: agrícola (54%), doméstico (29%), industrial (13%), pecuario (3%), y servicios (1%). La demanda está concentrada en los grandes centros urbanos y de desarrollo industrial, donde típicamente la oferta hídrica es menos favorable, generando presiones sobre el recurso y problemas de disponibilidad, en especial, durante periodos con condiciones climáticas extremas, como las épocas secas y aquéllas con presencia del fenómeno cálido del Pacífico (El Niño). Así mismo, existe un gran número de usuarios sin derecho formal de acceso (concesión por parte de la autoridad ambiental), lo que dificulta la administración del recurso debido al desconocimiento de los volúmenes de agua captados, el uso dado al recurso y las cargas contaminantes vertidas resultantes[49].

- Cambio climático y riesgos: Las emisiones de Gases Efecto Invernadero totales de Colombia tuvieron una tendencia creciente, con una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) del 0,7% y un crecimiento total de emisiones del 15% entre los años 1990 a 2010. En 2012, Colombia emitió un total neto de 185640 Gg de $CO_2$ equivalente (sin tener en cuenta las absorciones de los bosques naturales), donde los aportes principales se distribuyeron en los sectores: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) (46%), Energía (42%), Residuos (7%), Procesos industriales y uso de productos (5%). Las emisiones de Colombia representan el 0,4% de las emisiones globales. No obstante, es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, lo que ha generado efectos negativos sobre la oferta del recurso hídrico en el país, especialmente se presentan con mayor frecuencia inundaciones o sequías que disminuyen la oferta del recurso hídrico. Adicionalmente, más del 80% de las cabeceras municipales se abastece de fuentes pequeñas (arroyos, quebradas, riachuelos) con bajas condiciones de regulación y alta vulnerabilidad[50].

---

[46] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

[47] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).

[48] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

[49] Ibíd.

[50] IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCILLERÍA. (2017). Tercera Comunicación Nacional De Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Cancillería de la República de Colombia.

- Gestión del recurso hídrico: En Colombia, el conocimiento y la información sobre el recurso hídrico es aún limitada para apoyar la toma de decisiones y la planificación; existe poco conocimiento acerca de los servicios ambientales relacionados con el agua que prestan los ecosistemas y el mismo recurso hídrico. El aspecto más crítico lo constituye el nivel de conocimiento sobre el potencial hidrogeológico del país. Aunque se ha avanzado en la formulación de planes para el manejo de cuencas hidrográficas, el nivel de implementación es insuficiente. Así mismo, aunque han sido reglamentados varios instrumentos económicos para apoyar la administración del recurso (tasas por uso de agua y tasas retributivas), su puesta en marcha requiere mejoras; no se cuenta con información suficiente de los usuarios del recurso hídrico superficial y subterráneo; se presenta desperdicio e ineficiencia en los sistemas de suministro de agua para actividades productivas, especialmente las de tipo agrícola; persisten brechas en la información y conocimiento para el manejo y reglamentación de las aguas subterráneas; hay deficiente control y seguimiento sobre los usuarios de hecho del recurso hídrico, así como falencias en el control sobre la planificación y desarrollo de actividades productivas que usan intensivamente el recurso hídrico[51].

Para enfrentar los retos relacionados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental en Colombia, la formación de los profesionales debería fortalecer conocimientos, habilidades y destrezas en las siguientes áreas:

Abastecimiento de agua

- El crecimiento y urbanización de la población Colombiana hace necesario realizar esfuerzos para encontrar una manera de proporcionar de manera sostenible agua a toda la población y a todos los usos[52]. Es necesario dirigir esfuerzos, recursos y acciones para mejorar el acceso al abastecimiento de agua potable, que permitan cerrar brechas. En el CONPES 3918 de 2018 se establecieron las metas y estrategias para el cumplimiento de la Agenda 2030 y sus ODS en Colombia y se desarrolló una hoja de ruta para cada una de las metas establecidas, incluyendo indicadores, entidades responsables y los recursos requeridos para llevarlas a buen término. En relación con agua potable se estableció como meta a 2030 lograr el acceso universal (100%) a agua potable, tanto en la zona urbana como en la zona rural[53].

- Para la zona rural, donde se deben hacer los mayores esfuerzos en materia de abastecimiento de agua, se requiere la implementación de soluciones tecnológicas apropiadas, vinculando la participación de otros sectores como agricultura y desarrollo rural, salud y protección social, inclusión social, así como de las comunidades. Así mismo, se debe considerar el suministro de agua para usos múltiples, es decir, consumo humano y producción agrícola familiar. En los lugares donde no sea posible el suministro con sistemas colectivos, pueden implementarse soluciones individuales, que garanticen calidad y cantidad para usos múltiples, sin poner en riesgo la salud de la población beneficiada[54].

- Se requiere dirigir mayores recursos y acciones para mejorar la continuidad en la prestación del servicio de acueducto por parte de los prestadores y estrategias operativas que incrementen la disponibilidad del servicio a los usuarios.

[51] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
[52] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[53] Ibíd.
[54] Ibíd.

- Son necesarios esfuerzos y estrategias coordinadas entre entidades sectoriales e intersectoriales para disminuir los niveles de pérdidas de agua en los sistemas de acueducto del país, haciendo uso de estrategias como: i) implementación de Planes de Reducción de Pérdidas, con base en metodologías de Balance Hídrico, con el fin de incrementar el conocimiento de las pérdidas que se presentan en sus sistemas y priorizar las inversiones asociadas a la reducción de las mismas; ii) universalizar la micromedición, tanto en zonas urbanas como en zonas rurales, para que los usuarios regulen sus consumos y se evite el uso irracional del agua, incorporando procesos de innovación para la implementación de tecnologías como la medición inteligente o medición remota; iii) aumentar la eficiencia y efectividad de la macromedición en sistemas de abastecimiento; iv) mejorar la capacidad de operación y mantenimiento de las empresas de agua, así como la capacidad de los operadores e ingenieros para operar los sistemas; v) priorizar medidas para reducir los patrones de consumo y demanda de agua de los usuarios del servicio de acueducto, incluyendo estrategias como el uso de aparatos hidrosanitarios eficientes y la captación de agua lluvias, entre otros.

Saneamiento

- Es necesario dirigir mayores esfuerzos, recursos e inversiones hacia el servicio de alcantarillado, de tal manera que al igual que se plantea cerrar las brechas entre lo urbano y lo rural, también se cierren la brecha entre las coberturas de alcantarillado respecto a las de acueducto, considerando el saneamiento básico como elemento indispensable para mejorar la calidad de vida de las personas[55]. En el CONPES 3918 de 2018, en relación con saneamiento básico, se estableció como meta al 2030 lograr acceso a servicios de saneamiento adecuados para el 92,6% de la población[56].

- La meta a 2030 en materia de tratamiento de aguas residuales, establecida en el CONPES 3918 de 2018 es lograr cobertura de 68,6% para las aguas residuales urbanas y 92% para el tratamiento de aguas residuales industriales[57]. Para este desafío es importante considerar tendencias en la gestión de aguas residuales, orientadas a la reutilización del agua y la recuperación de recursos. Así mismo, la consideración de las restricciones de países en desarrollo como Colombia, donde debe privilegiarse la implementación de tecnologías que, garantizando niveles de tratamiento adecuados, tengan bajos requerimientos de energía, costos de inversión, operación y mantenimiento. Esto es aún más importante, en las zonas rurales, para asegurar la sostenibilidad de los sistemas[58].

- Combatir las principales causas y fuentes de contaminación del recurso hídrico mediante acciones preventivas y correctivas, priorizando acciones sobre los diferentes tipos de contaminación, a través de: reducción de aportes de contaminación puntual y difusa en cuerpos de agua, implementando acciones de reducción en la fuente, producción limpia y tratamiento de aguas residuales; y eliminar la disposición de los residuos sólidos a los cuerpos de agua[59].

Fortalecimiento institucional y gobernanza

[55] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[56] Ibíd.
[57] Ibíd.
[58] Ibíd.
[59] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

- Debe fomentarse la planeación del nivel local, que establezca acciones de corto, mediano y largo plazo para garantizar el acceso de la población urbana y rural a agua potable y saneamiento básico. Estos instrumentos se deben articular con los de ordenamiento territorial y del recurso hídrico, entre otros[60].

- En el marco de la Política de los Planes Departamentales de Agua, es necesario mejorar la capacidad en las regiones para adelantar procesos de diagnóstico que permitan identificar necesidades de infraestructura, ambientales, sociales y de aseguramiento de la prestación de los servicios públicos; planeación, estructuración y evaluación de proyectos, articulación intersectorial, mecanismos de financiación e implementación de asistencia técnica y otros mecanismos de apoyo a organizaciones comunitarias[61].

- Lograr una gestión eficiente en los sistemas de agua y saneamiento requiere fortalecer las capacidades personales e institucionales que permitan incorporar una visión y gestión integral, involucrando factores ambientales, culturales, de equidad, eficiencia económica. Este fortalecimiento debe extenderse a profesionales de diversas áreas, organizaciones administradoras de sistemas y comunidades. El sector requiere robustecer competencias en temas como: recarga de acuíferos, eficiencia energética, energías alternativas, Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, cambio climático (adaptación y mitigación), tecnologías innovadoras de tratamiento de aguas residuales, resiliencia, reúso y reutilización de aguas residuales, entre otros[62].

- Los prestadores deben buscar estrategias para vincular la comunidad en la gestión del recurso, por ejemplo, mediante programas de protección de la cuenca. Así mismo, se deben fomentar y promover programas de Responsabilidad Social Empresarial para vincular a las empresas privadas en campañas para: i) Mejorar la eficiencia en el uso del agua, ii) Contribuir al mantenimiento de ecosistemas, iii) reposición del agua consumida, entre otros[63].

<u>Innovación</u>

- Se debe impulsar la planeación, diseño, puesta en marcha, operación y mantenimiento de soluciones de infraestructura verde. Es necesario combinar infraestructura gris (convencional) e infraestructura verde, de modo que las poblaciones, urbanas y rurales, obtengan soluciones de ingeniería más amigables con el medio ambiente, costo-eficientes, no sobredimensionadas, y que tengan en cuenta la capacidad de pago de la población. De esta manera, se disminuyen los costos de inversión y de operación en los sistemas para el suministro de agua y saneamiento básico, y en consecuencia las tarifas de los servicios[64].

<u>Ecosistemas proveedores de servicios hidrológicos</u>

- Comprender cómo funcionan y cómo se relacionan los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los cuales depende la oferta hídrica nacional, para cuantificar la cantidad de agua disponible para diferentes usos, incluido el mantenimiento de los ecosistemas. Esto implica: i) ampliar y consolidar,

[60] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[61] Ibíd.
[62] Ibíd.
[63] Ibíd.
[64] Ibíd.

a nivel de cuenca, el conocimiento de la oferta hídrica total y disponible del país, para tener balances hídricos confiables; profundizar en el conocimiento de la oferta (recursos y reservas) de aguas subterráneas en el país; cuantificar los bienes y servicios ambientales relacionados con el agua que prestan los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica y por el recurso hídrico en sí mismo[65].

- Restaurar y preservar los ecosistemas considerados clave para la regulación de la oferta hídrica, incluyendo: acuíferos, glaciares, páramos, humedales, manglares, zonas de ronda, franjas forestales protectoras, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, áreas marinas y costeras, entre otros. Para tal fin es necesario: i) formular e implementar planes para la protección, conservación y restauración de estos ecosistemas estratégicos; ii) estudiar los ecosistemas clave para la regulación de la oferta del recurso hídrico y cuantificar los servicios que prestan; iii) definir caudales mínimos para mantenimiento de corrientes superficiales y ecosistemas acuáticos asociados, e implementar medidas para garantizarlos[66].

Gestión del recurso hídrico

- Cuantificar la oferta y demanda de agua en detalle suficiente para asignar eficiente y eficazmente el recurso hídrico, identificar e intervenir usos no legalizados. Para avanzar en este propósito es necesario: i) realizar inventarios y registros de usuarios (legales y por legalizar) del recurso hídrico; ii) cuantificar la demanda y calidad del agua requerida para diferentes actividades; iii) implementar sistemas de medición de consumos de agua a diferentes usuarios; iv) estimar balances hídricos a nivel de cuencas[67].

- Establecer lineamientos a nivel de la cuenca hidrográfica para orientar la gestión y el uso sostenible del agua, teniendo en cuenta las dinámicas de ocupación del territorio, al tiempo que se garantiza su conservación y la protección de los ecosistemas que dependen de él. En este sentido reviste importancia: i) priorizar, formular e implementar planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCAS); promover la articulación de los planes de ordenamiento territorial (POT) a los POMCAS; formular e implementar los planes de manejo de acuíferos[68].

- Adoptar herramientas de gestión integrada para el uso del recurso hídrico por parte de diferentes usuarios. Esto implica: i) estructurar e implementar el componente ambiental de los Planes Departamentales de Agua y Saneamiento (PDAS); ii) incorporar las directrices de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en los planes estratégicos y de acción de los principales sectores usuarios del recurso hídrico; iii) incrementar la utilización de tecnologías ahorradoras y de uso eficiente del agua; iv) adoptar programas de reducción de pérdidas de agua y de mejoramiento de la infraestructura obsoleta existente en los sistemas de abastecimiento de agua para cualquier uso; v) incrementar la implementación de los programas de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA), en empresas de acueducto y alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica, entre otros; vi) desarrollar e implementar mecanismos que promuevan cambios en

[65] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
[66] Ibíd.
[67] Ibíd.
[68] Ibíd.

hábitos de consumo no sostenibles en los usuarios del agua; vii) implementar la ordenación de las cuencas hidrográficas, lo que implica ordenar, reglamentar y registrar usuarios en las cuencas[69].

- Mejorar las prácticas y herramientas de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico para lo cual se requiere: i) implementar, operar y mantener sistemas de monitoreo del recurso hídrico en cantidad y calidad de recursos superficiales y subterráneos; ii) realizar monitoreo, seguimiento y evaluación de los vertimientos a cuerpos de agua receptores[70].

Cambio climático y riesgos

- Incluir la gestión del riesgo en la gestión del recurso hídrico. Para esto se plantea: i) identificar y caracterizar la vulnerabilidad de los ecosistemas clave para la regulación hídrica; ii) inventariar e identificar los riesgos sobre la infraestructura de abastecimiento de agua de los diferentes usuarios, ante amenazas naturales o antrópicas que afecten la disponibilidad hídrica; iii) incorporar la gestión de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico en los POTs, Planes de Desarrollo territorial y Planes de Atención y Prevención de Desastres de los entes territoriales, en los planes estratégicos y de acción de los sectores usuarios del recurso hídrico, en los POMCAs, planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), PUEAA, planes de manejo de aguas subterráneas y planes de manejo de otros ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica; iv) diseñar e implementar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático en los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica y en sectores como hidroenergía, agricultura, navegación fluvial y, abastecimiento de agua potable; v) diseñar e implementar medidas de reducción de riesgos por variabilidad climática (fenómenos de El Niño y La Niña) y por otras amenazas naturales que afecten los ecosistemas clave para la regulación hídrica, así como la oferta y disponibilidad hídrica de los principales usuarios del agua en el país[71].

#### 5.1.3.3 ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ENTORNO REGIONAL Y LOCAL

En el entorno regional y local las dinámicas y necesidades asociadas con el recurso hídrico y el saneamiento ambiental pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Crecimiento poblacional y urbanización: Más del 80% de los habitantes del departamento de Santander están localizados en zonas urbanas. En particular se destacan los casos de municipios como Bucaramanga (99%), Floridablanca (96%), Girón (90%) y Barrancabermeja (90%) donde nueve de cada diez de sus habitantes se ubican en la zona urbana[72]. La densificación de los centros urbanos de manera desordenada unido al déficit habitacional y de vivienda en la región ha generado problemas de orden social, económico y ambiental[73].

- Demanda de agua: La demanda hídrica se encuentra concentrada en cuencas como la del Alto Lebrija, debido a la concentración de la población, por alojar los municipios de Girón, Floridablanca,

[69] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
[70] Ibíd.
[71] Ibíd.
[72] PNUD, & UIS. (2018). Línea Base: Objetivos de Desarrollo Sostenible: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander. Bucaramanga: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Universidad Industrial de Santander.
[73] Hernández, O., Muñoz, I., & Rizzo, A. (2014). Plan de Gestión Ambiental Regional. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

Bucaramanga y Piedecuesta. En esta cuenca, la mayoría de los usuarios del recurso no cuenta con concesiones para acceder legalmente al agua que extraen[74].

- Abastecimiento de agua: El acceso a sistemas de abastecimiento de agua adecuados en el departamento de Santander está alrededor de 83%. No obstante, se presentan municipios con una privación de acceso de en promedio el 90% como en el caso de Málaga, Floridablanca y San Gil[75].

- Saneamiento: En cuanto acceso a saneamiento básico, el 72% de la población de Santander cuenta con servicios adecuados. No obstante, las áreas rurales tienen niveles de cobertura bajos[76].

  El vertimiento de aguas residuales de origen doméstico insuficientemente tratadas o sin tratamiento es un problema en la región. Las diferentes microcuencas son objeto de contaminación por disposición directa de aguas residuales domésticas, industriales y agroindustriales a nivel urbano y rural; así como por inadecuada disposición de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos. La presencia de monocultivos con uso intensivo de agroquímicos, así como de empresas industriales, agropecuarias y agroindustriales, tales como plantas de cal, asfalto, metalmecánicas, trituradoras, cementeras, avícolas, porcícolas, ganaderas, entre otros, generan contaminación significativa al recurso hídrico[77].

  La subcuenca del Río de Oro recibe un gran impacto por albergar la mayor parte de la actividad económica y habitacional, incluyendo las zonas industriales de Girón, Chimitá, 1era y 2da etapa, municipios de Piedecuesta, Floridablanca, Girón y una gran parte de Bucaramanga. Por su parte, el río Vetas es receptor de los vertimientos provenientes de la actividad minera del Oro en Vetas y California (cianuro y mercurio)[78].

  El río Lebrija, conformado por las corrientes del Suratá y Rio de Oro, nace con alto grado de contaminación, agravada al recibir cuerpos hídricos con alto grado de contaminación. La contaminación por vertimientos de todo tipo a los cauces principales que cruzan la región y desembocan finalmente en el río Lebrija es muy alta, afectando la calidad de las corrientes en esta zona y generando pasivos ambientales hacia el bajo Rionegro. La Corporación Ambiental para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), estima que en su área de jurisdicción, aproximadamente el 42% de las 38 corrientes tienen calidad pésima o inadecuada[79]. Igualmente, preocupa la contaminación de los acuíferos en la mesa de los Santos en Piedecuesta, debido al incremento de construcción de vivienda sin soluciones adecuadas de saneamiento básico[80].

- Deterioro de ecosistemas proveedores de servicios hidrológicos: La región cuenta con importantes ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios hidrológicos, tales como: i) páramos; ii) bosque andino; iii) bosque subandino; iv) piso basal tropical seco; v) piso basal tropical húmedo; vi) humedales y vii) bosque seco tropical. Los páramos están localizados en los municipios de California, Suratá, Charta

[74] Hernández, O., Muñoz, I., & Rizzo, A. (2014). Plan de Gestión Ambiental Regional. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga (CDMB).
[75] PNUD, & UIS. (2018). Línea Base: Objetivos de Desarrollo Sostenible: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander. Bucaramanga: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Universidad Industrial de Santander.
[76] Ibíd.
[77] Hernández, O., Muñoz, I., & Rizzo, A. (2014). Plan de Gestión Ambiental Regional. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga (CDMB).
[78] Ibíd.
[79] Ibíd.
[80] Ibíd.

y Vetas y son importantes productores, reguladores y almacenadores del recurso hídrico. No obstante, tradicionalmente han sido habitados por diferentes comunidades que realizan actividades agrícolas y mineras que ponen en riesgo la prestación de estos servicios. Las zonas de bosque andino y subandino concentran las cabeceras urbanas de la región, lo que genera numerosos conflictos asociados a la urbanización, agricultura y ganadería, en zonas de altas pendientes y baja calidad de suelos. El piso basal tropical incluye un complejo de ciénagas asociados a los humedales del bajo Lebrija, que cumplen un importante papel en la dinámica hidrológica y desde el punto de vista ecológico son importantes para la flora y la fauna acuática. No obstante, presentan una reducción considerable de cobertura, lo que conlleva a la pérdida paulatina de sus caudales a causa de la sedimentación. Finalmente, el bosque subxerofítico tropical, caracterizado por un total de lluvia anual inferior a la evapotranspiración, ubicado en áreas de los municipios de Girón, Lebrija y Rionegro, ha presentado una dinámica de cambio natural, influenciada por implementación de sistemas productivos insostenibles, como capricultura extensiva, tabaco, piña y hortalizas, que ha deteriorado este ecosistema[81].

- Cambio climático y riesgos: En la región hay zonas bajo amenaza por fenómenos naturales de remoción en masa e inundaciones, exacerbados por el cambio climático. Por ejemplo, con el fenómeno de la Niña de 2011, se afectaron 100000 hectáreas de suelo productivo, 21124 familias, 100336 personas, 1017 viviendas destruidas, 12102 viviendas averiadas, 50 acueductos urbanos y rurales, 36 puentes y se perdieron 46 vidas humanas. Estos efectos son consecuencia de prácticas inadecuadas agropecuarias, de uso de suelos, deforestación, construcción de infraestructura y asentamientos en zonas de alto riesgo (zonas de alta pendiente, erosionadas, áreas de amortiguación de corrientes y avenidas), modificaciones y taponamientos de corrientes[82].

  Varias dificultades asociadas a la gestión del riesgo han sido identificadas, incluyendo deficiencias o carencias en: i) la red de información sobre el riesgo de desastres; articulación institucional; integración de la información; articulación de los instrumentos de planificación relacionados con gestión del riesgo; conocimiento del riesgo; programas de formación de posgrado en conocimiento y gestión del riesgo; incorporación de gestión del riesgo en programas de educación ambiental; política pública en materia de educación para la gestión del riesgo; aseguramiento de la infraestructura pública y de servicios ante la presencia de fenómenos naturales; instrumentos metodológicos para la zonificación de las amenazas, vulnerabilidad y riesgo; incorporación de la gestión del riesgo en planes sectoriales; evaluación y patología estructural de las edificaciones vitales; estudios detallados de amenazas por remoción en masa; participación social para la gestión del riesgo y conocimiento del mismo; financiación para la implementación de estrategias de gestión del riesgo en planes de ordenamiento territorial; seguimiento y evaluación de los instrumentos de planificación territorial de los municipios[83].

Para enfrentar las problemáticas regionales y locales expuestas, en relación con el recurso hídrico y el saneamiento, la formación de profesionales con conocimientos, habilidades y destrezas se requiere en las diferentes dimensiones que se plantean a continuación[84]:

<u>Abastecimiento de agua</u>

[81] Hernández, O., Muñoz, I., & Rizzo, A. (2014). Plan de Gestión Ambiental Regional. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga (CDMB).
[82] Ibíd.
[83] Ibíd.
[84] Ibíd.

- Ampliar la cobertura de abastecimiento de agua para garantizar el acceso al agua potable a la población urbana y rural.

Saneamiento

- Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales para todos los centros poblados; y aumentar la cobertura de soluciones individuales para el tratamiento de aguas residuales a la población rural dispersa.
- Diseñar estrategias para la prevención y control de la contaminación por vertimientos domésticos e industriales en las corrientes hídricas, especialmente en las más críticas, tales como: Río de Oro, Río Suratá y Quebrada La Angula.
- Implementar acciones de reducción en la fuente, producción limpia y tratamiento de aguas residuales en los municipios, y centros poblados de la región.
- Promover el uso de tecnologías y prácticas más amigables con el ambiente en los sectores productivos y propender por los sistemas de prevención, control y monitoreo de la contaminación.
- Promover formas sostenibles de aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, acordes con las condiciones de la región, garantizando el mantenimiento de la resiliencia y las funciones ecosistémicas.

Ecosistemas relacionados con la provisión de servicios hidrológicos

- Delimitar y caracterizar zonas estratégicas para la provisión de servicios hidrológicos, especialmente microcuencas abastecedoras de acueductos.
- Armonizar actividades con ecosistemas y restaurar coberturas protectoras afectadas por sistemas de producción no sostenibles; emprender acciones de restauración y preservación del suelo para evitar el incremento de áreas degradadas.
- Formular e implementar planes de manejo de ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica; definir los caudales mínimos de las corrientes superficiales y sus ecosistemas acuáticos asociados; implementar medidas para mantener y conservar la oferta hídrica, garantizando el desarrollo de las actividades productivas y sociales de la región.
- Poner en marcha sistemas de información para apoyar la investigación, ordenamiento, evaluación, seguimiento y control ambiental.

Cambio climático y riesgos

- Estudiar las tendencias esperadas del clima; analizar amenazas, riesgo y vulnerabilidad frente al cambio climático.
- Identificar y caracterizar la vulnerabilidad de los ecosistemas claves para la regulación hídrica y de los sistemas artificiales.
- Inventariar e identificar riesgos sobre la infraestructura de abastecimiento de agua de los diferentes usuarios, ante amenazas naturales o antrópicas que afecten la disponibilidad hídrica.
- Divulgar la información relacionada con los riesgos que afectan la oferta y disponibilidad hídrica.
- Incorporar la gestión de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico en los POTs, Planes de Desarrollo Territorial y en los Planes de Atención y Prevención de Desastres de los entes territoriales, POMCAs, PSMVs, PUEAAs, en los Planes de Manejo de Aguas Subterráneas y en los planes de manejo de los otros ecosistemas, así como en la gestión de los principales sectores productivos usuarios del recurso hídrico.

- Diseñar e implementar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático en los ecosistemas claves para la regulación de la oferta hídrica, y en los sectores de hidrogeneración, agricultura, navegación fluvial y abastecimiento de agua potable.
- Diseñar e implementar a nivel regional y local, medidas de reducción de riesgos por variabilidad climática (fenómenos de El Niño y La Niña) y por otras amenazas naturales que afecten los ecosistemas clave para la regulación hídrica, así como la oferta y disponibilidad hídrica de los principales usuarios del agua.

Gestión del recurso hídrico

- Se requiere avanzar en el conocimiento del recurso hídrico para lo cual es necesario: realizar evaluaciones regionales de agua; inventariar los bienes y servicios ambientales relacionados con el agua y ecosistemas indispensables para la regulación hidrológica; avanzar en el conocimiento de la oferta y demanda de agua para una mejor gestión de concesiones y garantizar caudales ambientales; realizar balances hídricos de las principales fuentes de agua abastecedoras de acueductos municipales; evaluar servicios de regulación hídrica prestados por los ecosistemas de la región; inventariar la oferta y demanda (superficial y subterránea) hídrica en cantidad y calidad; establecer usos actuales y potenciales del recurso hídrico; establecer la alteración de la oferta hídrica por variabilidad y cambio climático; determinar caudales ambientales regionales; robustecer sistemas de información asociados a la gestión del recurso hídrico en la región.

- Es necesario caracterizar la demanda de agua en la región para lo cual es indispensable: cuantificar la demanda y calidad del agua requerida para el desarrollo de las actividades de los principales sectores usuarios del recurso hídrico, a nivel sectorial, territorial y regional; aplicar balances hídricos a nivel de cuencas hidrográficas; implementar sistemas de monitoreo de oferta y demanda del recurso hídrico; incrementar la aplicación de tecnologías que reduzcan y optimicen el uso del agua; diseñar e implementar programas de reducción de pérdidas de agua y de mejoramiento de la infraestructura existente en los sistemas de abastecimiento de agua, empresas de servicios públicos, riego, drenaje, producción y demás usuarios.

- Avanzar en la planificación del recurso hídrico para lo cual se requiere: ajustar, formular e implementar los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas; promover la articulación de los diferentes instrumentos de planificación del recurso hídrico, suelo, desarrollo y manejo del riesgo; formular e implementar planes de manejo de ecosistemas estratégicos asociados a la regulación hídrica; desarrollar y aplicar la ordenación, reglamentación y el registro de usuarios en las hidrográficas.

- Hacer seguimiento al recurso a través de la implementación de redes y el monitoreo de la calidad y cantidad del agua y los vertimientos; así como la puesta en marcha de sistemas de información y seguimiento en tiempo real.

- Implementar esquemas de pago por bienes y servicios ambientales asociados a la oferta hídrica de la región.

- Promover la participación ciudadana para la gestión del recurso hídrico.

- Identificar, caracterizar y clasificar los conflictos relacionados con el recurso hídrico; desarrollar e implementar escenarios y espacios para el manejo y transformación de conflictos y asegurar el uso compartido y equitativo del agua.

El panorama anterior, tanto a nivel internacional, nacional, regional y local, muestra los cambios y evolución de una serie de problemáticas y necesidades durante los años de análisis, que requieren profesionales con formación especializada para brindar soluciones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, las cuales a su vez impactan los contextos social, económico, ambiental, tecnológico, entre otros, de manera que es totalmente pertinente y se justifica la continuidad de la oferta de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. El Programa es consciente de que para dotar al país con el talento humano que exige el entorno a tono con los constantes cambios que impactan a todos los sectores de la sociedad, es necesario mantener un currículo actualizado, y para ello, ha realizado procesos de evaluación y autoevaluación que han llevado a la reforma del plan de estudios, la cual se detalla en el numeral 5.5.1, y la actualización del Proyecto Educativo del Programa que se ilustra a lo largo del documento.

Si se observa el programa está estructurado en su malla curricular con actividades académicas que atienden a las problemáticas indicadas en los numerales precedentes, fruto de toda la revisión que llevó a unas áreas identificadas, las cuales son la base con la cual se estructuró el plan de estudios, asimismo, los contenidos de las actividades académicas dan respuesta a estas problemáticas para formar a los estudiantes a tono con las necesidades del entorno.

### 5.1.4 POTENCIAL ACTIVIDAD PROFESIONAL DE LOS EGRESADOS

La potencial actividad profesional de los egresados de maestrías afines al área los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, se analizó según consulta realizada en la web del Observatorio Laboral del Ministerio de Educación[85]. En la web se registra información relacionada con los rangos salariales de los graduados de veintidós (22) programas de maestría:

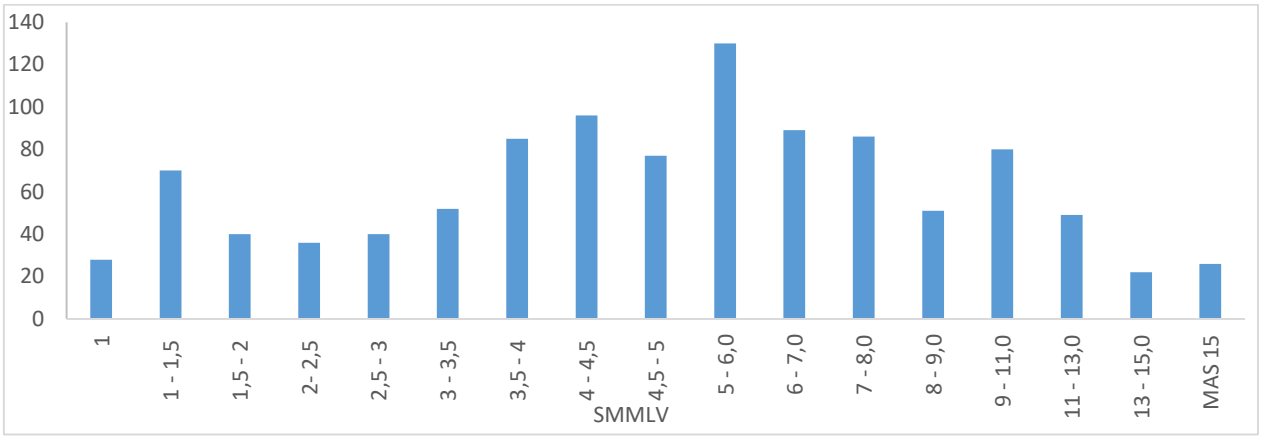
- Maestría en Ingeniería – Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
- Maestría en Ingeniería – Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín
- Maestría en Ingeniería – Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales
- Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
- Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín
- Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales
- Maestría en Ingeniería – Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
- Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales, Universidad del Cauca
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de Antioquia
- Maestría en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad del Valle
- Maestría en Desarrollo Sustentable, Universidad del Valle

[85] Ministerio de Educación Nacional, Observatorio Laboral para la Educación. http://bi.mineducacion.gov.co:8080/o3web/viewdesktop.jsp?cmnd=open&source=Situacion+laboral, consulta en febrero de 2022.

- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de Cartagena
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de Pamplona
- Maestría en Hidrosistemas, Pontificia Universidad Javeriana
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad del Norte
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Mariana
- Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales
- Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de los Andes
- Maestría en Desarrollo Sostenible, Instituto Tecnológico Metropolitano

En total, se analizaron datos de 1057 graduados de dichos programas, cuyos salarios oscilan entre 1 SMMLV, y más de 15 SMMLV, con una concentración del 58% de graduados en salarios superiores a 4,5 SMMLV, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Cantidad de Magísteres en áreas afines a los recursos hídricos y el saneamiento, según rango salarial




Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Observatorio Laboral MEN[86].

Los datos anteriores señalan que la mayoría de graduados se encuentran devengando salarios acorde con su nivel de formación, lo cual está en línea con lo indicado en el estudio del Ministerio de Educación, en el que establece que *mayores niveles de formación educativa conducen a mayores ingresos base de cotización*[87].

En cuanto al sector económico en el que se desempeñan, los datos señalan vinculación en los sectores:

- Educación
- Actividades de administración empresarial
- Actividades de consultoría de gestión
- Actividades de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica
- Administración del Estado y aplicación de la política económica y social de la comunidad
- Distribución de agua, evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental, entre otros.

[86] Ministerio de Educación Nacional, Observatorio Laboral (2020). Estadísticas de ingreso base de cotización estimado por rangos de salarios mínimos mensuales legales vigentes a octubre de 2020. Disponible en: https://ole.mineducacion.gov.co/portal/Estudios-y-documentos/Tablas-de-salida-y-Bases-de-Datos/.

[87] Ministerio de Educación Nacional, Observatorio Laboral para la Educación (2020). Seguimiento a la inserción laboral de los graduados de la educación superior. Disponible en: https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-404798_recurso_1.pdf.

Por otra parte, la organización del Marco Nacional de Cualificaciones, que viene liderando el Ministerio de Educación Nacional, establece dos áreas de cualificación y desempeño laboral que estarán reguladas dentro de dicho marco, las cuales están relacionadas con la formación que se brinda en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental:

1) Área 20 - CPSA / CONSERVACIÓN, PROTECCIÓN Y SANEAMIENTO AMBIENTAL[88]

Esta área comprende las actividades y servicios relacionados con la conservación y protección de la naturaleza, así como las actividades dirigidas a mitigar la afectación al medio ambiente y la salud de las poblaciones, descritas a continuación:

- Manejo sanitario del agua potable, aguas subterráneas y descontaminación de aguas residuales, las excretas, vertidos, residuos sólidos, alimenticios y orgánicos en espacios abiertos, suelos y de instalaciones industriales, emisiones a la atmósfera, la recolección de basuras y limpieza de calles. El comportamiento higiénico, asesoramiento y consultoría ambiental que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación.
- Limpieza de derrames de petróleo y otros contaminantes en tierra, en aguas superficiales, mares y océanos, incluso áreas costeras.
- Disminución de asbesto, pintura con plomo y otros materiales tóxicos.
- Manejo y aprovechamiento de residuos sólidos y su manejo sostenible.
- Gestión de residuos (Orgánicos e inorgánicos), servicios para el control de plagas.
- Mantenimiento higiénico-sanitario de instalaciones.
- Gestión, control y protección del medio natural.
- Gestión de servicios para el control de organismos nocivos, control de la contaminación atmosférica, de ruidos, vibraciones y aislamiento acústico.

2) Área 09 – COIF / CONSTRUCCIÓN E INFRAESTRUCTURA

Esta área de cualificación comprende las actividades corrientes y especializadas de la planeación, diseño, prueba, dirección y construcción de edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo tecnologías y técnicas de ensamblaje, montaje y mantenimiento de estructuras (prefabricados). En ella se incluyen las obras nuevas, instalaciones, reparaciones, ampliaciones, reformas y levantamiento in situ de edificios y estructuras de carácter público, comercial, industrial y residencial con sus accesorios, también la construcción de obras de carácter temporal. La construcción de obras de infraestructura como carreteras, calles, puentes, túneles, líneas de ferrocarril, aeropuertos, puertos y **otros proyectos de ordenamiento hídrico, sistemas de riego y redes de alcantarillado**, así mismo se realizan obras civiles especializadas de edificaciones industriales y obras civiles para la instalación de elementos industriales y líneas de transmisión de energía eléctrica.

Esta área, también comprende actividades profesionales de consultoría que incluyen el desarrollo e implementación de planes y políticas para el ordenamiento territorial, apoyada en técnicas especializadas y nuevas tendencias tecnológicas o metodológicas, entre otras.

[88] Ministerio de Educación Nacional, y Departamento Nacional de Estadística (2020). Marco Nacional de Cualificaciones, Descripción de las 26 áreas de cualificación. Disponible en: https://clasificaciones.dane.gov.co/static/documentos_adicionales/areas_de_cualificacion.pdf

Particularmente, en la cualificación de nivel 7 (maestría), se encuentra el perfil para *Diseño y construcción de proyectos de infraestructura hidráulica*, cuya competencia general especifica que el magíster deberá Estructurar, diseñar, dirigir y administrar la operación de los proyectos de acueducto, alcantarillado, sistemas urbanos de drenaje sostenible en obras de infraestructura de acuerdo con los planes e instrumentos de ordenamiento del territorio, requerimientos de diseño y la normativa asociada, contribuyendo a la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad del recurso hídrico[89].

Los datos anteriores permiten inferir que los graduados de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS continuarán teniendo un mercado laboral en el cual desempeñarse en todo el país, con el debido reconocimiento dentro de las áreas de cualificación que se proyectan para Colombia.

### 5.1.5 FACTORES QUE CONSTITUYEN LOS RASGOS DISTINTIVOS DEL PROGRAMA

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la UIS se caracteriza y diferencia por:

- Fortalecer la formación de profesionales, interesados en temas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, proporcionándoles conocimientos, métodos y herramientas para la planeación, diseño e implementación de soluciones relacionadas con problemas del recurso hídrico y el saneamiento ambiental, considerando enfoques de sostenibilidad, gestión integrada del recurso hídrico, y servicios ecosistémicos.

- Permitir que el estudiante curse tres líneas de profundización que definan su perfil y enfoquen su conocimiento en áreas particulares.

- Robustez del enfoque en ingeniería en el plan de estudios, en comparación con enfoques predominantes en gestión en la oferta académica en el área de influencia.

- Incluir dentro del programa el estudio de la cuenca hidrográfica, eje articulador para las acciones, intervenciones y análisis relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

- Fortalecer el uso de herramientas tecnológicas y computacionales, y el manejo de software especializado para el análisis y formulación de alternativas de solución a los problemas relacionados con el recurso hídrico y saneamiento ambiental.

- Fomentar la capacidad de investigación aplicada y profundización en el campo de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con el propósito de contribuir al desarrollo de comunidades, entornos urbanos y rurales, así como Instituciones públicas, privadas y organizaciones de la sociedad civil.

- Proporcionar experiencias de aprendizaje diversas alrededor de marcos conceptuales, principios y herramientas para la solución de problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, complementando la formación técnica con una perspectiva de elementos clave de las dimensiones: social, económica, política e institucional.

[89] Ministerio de Educación Nacional, Cámara Colombia de la Construcción (2020). Catálogo de Cualificaciones del Sector de la Construcción. Disponible en: https://camacol.co/sites/default/files/documentos/Cat%C3%A1logo%20de%20Cualificaciones.pdf

### 5.1.6 JUSTIFICACIÓN DEL CAMPO O CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN EN LOS QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA

De acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación – Campos de la Educación y Formación Adaptada para Colombia (CINE-F 2013 A.C.) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la Universidad Industrial de Santander se clasifica en los siguientes campos:

Campo amplio: 07 Ingeniería, industria y construcción
Campo específico: 071 Ingeniería y profesiones afines
Campo detallado:0712 Tecnología de protección del medio ambiente

Para la asignación de la clasificación se tuvo en cuenta que "*el contenido temático principal determina el campo de educación y formación en el que se debe clasificar un programa. A efectos prácticos, el contenido temático principal de un programa se determina por el campo detallado en el que se cursa la mayor parte (más del 50%) o la parte claramente predominante de los créditos de aprendizaje o del tiempo de aprendizaje previsto para los alumnos. Los programas se clasifican en el campo detallado que contiene su temática principal*". Por lo anterior, y considerando que todas las actividades formativas del currículo propuesto en este proyecto educativo están organizadas para la formación específica en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental teniendo un enfoque ingenieril, se hace necesario continuar con la clasificación del campo detallado de 0712 Tecnología de protección del medio ambiente, y sus correspondientes campos específico y amplio.

## 5.2 CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA

La ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental se circunscribe en lo que se conoce como ingeniería de recursos hídricos o ingeniería del agua. Lotti (1980)[90] expresaba que la "Ingeniería del agua" es la disciplina que aborda "todo lo relacionado con el uso de los recursos hídricos", incluyendo el estudio del elemento agua, a través de la hidrología e hidráulica; la definición de los usos del agua (abastecimiento de agua para consumo humano, riego, uso industrial, pecuario, pesca, navegación, generación de energía) y las estructuras necesarias para su aprovechamiento (sistemas de abastecimiento, plantas de depuración, embalses, hidroeléctricas, sistemas de riego); el análisis y control de fenómenos extremos como inundaciones y sequías; el mantenimiento de estándares de calidad del agua para diferentes usos. Además de lo anterior, la ingeniería del agua aborda la prevención y control de la contaminación asociada a las actividades humanas sobre los recursos hídricos, y más recientemente incluye aspectos socioeconómicos, ambientales, políticos, institucionales y la relación entre ellos, al adoptar el enfoque de Gestión Integrada del Recurso Hídrico[91]. Más recientemente, el cuerpo del conocimiento de la ingeniería de recursos hídricos de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), definió la ingeniería de recursos hídricos como la disciplina profesional para la administración y el uso sostenible del agua del mundo y los recursos relacionados, que desarrolla y aplica principios científicos y de ingeniería para planificar, diseñar, construir, administrar, operar y mantener la infraestructura y los programas asociados al agua[92].

La historia de la ingeniería de recursos hídricos y el saneamiento ambiental se remonta a 10,000 años atrás, cuando los humanos dejaron de ser cazadores – recolectores y se adoptó un modo de vida agrario con

[90] Lotti, C. (1980). Water Engineering. Water International, 5(4), 18-27. doi:10.1080/02508068008685882

[91] GWP-TAC. (2000). Integrated Water Resource Management. Retrieved from Stockholm, Sweden.

[92] Ports, M. A., Zimbelman, D., Nanda, S., & Heaney, J. P. (2008). Water Resources Engineering (WRE) Body of Knowledge (BOOK). Retrieved from Virgina, USA.

asentamientos humanos que demandaron agua para diferentes actividades como el consumo humano y la agricultura[93].

En la civilización temprana de China, en la cuenca del río Amarillo, que se caracterizó por la formación de residencias permanentes y la agricultura (4000 aC), se desarrollaron técnicas hidráulicas y se implementaron proyectos hidroeléctricos a pequeña y gran escala para satisfacer las necesidades de uso doméstico, riego, control de inundaciones, transporte; además, existe evidencia de la presencia de pozos, aprovechamiento de aguas lluvias y cisternas. En el imperio de Mesopotamia (3500 – 2500 aC) se da cuenta de la presencia de letrinas y pozos negros; mientras en Mohenjo-Daro, un centro urbano de la civilización Hindú (2450 aC), se encontraron unos 700 pozos, baños en casas, alcantarillados en calles y baños termales[94]. En Egipto (2100 aC) hay vestigios de baños con asientos e inodoros en casas de personajes importantes, acueductos, cisternas, sistemas de filtración, cuencas de sedimentación, sistemas de recolección de lluvia y tuberías de terracota para el suministro de agua[95]. En la antigua Grecia, hay ejemplos de sistemas de alcantarillado y drenaje de aguas residuales en el palacio de Minos en Knossos (2000 aC) y avances de la tecnología y la gestión del agua urbana ilustrados por el acueducto de Samos (conocido como túnel de Eupalinos) y el Peisistratean de Atenas[96], más tarde letrinas públicas en ciudades como Atenas, Tasos, Pérgamo y Pompeya (300 aC. a 500 dC.)[97].

En el Egipto dinástico, la administración del estado estaba a cargo del suministro de agua de principio a fin y los acueductos estaban localizados en contextos agrícolas, urbanos y religiosos. Hay muestras de infraestructura hídrica en monumentos, canalizaciones del río Nilo hasta los sitios de las pirámides. Entre 305 – 30 aC., Ptolomeo I, luego de fundar Alejandría, construyó canales de hasta 30 Km desde el Nilo que cada año, cuando el Nilo se desbordaba, transportaban el agua hasta la ciudad y llenaban cisternas que suministraban agua para ser usada todo el año[98].

Los Romanos (27 aC - 476 dC), renovaron la infraestructura hidráulica (acueductos y cisternas) que heredaron de la tradición hidráulica helenística[99], y perfeccionaron los sistemas de saneamiento originados en las civilizaciones orientales. Los romanos administraron el ciclo del agua desde la recolección hasta la eliminación, proporcionando redes duales para recolectar agua de manantial y eliminar las aguas pluviales y residuales[100]. Para abastecer a su más de 1 millón de residentes, los ingenieros romanos diseñaron y construyeron entre el 312 aC. hasta el 226 dC, 11 acueductos que suministraban agua de manantiales y lagos hasta unos 90 km de distancia[101].

Al derrumbarse el Imperio Romano, comenzó un período que duró más de 1000 años (476-1800 dC), en el cual la cultura del agua como fuente de salud y bienestar fue abandonada; los grandes baños fueron

[93] Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. Science of the Total Environment, 408(22), 5254-5264. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
[94] Angelakis, A., & Mays, L. (2014). Evolution of water supply through the millennia: IWA Publishing.
[95] Ibíd.
[96] Ibíd.
[97] Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. Science of the Total Environment, 408(22), 5254-5264. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
[98] Valipour, M., Ahmed, A. T., Antoniou, G. P., Sala, R., Parise, M., Salgot, M., . . . Angelakis, A. N. (2020). Sustainability of underground hydro-technologies: From ancient to modern times and toward the future. Sustainability (Switzerland), 12(21), 1-31. doi:10.3390/su12218983
[99] Ibíd.
[100] Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. Science of the Total Environment, 408(22), 5254-5264. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
[101] Schifman, J. (2021). The Water from your tap is an engineering marvel millennia in the making. Popular Mechanics.

saqueados, el agua llegó a ser extraída de ríos y pozos y descargada sin tratamiento[102]. Había una percepción generalizada en todas las clases sociales de que el agua "era mala", lo que decantó en una falta de prácticas higiénicas y freno en el desarrollo de técnicas de ingeniería orientadas a un manejo adecuado. Muchos de los acueductos cayeron en mal estado y los hogares rara vez tenían instalaciones sanitarias y la práctica consistía en vaciar los residuos directamente en la calle generando contaminación en las aguas superficiales y subterráneas[103].

A principios del siglo XIX, los olores penetrantes impregnaron las grandes ciudades y las enfermedades siguieron. Solo en 1831, más de 50,000 personas en Gran Bretaña murieron de fiebre tifoidea. Un año después, la ciudad de Nueva York registró 3,500 muertes por cólera. Ante esta problemática, los líderes de Nueva York determinaron que la fuente de agua limpia más cercana y confiable era el río Croton, a unos 60 km al norte de Manhattan, y en 1842 se inauguró el Acueducto que se convirtió en el modelo para proyectos en otras ciudades estadounidenses[104].

Buscando la solución para la fiebre tifoidea y el cólera, en 1829, la Chelsea Waterworks Company de Londres creó el prototipo de un filtro diseñado para hacer que el agua del río Támesis contaminado de la ciudad se viera más clara y tuviera mejor sabor, dando lugar así al Filtro Lento en Arena. No obstante, el conocimiento era incompleto para saber que la biopelícula que crecía en el filtro era la responsable de consumir la materia orgánica y los patógenos asociados a las enfermedades. Fue hasta 1854, cuando más de 500 personas en el distrito de Soho en Londres murieron de cólera en un lapso de 10 días, que el médico John Snow comprobó que los patógenos se transmitían por el agua, lo que dio origen al campo de la salud pública[105].

Los problemas de salud pública en el Siglo XVIII pusieron de manifiesto la importancia de la eliminación de desechos y aguas residuales. Gran Bretaña fue uno de los primeros países en comenzar a experimentar con acciones organizadas para mejorar las condiciones ambientales en las ciudades. Bajo el principio de que "la solución de la contaminación es la dilución", alrededor de 1850 se construyeron los primeros sistemas de alcantarillado con una serie de alcantarillas de recolección y estaciones de bombeo; las aguas residuales se transportaron desde las calles y se descargaron al Támesis. No se entendía la capacidad de asimilación en el río y no se entendía la necesidad de eliminar los contaminantes antes de descargarlos al río. Lo mismo ocurrió en otros países como Alemania, Francia, Italia y Estados Unidos[106].

En 1880, cuando los científicos comenzaron a comprender las bacterias patógenas y su asociación con enfermedades específicas, empezaron a usarse los desinfectantes como el cloruro de calcio para tratar las heces de los pacientes con fiebre tifoidea antes de desecharlas en alcantarillas; y en 1893, en Hamburgo, Alemania, el cloro se utilizó por primera vez a escala de planta para la desinfección de aguas residuales[107].

Cerca del final del siglo XIX, científicos de Kentucky adaptaron el filtro de arena, ya popularizado alrededor del mundo, desarrollando un esquema para separar el lodo del agua, mediante agitación y adición de una

[102] Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. Science of the Total Environment, 408(22), 5254-5264. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
[103] Ibíd.
[104] Schifman, J. (2021). The Water from your tap is an engineering marvel millennia in the making. Popular Mechanics.
[105] Ibíd.
[106] Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. Science of the Total Environment, 408(22), 5254-5264. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
[107] Ibíd.

sal metálica, lo que provocó que las partículas chocaran y se conectaran en trozos más grandes, lo que originó la filtración rápida[108].

Motivada inicialmente por un deterioro de los recursos hídricos y aumento de la escasez, el Siglo XX representó una revolución en la ingeniería del agua con ocasión de descubrimientos científicos, debates sobre las prioridades sociales alrededor del recurso e interés gubernamental. A comienzos de 1900, tanto el cloro como el ozono se utilizaban como agente desinfectante. En 1909, el cloro licuado y comprimido estaba disponible comercialmente y, en 1914, se había diseñado un equipo para medir y aplicar cloro gaseoso a las aguas residuales. Algunas de las primeras plantas en utilizar cloro gaseoso se encuentran en los Estados Unidos en Pensilvania, Wisconsin y Kansas. En 1961 estuvo disponible el primer sistema de desinfección controlada de cloro residual[109].

En 1912 el Octavo Informe de la Comisión Real sobre eliminación de aguas residuales, introdujo el concepto de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y estableció estándares y pruebas que se aplicarían a las aguas residuales y efluentes de aguas residuales que fueron adoptados por muchos otros países. Aportes como los de Streeter y Phelps (1925) e Imhoff y Mahr (1932) en relación con los modelos de aireación / desaireación permitieron a los científicos predecir las cargas admisibles de DBO en las aguas superficiales. Esto hizo que los gobiernos empezaran a exigir el tratamiento de las aguas residuales. No obstante, estos avances se frenaron con la Primera Guerra y Segunda Guerra Mundial[110]. Después del final de las guerras, hubo un rápido progreso en el tratamiento de aguas residuales en el Reino Unido y los Estados Unidos, pero no en Europa. En 1950 se plantearon desarrollos asociados a la definición de estándares de calidad del agua y clasificación de uso de corrientes. En 1970, el desarrollo de la cromatografía de gases y la espectrofotometría de absorción atómica permitieron una caracterización precisa de los contaminantes[111]. En la década de 1990, la US-EPA comenzó a regular la eliminación de sólidos de aguas residuales, estableciendo clasificaciones en relación con sus características y sus potenciales destinos[112].

Aunque enormemente beneficiosos, enfoques como los desarrollados para gestionar el agua urbana a finales del siglo XIX y principios del XX estaban basados en el paradigma de que los sistemas naturales poseen una capacidad inherente de transporte o asimilación. Por ejemplo, aunque el agua residual es tratada, esta no se puede devolver de forma segura a su origen ni volver a utilizarse de la misma manera y se descarga al medio ambiente en una ubicación diferente, reflejando la suposición de que el entorno natural puede recibir algunos contaminantes[113]. La comprensión de la limitada capacidad de asimilación de desechos de los cuerpos de agua ha dado lugar a nuevos paradigmas sobre los cuales se soporta la ingeniería del agua en el siglo XXI: Sostenibilidad, Gestión Integrada del Recurso Hídrico, Servicios Ecosistémicos y Economía Circular.

El concepto de Sostenibilidad se acuñó en 1987, a partir del informe de la Comisión Brundtland, "Nuestro futuro común", definido como: "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades"[114]. Este concepto, en el ámbito

[108] Schifman, J. (2021). The Water from your tap is an engineering marvel millennia in the making. Popular Mechanics.
[109] Lofrano, G., & Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. Science of the Total Environment, 408(22), 5254-5264. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062
[110] Ibíd.
[111] Ibíd.
[112] Ibíd.
[113] Daigger, G. T., Murthy, S., Love, N. G., & Sandino, J. (2017). Transforming Environmental Engineering and Science Education, Research, and Practice. Environmental Engineering Science, 34(1), 42-50. doi:10.1089/ees.2015.0353
[114] Brundtland, G. H. (1987). World Commission on Environment and Development, Our Common Future.

de la ingeniería del agua, implica considerar cuatro dimensiones: técnica, social, ambiental y económica. La dimensión técnica busca determinar si la solución es la más conveniente y si funciona de manera adecuada. La dimensión social tiene como objetivo evaluar si la solución es aceptada y tiene un impacto positivo en el entorno. La dimensión ambiental promueve soluciones que no ocasionen perjuicios sobre el ecosistema y recursos como el suelo, aire y la vegetación. Finalmente, la dimensión económica busca establecer si los usuarios tienen capacidad para costear los gastos que involucran el correcto funcionamiento de las alternativas propuestas. Además, las intervenciones sostenibles deben tener en cuenta la diversidad y la complejidad de los sistemas y contextos[115].

Las presiones crecientes sobre el recurso hídrico a nivel global[116] y el reconocimiento del agua como multidimensional y esencial para el bienestar humano, las actividades económicas y sociales, la producción de energía y alimentos y el mantenimiento de los ecosistemas; y la multiplicidad de actores involucrados en su gestión, que implica la necesidad de enfoques holísticos, integrados y centrados en las personas, dieron pie alrededor de 1990 al enfoque de "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos" (GIRH)[117]. La Global Water Partnership (GWP) define la GIRH como "un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, a fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales"[118]. Actualmente, la GIRH es el paradigma dominante para aliviar los problemas relacionados con el agua. El enfoque de GIRH permite establecer interconexiones entre uso del suelo, cambios en la cobertura del suelo y los servicios hidrológicos de los ecosistemas, a través de la promoción del acoplamiento agua-suelo[119].

A comienzos del siglo XXI, la evidencia del deterioro de los ecosistemas que proporcionan los medios para la vida, el bienestar y el desarrollo de las personas, hizo que emergiera el concepto de servicios ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos son las condiciones y los procesos a través de los cuales los ecosistemas y las especies que los conforman sostienen y satisfacen la vida humana. Este concepto proporciona los medios para interpretar los procesos biofísicos que ocurren en el paisaje, organizados de acuerdo con el efecto que tienen sobre las personas[120]. Se considera que la comprensión de los ecosistemas, teniendo los humanos como beneficiarios, tiene un gran potencial para proteger los ecosistemas y los servicios que ofrecen, pues permite vincular conservación y desarrollo, relacionando la salud ambiental y la salud humana, la seguridad, y los bienes materiales necesarios para el bienestar[121]. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) estableció cuatro categorías de servicios ecosistémicos: i) aprovisionamiento; ii) regulación; iii) culturales; y iv) soporte. En cuanto a la ingeniería del agua, los servicios ecosistémicos incluyen servicios hidrológicos, definidos como los beneficios para las personas producidos por los efectos del ecosistema terrestre en el agua dulce. Estos servicios pueden caracterizarse por atributos como: cantidad y calidad, los cuales deben cuantificarse para comprender las variaciones naturales y

[115] Domínguez, I., Oviedo-Ocaña, E. R., Hurtado, K., Barón, A., & Hall, R. P. (2019). Assessing sustainability in rural water supply systems in developing countries using a novel tool based on multi-criteria analysis. Sustainability (Switzerland), 11(19). doi:10.3390/su11195363

[116] WWAP. (2019). World Water Development Report 2019 - Leaving No One Behind. Paris: World Water Assessment Programme (WWAP) - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

[117] Ibíd.

[118] GWP. (2000). Integrated water resources management. Retrieved from Stockholm, Sweden

[119] Jin, G., Wang, P., Zhao, T., Bai, Y., Zhao, C., & Chen, D. (2015). Reviews on land use change induced effects on regional hydrological ecosystem services for integrated water resources management. Physics and Chemistry of the Earth, 89-90, 33-39. doi:10.1016/j.pce.2015.10.011

[120] Guswa, A. J., Brauman, K. A., Brown, C., Hamel, P., Keeler, B. L., & Sayre, S. S. (2014). Ecosystem services: Challenges and opportunities for hydrologic modeling to support decision making. Water Resources Research, 50(5), 4535-4544. doi:10.1002/2014WR015497

[121] Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K., & Mooney, H. A. (2007) The nature and value of ecosystem services: An overview highlighting hydrologic services. Vol. 32. Annual Review of Environment and Resources (pp. 67-98).

antropogénicas en la oferta, y diseñar políticas y estrategias que permitan garantizar el acceso sostenible a estos servicios[122].

Finalmente, la Ingeniería del agua del siglo XXI incorpora el concepto de Economía Circular. Aunque este concepto empezó a usarse desde 1980, no es hasta la década de 2010s que se ha extendido. Haas, Krausmann, Wiedenhofer, and Heinz (2015)[123] definen la economía circular como aquella en la que los flujos de materiales están compuestos por nutrientes biológicos diseñados para reingresar a la biosfera, o materiales diseñados para circular dentro de la economía, a través de la reutilización y reciclaje. En el contexto la ingeniería del agua, la economía circular implica un cambio de paradigma donde se pasa del «tratamiento y eliminación» a la «reutilización, reciclado y recuperación de recursos»[124]. Por ejemplo, las aguas residuales tratadas aparecen cada vez más como una fuente alternativa y confiable de agua, donde con un uso planificado se puede aumentar la eficiencia del recurso y generar beneficios para los ecosistemas al reducir las extracciones de agua dulce, reciclar y reutilizar los nutrientes, reducir la contaminación del agua, favorecer la recarga de acuíferos agotados, y ser parte de la solución a problemas de escasez del recurso[125]. Las aguas residuales también pueden ser una fuente rentable y sostenible de energía, nutrientes y materia orgánica, entre otros subproductos útiles. Los potenciales beneficios de la extracción de dichos recursos van mucho más allá de la salud humana y ambiental, con posibles repercusiones en la seguridad alimentaria y energética, así como también en la mitigación del cambio climático[126].

En la actualidad, aunado a la evolución de la ingeniería del agua a través de los siglos, estos nuevos paradigmas han sido incorporados en la Agenda de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, que plantea uno de sus objetivos, el 6, alrededor del Agua y proporciona un marco de acción para las intervenciones de ingeniería, buscando la consecución de las metas de este objetivo que incluyen[127]:

6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.
6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos

[122] Ibíd.
[123] Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005. Journal of Industrial Ecology, 19(5), 765-777. doi:10.1111/jiec.12244.
[124] WWAP. (2017). The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: the untapped resource. Paris: World Water Assessment Programme (WWAP) - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[125] Ibíd.
[126] WWAP. (2021). The 2021 World Water Development Report on "Valuing Water". Paris: World Water Development Report 2020 – Water and Climate Change.
[127] UN. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations (UN).

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización
6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

En este contexto, los problemas a los que se enfrentarán los ingenieros de recursos hídricos y saneamiento ambiental estarán profundamente influenciados por dos fenómenos: el crecimiento poblacional y el cambio climático[128]. A continuación, se describen estos desafíos y las implicaciones para la formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental:

Crecimiento de la población: La población humana en el planeta está creciendo a una tasa de 80 millones por año, lo que representa un período de crecimiento sin precedentes en la historia. Este crecimiento de la población y la necesidad de recursos hídricos para abastecer nuevas viviendas, actividades humanas y al tiempo elevar las condiciones de vida de muchas personas que aún no cuentan con estándares aceptables, en un contexto de recursos hídrico limitado, exacerbado por los efectos del cambio climático[129], es el escenario para el cual los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental deben prepararse. Esta preparación debe incluir conocimientos y herramientas para ayudar a la sociedad en la gestión, el diseño y el desarrollo del entorno construido para una mayor población, al tiempo que se hace un uso más eficiente del agua, el suelo, los materiales y la energía; y se buscan alternativas para gestionar los subproductos de las actividades humanas y evitar la contaminación[130].

Cambio climático: El clima de la tierra ha cambiado a lo largo de la historia y actualmente se encuentra en un período de calentamiento. Esto implica fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes, y será necesario que la humanidad se adapte. El aumento de la escasez de agua será probablemente uno de los impactos más graves del crecimiento de la población y el cambio climático, y la agricultura y las ciudades ubicadas en regiones áridas sentirán de manera más aguda los efectos de este cambio. La reutilización del agua residual se convertirá en la norma y comenzará la reutilización directa de agua potable a gran escala. Cada vez habrá que buscar diferentes fuentes de suministro, adecuadas a diferentes usos[131]. Según lo anterior, los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental deberán mejorar su competencia relacionada con la reutilización, desinfección y distribución del agua. También necesitarán nuevas habilidades para hacer frente a las condiciones climáticas y meteorológicas adversas. La planificación, diseño, construcción y operación de proyectos de recursos hídricos será cada vez más desafiante pero así mismo más importante[132].

[128] Ports, M. A., Zimbelman, D., Nanda, S., & Heaney, J. P. (2008). Water Resources Engineering (WRE) Body of Knowledge (BOOK). Retrieved from Virgina, USA.
[129] UNESCO, W. (2021). United Nations World Water Development Report (UN WWDR 2021): 'Valuing Water'. Retrieved from Paris.
[130] Ibíd.
[131] UNESCO-WAPP. (2020). United Nations World Water Development Report (UN WWDR 2020): 'Water and Climate Change' Retrieved from Paris.
[132] Ports, M. A., Zimbelman, D., Nanda, S., & Heaney, J. P. (2008). Water Resources Engineering (WRE) Body of Knowledge (BOOK). Retrieved from Virgina, USA.

Poblaciones en desventaja: El agua potable y el saneamiento ambiental están intrínsecamente relacionados. Gran parte de la población mundial aún no tiene acceso ni a agua potable ni a instalaciones de saneamiento adecuadas. Según W. UNESCO (2021)[133]:

•Aproximadamente 2500 millones de personas no tienen acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas, y 1100 millones de personas carecen de acceso a agua potable.
•Para 2025, casi 2000 millones de personas vivirán en regiones de absoluta escasez de agua, y dos tercios de la población mundial podrían estar bajo condiciones de estrés hídrico.
•En la actualidad, las enfermedades diarreicas transmitidas por el agua: i) matan a 2.5 millones de personas por año, en su mayoría niños menores de cinco años; representan alrededor del 5.7% de la carga mundial de morbilidad con 4 mil millones de casos por año; representan el 21% de las muertes de niños menores de cinco años en los países en desarrollo.

Las cifras expuestas muestran que los problemas de escasez de agua, saneamiento y salud son más graves en los países en desarrollo y para poblaciones vulnerables[134], y estos problemas persistentes requieren que los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental tengan la formación para intervenir en estos contextos, apoyando la solución de estos problemas.

Sostenibilidad: La ingeniería sostenible satisface las necesidades humanas mediante el uso de recursos, productos industriales, energía, alimentos, transporte, refugio y una gestión eficaz de residuos, conservando y mejorando la calidad ambiental y la base de recursos naturales esenciales para el futuro. Con el agotamiento y deterioro de los recursos, cada vez más, la humanidad toma conciencia de la importancia de la sostenibilidad y toma medidas considerando sus premisas[135]. Los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental deberán diseñar e implementar acciones que mejoren la sostenibilidad, concentrando sus esfuerzos en la sostenibilidad del aprovechamiento del agua, en todas sus dimensiones.

Trabajo interdisciplinario: abordar los impactos ambientales del crecimiento de la población, el agotamiento de los recursos, el cambio climático, la escasez de agua y el saneamiento requerirá un enfoque de equipo, donde confluyan muchas especialidades de ingeniería, así como científicos, políticos, personal gubernamental y una variedad de partes interesadas. El magíster en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental debe estar equipado para liderar y coordinar equipos interdisciplinarios para abordar estos retos, a partir de su amplitud técnica para relacionarse con ingenieros y especialistas de otras disciplinas, y amplitud no técnica para relacionarse positivamente con personas no profesionales que constituyan partes interesadas en los problemas a abordar[136].

Por otra parte, en el estudio de la Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, a diferentes niveles de formación, la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE por sus siglas en inglés) presenta los aspectos que deben considerarse para la formación[137]:

Fundamentación en conocimientos básicos de matemáticas y ciencias: Se requiere de una base sólida en matemáticas, física, química, biología, ecología y ciencias de la tierra, principios de conservación de masa y

[133] UNESCO, W. (2021). United Nations World Water Development Report (UN WWDR 2021): 'Valuing Water'. Retrieved from Paris.
[134] UNESCO-WAPP. (2019). United Nations World Water Development Report (WWDR 2019): Leaving no one behind. Retrieved from Paris.
[135] Ports, M. A., Zimbelman, D., Nanda, S., & Heaney, J. P. (2008). Water Resources Engineering (WRE) Body of Knowledge (BOOK). Retrieved from Virgina, USA.
[136] Ibíd.
[137] Ibíd.

energía; fenómenos de transporte. El dominio de estos conocimientos es esencial para analizar sistemas naturales y diseñar, construir y administrar sistemas de ingeniería del agua.

Diseño y ejecución de experimentos: la ejecución de experimentos desarrolla la habilidad para formular hipótesis, recopilar datos, generar, analizar información y obtener conclusiones que puedan ser aplicadas en el análisis de situaciones o en el diseño de infraestructura hídrica. Los experimentos pueden realizarse en campo, laboratorio o pueden involucrar simulación numérica. Estos experimentos implican algunas mediciones o simulaciones directas de las características físicas, químicas y biológicas del agua, el aire y el suelo o los procesos utilizados en su tratamiento, remediación o restauración.

Manejo de herramientas de ingeniería moderna: Se requiere la aplicación de herramientas modernas para analizar problemas y crear soluciones y diseños. Tales herramientas incluyen, por ejemplo: herramientas y técnicas de medición, lenguajes de programación y software para gráficos, Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelado, análisis estadístico y análisis de riesgos.

Diseño de sistemas de ingeniería de recursos hídricos: Desarrollo de conocimientos y habilidades en especialidades asociadas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua, plantas de potabilización, plantas de tratamiento de aguas residuales.

Evaluación de riesgos: evaluación de los riesgos asociados con la exposición a peligros físicos, químicos y biológicos para el ambiente, la salud pública, el bienestar y la seguridad. La evaluación incluye la definición del contexto y el sistema, la evaluación de la exposición, la identificación de peligros y la cuantificación y evaluación del riesgo en relación con los criterios especificados. Estas evaluaciones se utilizan para determinar qué se puede hacer, las opciones disponibles y las compensaciones asociadas en términos de costo, beneficio y riesgo, y los impactos de las decisiones sobre las opciones futuras para desarrollar una estrategia de gestión de riesgos.

Formulación de problemas y análisis conceptual: identificación de problemas, obtención de conocimientos previos, evaluación de la situación de la ingeniería, articulación del problema a través de la comunicación técnica (escrita y oral), formulación de enfoques alternativos, evaluación de alternativas y recomendación de soluciones viables. Los enfoques deben incluir análisis de sistemas, desarrollo de soluciones, tanto tradicionales como creativas; evaluación de soluciones alternativas y sus consecuencias ambientales y económicas; aplicación de procesos iterativos y selección de la (s) solución (es) más apropiada, empleando pensamiento crítico y síntesis de conocimientos fundamentales apropiados para la ingeniería de recursos.

Sostenibilidad: Integración de criterios de sostenibilidad en el análisis de sistemas de ingeniería, basado en un conocimiento suficiente de los procesos de los sistemas naturales, para ayudar a definir el grado de alteración ambiental que puede resultar de diferentes sistemas diseñados. Al mismo tiempo, también deben integrar principios de sostenibilidad en los sistemas de ingeniería que ellos mismos diseñan, construyen u operan para proteger el medio ambiente y la salud y el bienestar humanos.

Comprensión de aspectos globales y contemporáneos: Los asuntos contemporáneos son problemas y temas de importancia emergente o descubrimiento reciente. La globalización se refiere a una integración de procesos o sistemas de entrega que trasciende las diferencias nacionales, culturales y lingüísticas. El magister en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental debe poder funcionar en un sistema para la ejecución de proyectos de ingeniería y la práctica de servicios, teniendo en cuenta la adecuación cultural de la tecnología. Además, debe ser consciente de los problemas contemporáneos emergentes y de su impacto en el profesional.

Trabajo en equipos multidisciplinarios: El magíster en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental debe estar expuesto a experiencias de aprendizaje que le permitan contar con habilidades para trabajar con profesionales de una variedad de disciplinas, a partir de su comprensión sobre la formación y evolución del equipo, las características individuales, la dinámica del equipo, la colaboración entre diversas disciplinas, la resolución de problemas y la gestión del tiempo; debe ser capaz de fomentar e integrar la diversidad de perspectivas, conocimientos y experiencias.

Comunicación efectiva: El magíster en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental debe haberse formado con la capacidad para comunicarse utilizando medios verbales, escritos, virtuales y gráficos, que le permitan describir conceptos, problemas de impacto ambiental, y proyectos que afecten al medio ambiente. El magíster debe ser capaz de comunicarse con audiencias técnicas y no técnicas, pues frecuentemente este profesional es quien tiene el rol de facilitar la comprensión e interpretación por parte del público de las políticas, los problemas y la implementación de planes para proyectos relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento.

Aprendizaje permanente: El campo de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental está en constante desarrollo, pues las preocupaciones ambientales se multiplican con la complejidad adicional de la sociedad y con el desarrollo y uso de materiales más complejos que con frecuencia son tóxicos o perjudiciales al medio ambiente y a la salud, el bienestar y la seguridad humana. La demanda de eficiencia en los procesos, incluidos los procesos para la gestión de riesgos ambientales, requiere conciencia de los impactos y desarrollo de tecnología; en consecuencia, en la formación de estos magísteres, se requiere incorporar estrategias que permitan el aprendizaje a lo largo de la vida para que se mantengan actualizados para enfrentar los retos emergentes de la profesión.

- Abordaje de los elementos expuestos en el programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la Universidad Industrial de Santander

En respuesta a los desafíos globales asociados al agua y el saneamiento, la historia, las tendencias y las necesidades de formación del campo, el programa propuesto se alinea con el compromiso de la sostenibilidad, teniendo en cuenta que los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental desempeñan un rol vital para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)[138], en particular el ODS6 "del Agua", y que con el progreso en este objetivo, se contribuye con la consecución de muchos de los otros ODS.

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental contribuye a la consecución del ODS 6 con las metas 6.1, 6.2 y 6.3, a través de la formación de profesionales en las líneas de profundización de abasto de agua y tratamiento de aguas residuales, al proveer conocimientos, habilidades y destrezas para diseñar, construir, administrar, operar y mantener tecnologías que mejoran el acceso a servicios básicos como agua limpia y saneamiento. Se abordarán para ello soluciones tradicionales, así como enfoques innovadores y nuevas tecnologías. Con las líneas de profundización de modelación de aguas superficiales y modelación de aguas subterráneas, se contribuye con el objetivo 6.4 de aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua. El programa cuenta con la actividad académica de Gestión del Recurso Hídrico, en la cual se ofrecen conocimientos, herramientas y habilidades para materializar este enfoque (meta 6.5 de los ODS), que aporta los elementos requeridos para implementar soluciones holísticas para el desarrollo y adaptación de infraestructura sostenible, considerando múltiples dimensiones, sectores y actores.

[138] UN. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations (UN).

En el programa, la fundamentación con conceptos básicos, se incorpora al definir en el perfil de ingreso, el tipo de profesionales que pueden ingresar a la maestría. Por el carácter interdisciplinario, las actividades académicas de fundamentación como Hidrología y Clima, Química Ambiental y Procesos Ambientales, son pensadas para la nivelación de saberes, teniendo en cuenta la formación de base variada de los estudiantes.

El diseño de sistemas de ingeniería de recursos hídricos se atiende directamente con formación en las líneas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales, donde los estudiantes desarrollan conocimientos y habilidades en especialidades asociadas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua, plantas de potabilización y plantas de tratamiento de aguas residuales. En la actividad académica de hidrología y clima se estudiarán la variabilidad y el cambio climático, de tal manera que su conocimiento apoye la planificación y el diseño de infraestructura resiliente, así como de estrategias de adaptación en diferentes ámbitos. La evaluación de riesgos se aborda en el currículo con las líneas de modelación de aguas superficiales y modelación del agua subterránea.

En las diferentes actividades académicas se ofrecerán espacios de formación para incorporar a la planificación y diseño de infraestructura, la integración de nuevas tecnologías como herramientas TIC, Internet de las cosas (IoT), uso de sensores para infraestructura más inteligentes, seguras y sostenibles, y analítica de datos. Se propenderá por el apoyo en herramientas como el modelado geoespacial integrado para la planificación de infraestructura de agua. Para esto, además, se cuenta con la actividad académica de sistemas de información geográfica en el bloque de Fundamentación. Se transversalizarán los principios de economía circular donde las salidas y los productos pueden convertirse en entradas en otros procesos y productos, conservando así los recursos, para la gestión eficaz de los recursos hídricos, el reúso y aprovechamiento de subproductos derivados del tratamiento de aguas.

El diseño y ejecución de experimentos; el manejo de herramientas modernas; la formulación de problemas y análisis conceptual; la sostenibilidad; la comprensión de aspectos globales y contemporáneos; el trabajo en equipos multidisciplinarios; la comunicación efectiva y el aprendizaje permanente, son transversales a la formación de la maestría, y se abordan en las diferentes actividades académicas del programa, en los diferentes niveles. No obstante, en la actividad académica de Gestión del Recurso Hídrico el abordaje de estos aspectos se hará de manera explícita y directa dentro de los contenidos y las experiencias de aprendizaje.

En la formación de los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental, incorporando criterios de sostenibilidad, los enfoques pedagógicos preferidos serán: i) el enfoque centrado en el estudiante, donde los alumnos serán considerados aprendices autónomos y se enfatizará en el desarrollo activo del conocimiento; y ii) el aprendizaje basado en problemas, donde se proveerá a los estudiantes espacios para aprender a analizar y resolver problemas, y ser capaces de trabajar colaborativamente en equipo. Se propenderá porque los problemas sean complejos, es decir, pobremente definidos, con soluciones abiertas, desarrollados a través de estrategias trabajo interdisciplinario, y que combinen el análisis de las dimensiones sociales, económicas y ambientales, junto con el conocimiento técnico[139].

Se promoverán experiencias de aprendizaje en las cuales los estudiantes desarrollen la habilidad para aprender y adaptarse a nuevas tecnologías emergentes, teniendo en cuenta que muchos de los conceptos básicos de la ingeniería siguen siendo los mismos, pero es necesario adquirir continuamente nuevos conocimientos y habilidades, y actualizar las habilidades existentes para integrar competencias individuales y de equipo.

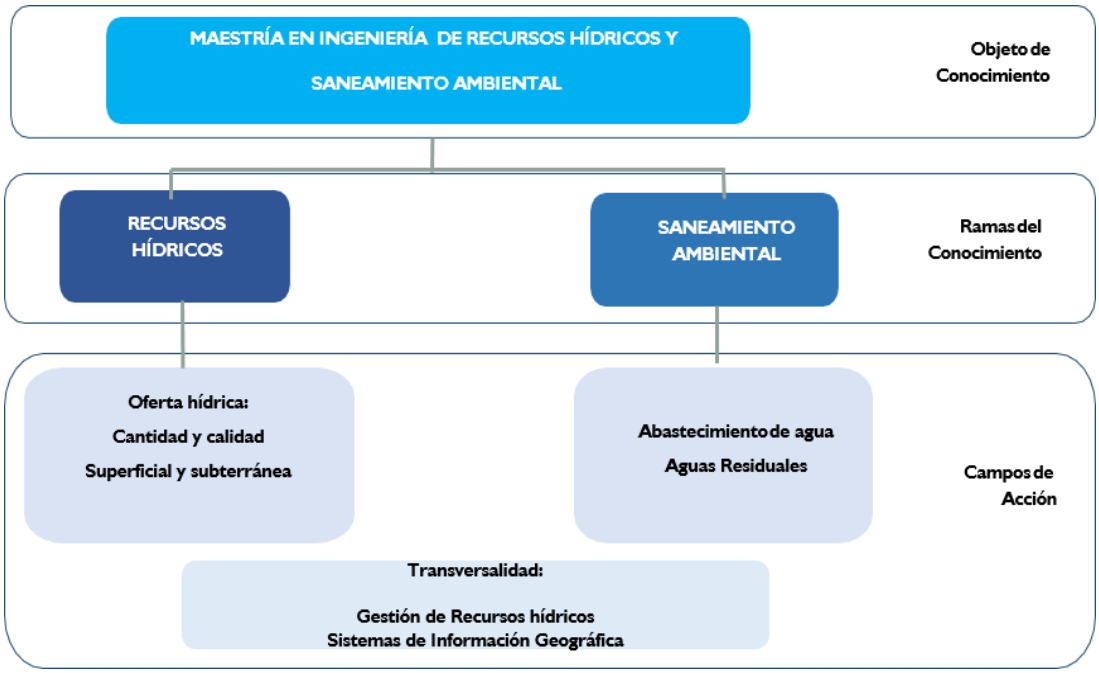
[139] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Estos propósitos pueden verse evidenciados en los siguientes apartados, así como en los contenidos programáticos de las actividades académicas en el Anexo 1.

### 5.2.1 ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL SABER

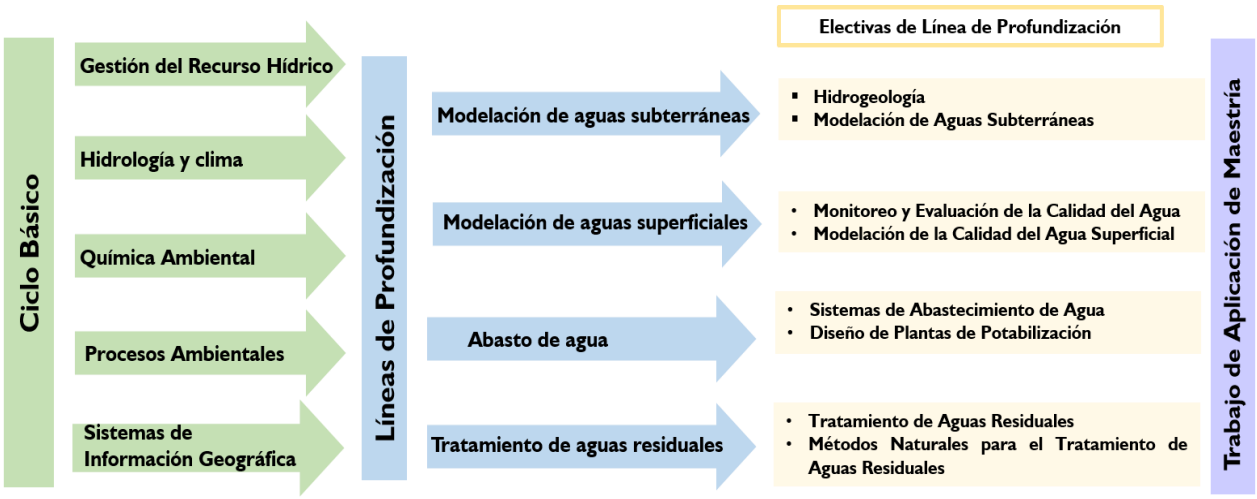
La estructura conceptual del saber de la Maestría se fundamenta en dos ramas del conocimiento: los recursos hídricos y saneamiento ambiental. Los campos de acción definidos dentro de la rama de recurso hídrico, son el análisis de la oferta y demanda de agua en cantidad y calidad, la modelación de la calidad del agua superficial y subterránea. En relación con el saneamiento ambiental, los estudios se enfocan en el abastecimiento de agua, y la prevención y control de la contaminación por las aguas residuales. La gestión de recursos hídricos y los sistemas de información geográfica son transversales a las dos ramas del conocimiento. La Figura 3 muestra la estructura conceptual del saber.

Figura 3. Estructura Conceptual del Saber de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental




De la fundamentación anterior se desprenden las componentes del plan de estudios y la ruta de aprendizaje, es decir: i) el ciclo básico, ii) las líneas de profundización, y iii) el trabajo de aplicación. La interacción de cada una de estas partes logra abordar los campos de acción definidos y la adquisición de las competencias necesarias para solucionar problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. La Figura 4 muestra la estructura conceptual específica del Programa.

Figura 4. Estructura conceptual específica de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental




## 5.3 OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA

La Maestría estudia los recursos hídricos y el saneamiento ambiental fundamentado en la comprensión de los fenómenos hidrológicos y de los procesos ambientales a escalas de análisis adecuadas, y la aplicación de estos conceptos en la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua para consumo humano; y, la prevención y el control de la contaminación por vertimientos de aguas residuales, bajo enfoques de Sostenibilidad, Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Servicios Ecosistémicos.

## 5.4 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

### 5.4.1 PROPÓSITO GENERAL

Formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental puedan contribuir con la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua; y, la prevención y el control de la contaminación por vertimientos de aguas residuales, bajo enfoques de Sostenibilidad, Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Servicios Ecosistémicos.

### 5.4.2 PROPÓSITOS ESPECÍFICOS

- Formar profesionales que participen en la planeación, formulación, gestión, ejecución y evaluación de proyectos relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental.

- Favorecer la aplicación de conocimientos, métodos, tecnologías y herramientas acordes al contexto, para la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua para consumo humano, la prevención y control de vertimientos por aguas residuales.

- Promover el desarrollo de habilidades para la solución técnica de problemas relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental, sin dejar de lado consideraciones de las dimensiones sociales, económicas, normativas e institucionales.

- Desarrollar en los profesionales habilidades para el trabajo colaborativo en equipos interdisciplinarios, y para incorporar la participación de diversos actores en la búsqueda de soluciones a los problemas relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental

- Fomentar el aprendizaje de forma continua y autónoma de teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

## 5.5 COMPONENTE FORMATIVO

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental está diseñada con tres bloques de formación, acorde con el desarrollo o consolidación de competencias para el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa. Los bloques de formación corresponden a:

- **Bloque de Fundamentación:** En el que el estudiante adquiere los conceptos teóricos y prácticos fundamentales necesarios para abordar la ingeniería del recurso hídrico y el saneamiento ambiental. Está constituido por dieciocho (18) créditos.

- **Bloque de Profundización.** Donde el estudiante ahonda en temas disciplinares de su elección disponibles en las actividades académicas electivas; abarca un total de dieciocho (18) créditos.

- **Bloque Avanzado.** Conformado por las actividades académicas Seminario de profundización I, II, III y IV, Propuesta de Trabajo de Grado, y Trabajo de grado I y II, donde el estudiante aplica el conocimiento adquirido en su proceso formativo para el desarrollo de su trabajo de aplicación; engloba un total de dieciséis (16) créditos.

Adicionalmente, el Programa promueve la formación integral en dos niveles. En un nivel, articulado a las actividades académicas Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Sistemas de Información Geográfica, incluidas en el bloque de fundamentación, donde se busca complementar la formación técnica de los estudiantes, proporcionándoles una perspectiva de elementos clave para contribuir con soluciones a los problemas del recurso hídrico, desde las dimensiones: social, económica, política e institucional. En el otro nivel, integrado al macrocurrículo institucional, de manera que los estudiantes tienen a su disposición otros ambientes y experiencias de aprendizaje, tales como actividades culturales, deportivas y artísticas, cátedras magistrales, programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas, organizadas por las diferentes dependencias de la Universidad, promoviendo el desarrollo armónico de los maestrandos en todas sus dimensiones. Estas actividades no están incluidas explícitamente en el plan de estudios y por lo tanto no tienen asignación de créditos académicos, no obstante, son divulgadas constantemente a través de los medios de comunicación institucionales y del programa de manera que los estudiantes tengan conocimiento y puedan participar en ellas.

### 5.5.1 PLAN DE ESTUDIOS

#### 5.5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN VIGENTE

El Plan de estudios actual se presenta en las Tablas 10 y 11, conformado por cuatro semestres académicos, 50 créditos, 590 HIP y 1770 HTI, así:

Tabla 10 Plan de estudios vigente de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisitos | Evaluación | Obligatoria o electiva | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 28469 | Química ambiental | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28470 | Procesos ambientales | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28471 | Gestión de recursos hídricos | 30 | | 90 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28472 | Hidrología aplicada | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28473 | Propuesta de trabajo I | 10 | | 30 | 1 | | -Cualitativa- | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL I** | | | **160** | | **480** | **13** | | | | |
| II | | Electiva I | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva II | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | 28474 | Sistemas de Información Geográfica | 30 | | 90 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28475 | Seminario de profundización I | 20 | | 60 | 2 | 28473 | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28476 | Propuesta de trabajo II | 30 | | 90 | 3 | 28473 | -Cualitativa- | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL II** | | | **160** | | **480** | **14** | | | | |
| III | | Electiva III | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva IV | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | 28477 | Seminario de profundización II | 32 | | 96 | 3 | 28475 | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28478 | Trabajo de grado I | 48 | | 144 | 4 | 28476 | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL III** | | | **160** | | **480** | **13** | | | | |
| IV | 28479 | Gestión de proyectos | 30 | | 90 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28480 | Trabajo de grado II | 80 | | 240 | 7 | 28478 | -Cualitativa- | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL IV** | | | **110** | | **330** | **10** | | | | |
| **TOTAL, PROGRAMA** | | | **590** | | **1770** | **50** | | | | |

| Nivel | Créditos Académicos |
|---|---|
| I | 13 |
| 2 | 14 |
| 3 | 13 |
| 4 | 10 |
| Total | **50** |

Tabla 11 Actividades electivas vigentes de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Código | Actividad Académica | Horas /periodo HIP Teóricas | HIP Prácticas | HTI | Créditos | Requisito | Tipo de evaluación | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28482 | Manejo de Inundaciones | 40 | | 120 | 3 | 28472 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28483 | Hidrogeología | 40 | | 120 | 3 | 28472 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28484 | Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua | 40 | | 120 | 3 | 28469<br>28470<br>28472 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28485 | Gestión de Residuos Sólidos | 40 | | 120 | 3 | 28469<br>28470 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28481 | Tratamiento de aguas residuales | 40 | | 120 | 3 | 28469 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |

| Código | Actividad Académica | Horas /periodo HIP | | HTI | Créditos | Requisito | Tipo de evaluación | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Teóricas | Prácticas | | | | | |
| | | | | | | 28470 | | |
| 28486 | Sistemas de abastecimiento de agua | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28492 | Modelación de la calidad del agua superficial | 40 | | 120 | 3 | 28484 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28487 | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 40 | | 120 | 3 | 28481 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28488 | Drenaje urbano | 40 | | 120 | 3 | 28482 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28489 | Modelación de aguas subterráneas | 40 | | 120 | 3 | 28483 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28490 | Diseño de sistemas de tratamiento y disposición final de residuos | 40 | | 120 | 3 | 28485 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28491 | Diseño de plantas de potabilización | 40 | | 120 | 3 | 28486 28469 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |

#### 5.5.1.2 REFORMA REALIZADA AL PLAN DE ESTUDIOS

La reforma académica de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, estuvo motivada por los resultados obtenidos en el proceso de autoevaluación del programa (cf. Anexo IX) y las constantes evaluaciones de calidad en el aula, llevados a cabo durante el periodo de vigencia del registro calificado, junto con la opinión de profesionales interesados en el programa (cf. Anexo VII). Para llevar a cabo el proceso de reforma se tuvo en cuenta la normativa nacional reglamentada mediante el Decreto No. 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), y la Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020 del MEN que establece los parámetros de autoevaluación, verificación y evaluación de las condiciones de calidad para la obtención, modificación y renovación del registro calificado, así como la Guía Transitoria del Consejo Académico para la Construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021, y el renovado Modelo Pedagógico Institucional junto con los lineamientos curriculares para su implementación[140].

Las modificaciones realizadas al plan de estudios de la Maestría corresponden a:

- Revisión del número de créditos de actividades académicas y sus correspondientes Horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor (HIP) y de Horas de trabajo independiente del estudiante (HTI). Se revisaron y modificaron las actividades académicas para adecuar los tiempos apropiadamente, de manera que se desarrollen o consoliden las competencias propuestas en cada una de ellas, contribuyendo al logro de los resultados de aprendizaje propuestos:
  - Química ambiental: se aumentó en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos.
  - Procesos ambientales: se aumentó en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos.
  - Hidrología aplicada: se modificó su denominación, alcance y contenido, aumentando en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos. Así mismo, cambio del nivel 1 al 2.
  - Cambio de nombre de Seminario de profundización II a Seminario de profundización III. Además, se redujo en 12 horas HIP y 36 HTI, disminuyendo el número de créditos de 3 a 2.

[140] Universidad Industrial de Santander. Consejo Académico. Acuerdo No. 023 de 2022. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.

  - Cambio de nombre de Propuesta de trabajo II a Propuesta de Trabajo de Grado. Además, se redujo en 14 HIP y 34 HTI, disminuyendo de 3 a 2 créditos.
  - Trabajo de grado I: se redujo en 32 horas HIP y 88 HTI, acotándose el número de créditos de 4 a 2.
  - Trabajo de grado II: se redujo en 48 horas HIP y 96 HTI, reduciéndose el número de créditos de 7 a 4.
- Cambio de denominación de Propuesta de trabajo de grado I a Seminario de profundización I.
- Cambio de nombre de Seminario de profundización I a Seminario de profundización II
- Creación de la actividad académica Seminario de Profundización IV como estrategia para ayudar al estudiante en el avance y finalización de su trabajo de grado. Los créditos de esta actividad académica fueron cubiertos con los créditos reducidos de las actividades académicas Seminario de profundización II y Trabajo de grado I.
- Revisión y ajuste adecuadamente de HIP y HTI, en Gestión de Recursos Hídricos: aumentando en 10 HIP y 16 HTI; Sistemas de información geográfica: aumentando en 30 HTI.
- Aumento del número de electivas a cursar por los estudiantes dentro del plan de estudios, creándose las Electivas V y VI, con el fin de fortalecer la formación integral de los estudiantes y el desarrollo de competencias.
- Eliminación de la actividad académica Gestión de Proyectos: con el objeto de liberar horas que pudieran ser asignadas a las actividades académicas del componente de ingeniería, tanto en el bloque de fundamentación como en electivas, dada la decisión de fortalecer la formación y desarrollo de competencias reforzando el enfoque ingenieril, teniendo en cuenta además que la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con una especialización en Gerencia de proyectos de construcción, donde las personas interesadas pueden ahondar en la formación en el área de gestión.
- Aumento del número de créditos académicos del programa, pasando de 50 a 52 créditos, acorde con las modificaciones que se mencionaron en las viñetas precedentes.

Adicionalmente, todos los contenidos programáticos de las actividades académicas del plan de estudios se actualizaron, revisando las HIP para establecer las horas teóricas y prácticas, los propósitos, competencias, contenido, estrategias de enseñanza y aprendizaje, indicadores de logro de aprendizaje, estrategias de evaluación y bibliografía, de manera que se garantice la articulación del currículo para el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa.

Las actividades académicas excluidas, incluidas y modificadas del plan de estudios se presentan en detalle en las Tablas 12 a 14.

Tabla 12 Actividades académicas excluidas

| Nivel | Código | Actividad Académica |
|---|---|---|
| 4 | 28479 | Gestión de Proyectos |

Tabla 13 Actividades académicas incluidas y/o modificadas

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisitos | I o M* | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | Química Ambiental | 38 | 12 | 150 | 4 | | M | Aumentó créditos de 3 a 4 |
| I | | Procesos Ambientales | 38 | 12 | 150 | 4 | | M | Aumentó créditos de 3 a 4 |
| I | | Gestión de Recursos Hídricos | 30 | 10 | 106 | 3 | | M | Aumentó en 10 HIP y 16 HTI |

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | P | HTI | Créditos | Requisitos | I o M* | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | Seminario de profundización I | 10 | 10 | 60 | 2 | | M | Se denominaba Propuesta de trabajo I. Aumentó el número de HIP, HTI, y créditos de 1 a 2 |
| II | | Hidrología y clima | 38 | 12 | 150 | 4 | | M | Se denominaba Hidrología aplicada, cambio del nivel I al II, y aumentó créditos de 3 a 4 |
| II | | Sistemas de Información Geográfica | 22 | 8 | 120 | 3 | | M | Aumentó en 30 HTI |
| II | | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | | 56 | 2 | | M | Se denominaba Propuesta de trabajo II. Redujo el número de HIP, HTI, y créditos de 3 a 2 |
| II | | Seminario de profundización II | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de profundización I | M | Se denominaba Seminario de profundización I |
| III | | Trabajo de grado I | 16 | | 56 | 2 | Propuesta de trabajo de Grado | M | Redujo créditos de 4 a 2 |
| III | | Seminario de profundización III | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de profundización II | I | Se denominaba Seminario de profundización II |
| IV | | Trabajo de grado II | 32 | | 144 | 4 | Trabajo de grado I | M | Redujo créditos de 7 a 4 |
| IV | | Seminario de profundización IV | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de profundización III | I | Se crea |
| IV | | Electiva V | 30 | 10 | 120 | 3 | | I | Se crea |
| IV | | Electiva VI | 30 | 10 | 120 | 3 | | I | Se crea |
| - | | Tratamiento de Aguas residuales | 30 | 10 | 120 | 3 | Procesos ambientales | M | Se modifican los requisitos de esta electiva |
| - | | Hidrogeología | 30 | 10 | 120 | 3 | Hidrología y clima | M | Se modifican los requisitos de esta electiva |
| - | | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | 30 | 10 | 120 | 3 | Procesos ambientales Hidrología y clima | M | Se modifican los requisitos de esta electiva |

*I: Inclusión; M: Modificación.

Tabla 14 Actividades académicas que cambian de nivel

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | P | HTI | Créditos | Requisitos | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | | Hidrología y clima | 38 | 12 | 150 | 4 | | Estaba en el nivel I y se denominaba Hidrología aplicada |
| III | | Electiva II | 30 | 10 | 120 | 3 | | Se cursaba en el II nivel y pasa a cursarse en el III nivel |

5.5.1.3 PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO

Para el diseño del plan de estudios del programa de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se siguieron los lineamientos establecidos en el Título V, Capítulo III del Reglamento General de Posgrados (Acuerdo No. 075 de 2013 del Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander), parágrafo 2. "*El plan de estudios para programas de maestría tendrá de cincuenta (50) a sesenta (60) créditos académicos*". En el caso de la Maestría se cuenta con cincuenta y dos (52) créditos académicos.

La dedicación del estudiante de la maestría se expresa en créditos académicos, que corresponden a la unidad que mide el tiempo estimado de actividad académica del estudiante. El crédito académico equivale a cuarenta y ocho (48) horas[141] totales de trabajo del estudiante, incluidas las horas académicas con acompañamiento docente y las horas que el estudiante empleará en actividades autónomas de formación e investigación para alcanzar las metas de aprendizaje propuestas en un período semestral de 16 semanas.

Según el Reglamento General de Posgrados[142] "*una hora de trabajo directo con el docente (HIP) supone hasta tres (3) horas de trabajo independiente (HTI) del estudiante de maestría de profundización",* cuya definición se deja a criterio de la Unidad Académica a la cual está adscrito el programa. Adicionalmente, los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos, señala que las actividades académicas Trabajo de grado I y II, otras opciones de grado de programas de especialización o maestrías de profundización pueden manejar una relación de hasta 1:20.

Es de aclarar que, las actividades académicas son unidades básicas de organización curricular en el plan de estudios que pueden ser seminarios de investigación, cátedras, prácticas, proyectos integradores, núcleos problémicos, retos, asignaturas, trabajo de grado y otras que surjan en los procesos de innovación pedagógica y curricular[143].

Teniendo en cuenta lo anterior, y las necesidades de formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, la relación HIP/HTI es de 1:3 para las actividades académicas tipo cátedras, electivas, y seminarios; para Propuesta de Trabajo de Grado y Trabajo de Grado I y II se consideró una relación HIP/HTI aproximada de 1:4, teniendo en cuenta que, para estas actividades, una hora de atención docente requiere más horas de trabajo independiente por parte del estudiante. Esta relación, además de estar considerada en los lineamientos institucionales, se propone a partir del conocimiento resultado de la realización de dos cohortes del programa, donde se ha evidenciado que, para la formulación de la propuesta de trabajo de grado y el trabajo de grado, esta relación dimensiona de manera adecuada la relación entre tiempo atención docente y trabajo independiente.

Las Tablas 15 y 16 muestran el plan de estudios y las actividades electivas propuestos para la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.

Tabla 15 Plan de estudios Propuesto Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisitos | Evaluación | Obligatoria o electiva | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | Química Ambiental | 38 | 12 | 150 | 4 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Procesos Ambientales | 38 | 12 | 150 | 4 | Química Ambiental | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Gestión de Recursos Hídricos | 30 | 10 | 106 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización I | 10 | 10 | 60 | 2 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL I** | | | **116** | **44** | **466** | **13** | | | | |

[141] Ministerio de Educación Nacional. Decreto 1330 de 2019, Sección 4, Art. 2.5.3.2.4.1.

[142] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art 96.

[143] Universidad Industrial de Santander (2021). Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS.

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | P | HTI | Créditos | Requisitos | Evaluación | Obligatoria o electiva | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | | Hidrología y clima | 38 | 12 | 150 | 4 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Sistemas de Información Geográfica | 22 | 8 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva I | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización II | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de Profundización I | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | | 56 | 2 | Seminario de Profundización I | Cualitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL II** | | | **116** | **40** | **506** | **14** | | | | |
| III | | Electiva II | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva III | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva IV | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización III | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de Profundización II | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Trabajo de Grado I | 16 | | 56 | 2 | Propuesta de Trabajo de Grado | Cualitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL III** | | | **116** | **40** | **476** | **13** | | | | |
| IV | | Electiva V | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva VI | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización IV | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de Profundización III | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Trabajo de Grado II | 32 | | 144 | 4 | Trabajo de Grado I | Cualitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL IV** | | | **102** | **30** | **444** | **12** | | | | |
| **TOTAL, PROGRAMA** | | | **450** | **154** | **1892** | **52** | | | | |

| Nivel | Créditos Académicos |
|---|---|
| 1 | 13 |
| 2 | 14 |
| 3 | 13 |
| 4 | 12 |
| Total | **52** |

El plan de estudios se encuentra conformado por:
Créditos: 52
Horas totales tipo HIP: 604 horas
Horas totales tipo HTI: 1892 horas

Tabla 16 Actividades Electivas Propuestas de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Código | Actividad Académica | Horas /Periodo HIP T | P | HTI | Créditos | Requisito | Tipo de evaluación | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tratamiento de aguas residuales | 30 | 10 | 120 | 3 | Procesos ambientales | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |

| Código | Actividad Académica | Horas /Periodo HIP T | P | HTI | Créditos | Requisito | Tipo de evaluación | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 30 | 10 | 120 | 3 | Tratamiento de aguas residuales | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Hidrogeología | 30 | 10 | 120 | 3 | Hidrología y clima | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Modelación de aguas subterráneas | 30 | 10 | 120 | 3 | Hidrogeología | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Sistemas de abastecimiento de agua | 30 | 10 | 120 | 3 | - | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Diseño de plantas de potabilización | 30 | 10 | 120 | 3 | Química ambiental Sistemas de abastecimiento de agua | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | 30 | 10 | 120 | 3 | Procesos ambientales Hidrología y clima | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Modelación de la calidad del agua superficial | 30 | 10 | 120 | 3 | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |

Nota: El semestre en que se cursarán las electivas depende de la elección de los estudiantes. No obstante, estas se toman a partir del semestre II y hasta el IV: 1 en el semestre II, 3 en el semestre III y 2 en el semestre IV. Es de aclarar que algunas tienen requisitos, por lo cual, el requisito define el orden en que algunas deben ser cursadas, por ejemplo: Tratamiento de aguas residuales va primero que métodos naturales.

### 5.5.1.4 TRAYECTORÍAS POSIBLES DE LOS ESTUDIANTES EN SU PROCESO FORMATIVO

Todos los estudiantes de la Maestría, deben seguir el plan de estudios que se presentó en los numerales precedentes, el cual varía según las actividades académicas electivas y la temática del trabajo de aplicación seleccionados por cada estudiante.

Respecto a las actividades académicas electivas que ofrecerá el programa, estas se ofertarán según consenso con los estudiantes; para ello, al iniciar cada cohorte, se consultará a los estudiantes sobre sus intereses de formación avanzada con el fin de que seleccionen en conjunto 3 líneas de profundización y sus respectivas electivas, de entre las 4 líneas que contempla el programa. Las líneas de profundización propuestas y sus respectivas electivas corresponden a:

1. Línea de Modelación de aguas subterráneas, Electivas: Hidrogeología, y Modelación de aguas subterráneas.

2. Línea de Modelación de aguas superficiales, Electivas: Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua, y Modelación de la calidad del agua superficial.

3. Línea de Abasto de agua, Electivas: Sistemas de abastecimiento de agua, y Diseño de plantas de potabilización.

4. Línea de Tratamiento de aguas residuales, Electivas: Tratamiento de Aguas residuales, y Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.

Se resalta que, respecto a la vigencia del último registro calificado, se mejora la flexibilidad curricular aumentando de 2 líneas de profundización a 3 para ser cursadas por los estudiantes.

En cuanto al trabajo de aplicación, el estudiante tiene la libertad de seleccionar la temática de su interés para desarrollar su trabajo de grado de entre los campos de formación y profundización definidos en la Maestría. En este sentido, los temas para trabajo de grado son propuestos por los mismos estudiantes, relacionados con sus trabajos, sus intereses, o las áreas de profundización de su preferencia, y el programa les asigna un supervisor que sea afín a esas áreas. Si el estudiante no tiene un interés específico, se le presentan temas relacionados con la investigación que se realiza en Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.

Como resultado de la implementación de las trayectorias que estaban vigentes en el plan de estudios durante la vigencia del registro calificado, los estudiantes seleccionaron y definieron su trabajo de grado en las líneas de:

Modelación de aguas superficiales: 4 estudiantes.
Manejo de inundaciones: 4 estudiantes.
Abastecimiento de agua:2 estudiantes.
Modelación de aguas subterráneas:2 estudiantes.
Tratamiento de aguas residuales: 4 estudiantes.
Modelación de calidad del aire:1 estudiante.

#### 5.5.1.5 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE FLEXIBILIZACIÓN DEL PROGRAMA Y AJUSTES PROPUESTOS

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, se ha diseñado como un programa flexible e interdisciplinario, que acoge los cambios planteados en los lineamientos institucionales definidos en el Plan de Desarrollo y el renovado Modelo Pedagógico (año 2021), en los que se promueve la importancia de garantizar la flexibilidad curricular en los programas de la Universidad Industrial de Santander, entendida esta como "*La organización de las experiencias y ambientes de aprendizaje en planes de estudio adaptables, centrados en el estudiante y en el proceso de aprendizaje, enfocados al desarrollo de las competencias genéricas, transversales y específicas requeridas para el ejercicio profesional, y el logro de los resultados de aprendizaje propuestos en la declaración de los propósitos de formación institucionales*". De acuerdo con lo anterior, las estrategias de flexibilización académicas, curriculares y pedagógicas corresponden a:

1) FLEXIBILIDAD ACADÉMICA

Según lo estipulado en el Reglamento General de Posgrados, aprobado según Acuerdo Superior 075 de 2013, se permite un nivel de flexibilización reflejado en:

Readmisión: Si el estudiante al culminar su período académico no se matricula en el siguiente período, o ha cancelado la matrícula dentro de los plazos fijados, podrá solicitar readmisión por escrito al coordinador del programa. El Comité Asesor de Programas de Posgrado conceptuará sobre la solicitud, y el Consejo de Escuela de Ingeniería Civil tomará la decisión correspondiente.

Cancelaciones e inclusiones: El estudiante de posgrado tiene derecho a modificar su matrícula, cancelando o incluyendo una (1) actividad académica del período académico en curso, siempre y cuando la cancelación o inclusión haya sido autorizada por el Comité Asesor de Programas de Posgrado, quede con al menos una (1) actividad académica matriculada y se realice únicamente dentro de las tres (3) primeras semanas de clase del respectivo período académico.

Transferencias: Un estudiante que esté cursando un programa académico de posgrado equivalente en otra institución de educación superior podrá solicitar transferencia siempre y cuando haya aprobado por lo menos 25% del programa en la otra institución de educación superior, y para obtener su título, el estudiante de transferencia deberá aprobar en la UIS por lo menos 25% de las actividades académicas, además de su trabajo de grado.

Adicional a lo estandarizado para todos los programas de posgrado de la institución, el programa plantea la flexibilidad académica mediante:

- Programación anticipada de las actividades académicas, intensidad horaria, inicio y finalización de los niveles del programa, de tal forma que el estudiante pueda organizar su tiempo de estudio acorde con sus situaciones, preferencias, posibilidades y habilidades.
- Espacios de trabajo independiente, necesarios en el análisis y la comprensión de las temáticas desarrolladas en las horas de interacción con el docente.
- Oportunidad de participar en las múltiples actividades académicas y de formación integral que ofrece la Universidad.
- Revisión y lectura previa de la bibliografía suministrada al inicio de las actividades académicas.
- Uso de la plataforma Moodle para suministrar los materiales de las actividades académicas (presentaciones, videos, bibliografía, syllabus, etc.) para facilitar el trabajo independiente.
- Amplia posibilidad de temáticas y metodologías para desarrollar el trabajo de aplicación.
- Posibilidad de direccionamiento de los trabajos de grado con apoyo de los grupos de investigación.

2) FLEXIBILIDAD CURRICULAR

- La estructuración del plan de estudios por medio de semestres académicos, permitiendo que el estudiante pueda orientar sus procesos y actividades académicas de manera gradual y consecuente, así como de contribuir con el desarrollo de competencias definidas para cada actividad académica.

- El plan de estudios incluye actividades académicas electivas que permiten que el estudiante enfoque su conocimiento en un área en particular, acorde con sus intereses de formación.

- El estudiante que haya cursado y aprobado actividades académicas en un programa de posgrado (maestría y doctorado), ya sea en la Universidad Industrial de Santander o en otra institución de reconocido prestigio, podrá solicitar el reconocimiento de las calificaciones obtenidas en dichas actividades académicas mientras el contenido y objetivo de estas sean concordantes con lo establecido en el respectivo programa de la UIS, según concepto del Comité Asesor de Programas de Posgrado, y hayan obtenido una calificación no menor que tres con cinco (3,5).[144]

Durante la vigencia del registro calificado, como resultado de la implementación de las estrategias de flexibilización curricular se cuenta con evidencia de homologación de actividades académicas por estudiantes tanto de la Maestría como de otros programas de la UIS. Adicionalmente, fruto de los procesos de autoevaluación y evaluación del programa por parte de estudiantes y profesionales interesados en la Maestría se propone en la reforma del plan de estudios presentada en este documento, la ampliación de la

[144] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art. 161.

flexibilidad curricular mediante la inclusión de mayor número de electivas dentro del plan de estudios, de tal forma que se pasó de 4 a 6 electivas a cursar por los estudiantes.

3) FLEXIBILIDAD PEDAGÓGICA

Se evidencia mediante:

- Diversidad de estrategias metodológicas utilizadas por los docentes del programa que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, como la lectura analítica de textos y material de referencia, los estudios de casos, la resolución de problemas, preguntas de reflexión que generen debates, informes escritos, trabajos en equipo, exposiciones, proyectos de actividades académicas, conferencias, talleres y trabajo con software libre.

- Presencia de grupos de investigación de soporte a la maestría, que posibilita la relación formación-investigación mediante las tutorías permanentes con docentes o investigadores.

- Acceso permanente a las bases de datos, brindándole al estudiante la posibilidad de complementar sus trabajos de investigación o extensión en las organizaciones donde laboran.

- Espacios físicos al servicio del programa, que ofrecen al estudiante la posibilidad de realizar actividades tanto académicas como extracurriculares, en ambientes propicios.

- Libertad del docente en la mediación para la construcción del conocimiento, a través de su intervención en la orientación de los procesos y el uso de las TIC.

Como resultado de la implementación de las estrategias de flexibilización pedagógica, en especial durante el periodo de pandemia por Covid-19, se planteó ajustar el programa en cuanto al espacio de interacción del estudiante con el docente, de manera que la mediación se realizará una semana de manera física en el campus durante el viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas tecnológicas adquiridas por la Universidad en los últimos dos años para este fin, en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

### 5.5.1.6 ESTRATEGIAS DE INTERDISCIPLINARIEDAD DEL PROGRAMA

El Proyecto Institucional[145] (PI) de la UIS promulga las políticas generales de la institución y las estrategias para lograr la implementación de estas. El PI se fundamenta en principios orientadores como la formación integral e innovación pedagógica, la investigación e innovación, la cultura de la excelencia académica, la cohesión social y construcción de comunidad, el diseño de soluciones compartidas y la democracia del conocimiento. La interdisciplinariedad se refiere a formas de relación entre los saberes que se posibilitan en la academia siempre y cuando los planes de estudio sean flexibles. En este sentido, la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental fomenta la interdisciplinaridad mediante:

a) perfil de ingreso al programa abierto a profesionales en ingeniería civil, ambiental, sanitaria, química, geológica y afines, geología y química, garantizando alrededor del desarrollo del programa la interacción permanente entre estudiantes con formación y desempeño en diferentes disciplinas;

[145] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 26 de 2018. Proyecto Institucional. Numerales 6.1., 6.2., 6.3., 6.4., 6.5., 6.6.

b) plan de estudios diseñado con un enfoque holístico, que reconoce la importancia de perspectivas de otras áreas del conocimiento en la búsqueda de soluciones sostenibles a las problemáticas del agua y el saneamiento. De manera específica, en el bloque de fundamentación se cuenta con la actividad académica de Gestión Integrada del Recurso Hídrico, que busca complementar la formación técnica de los estudiantes, proporcionándoles una perspectiva de elementos clave para contribuir con soluciones a los problemas del recurso hídrico y el saneamiento, desde las dimensiones: social, económica, política e institucional; donde además, se abordan herramientas de gestión específicas para materializar la integración de estas diferentes dimensiones. La docencia en esta actividad académica es compartida por profesionales de ingeniería y ciencias humanas. Así mismo, en las actividades académicas de tipo electivo típicamente se aborda la conexión entre el área de ingeniería objeto de estudio con aspectos sociales, ambientales, económicos, institucionales y político-normativos, relacionados con el recurso hídrico y el saneamiento ambiental;

c) el soporte de variados grupos de investigación que cuentan dentro de sus integrantes con profesores e investigadores de varias disciplinas, los cuales pueden dirigir trabajos de grado y ofrecer a los estudiantes una mirada interdisciplinaria para su desarrollo;

d) las actividades, cursos, conferencias o talleres en campos complementarios (políticos, académicos, culturales, artísticos) a los del programa, los cuales son ofrecidos por la Universidad o la Escuela de Ingeniería Civil, y son divulgados por el programa a los estudiantes.

Finalmente, para fomentar el trabajo interdisciplinario, la Institución ha establecido convenios con otras universidades nacionales y extranjeras, y ha diseñado programas de movilidad para los estudiantes, y para apoyar a los profesores de la UIS y profesores pares externos, para participar en eventos académico-científicos, dictar cursos, realizar investigación, entre otros.

#### 5.5.1.7 RESULTADOS DE LAS ACCIONES PARA GARANTIZAR LA FORMACIÓN INTEGRAL Y AJUSTES PROPUESTOS

Acorde con lo definido en el Proyecto Educativo del Programa, vigente durante el periodo del registro calificado, se realizaron las siguientes acciones para garantizar la formación integral de los estudiantes:

- El programa contó con el soporte directo de tres (3) grupos de investigación, clasificados por MinCiencias (Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental GPH, Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME, GEOMÁTICA - Gestión y optimización de sistemas,) como B, A, y B respectivamente[146], los cuales, han desarrollado, en la ventana de tiempo, 6 proyectos de investigación relacionados con el área de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, cuyos investigadores son profesores y/o directores de trabajos de aplicación del programa. Así mismo, ha contado con el apoyo de nueve (9) grupos de investigación pertenecientes tanto a la UIS, como a universidades prestigiosas a nivel nacional, tal como la Universidad del Valle, Universidad de Antioquia y Universidad Autónoma de Occidente, cuyos investigadores han participado en el programa como docentes o directores de trabajos de aplicación.

- Vinculación de docentes que se desempeñan en el sector empresarial como consultores o funcionarios de entidades públicas del área de la Maestría, quienes aportan su conocimiento, ya sea a través de la docencia o dirección de trabajos de aplicación para la formación integral de los estudiantes, contribuyendo al logro de los propósitos de formación del Programa.

[146] Resultados de la Convocatoria 833 de 2018 de MinCiencias.

- Fomento de la participación en eventos académicos, de tal forma que algunos estudiantes, a nivel particular, participaron en encuentros académicos de carácter nacional e internacional, tal como el I Encuentro Internacional de Extensión y I Conversatorio Latinoamericano de Cambio Climático, el VII Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP), la VI Plataforma Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres en las Américas, el Curso Proyecto de entrenamiento de la Herramienta HYDRO-BID del Banco Interamericano de Desarrollo, entre otros, demostrando el interés por la formación permanente o para toda la vida que promueve el programa.

- Organización de 21 eventos académicos por parte de la Escuela de Ingeniería Civil, en los que se invitó a todos los estudiantes de los programas adscritos a la Escuela, entre ellos la Maestría, en los que se analizan cambios en la ciencia mundial, aspectos relevantes del entorno social y económico del país o de la región, temas ambientales que definen necesidades de desarrollo que la ciencia y la sociedad confrontan, entre otros. En estos espacios participaron profesores tanto del ámbito nacional como internacional, lo cual contribuye a la interacción de los estudiantes con el entorno.

- Dentro del proceso de enseñanza, el programa incentivó el uso de una lengua extranjera a través de la utilización de material bibliográfico y de lectura, preferiblemente en inglés, en todas las actividades académicas. Adicionalmente, algunos profesores utilizaron materiales de apoyo en idioma inglés (diapositivas, videos, entre otros). Asimismo, el Programa fomentó la visita de expertos o profesores de universidades e instituciones extranjeras para dictar cursos, conferencias, entre otros, quienes interactúan durante su estadía en idioma inglés.

- Interacción con profesionales de diferentes disciplinas en su proceso formativo, para ello se admitieron profesionales de ingeniería civil, ingeniería química, ingeniería ambiental, geología, y química, quienes desde sus puntos de vista y conocimientos enriquecieron el abordaje y la discusión de las distintas temáticas del plan de estudios.

Por otra parte, como fruto de la autoevaluación de programa, y según la renovada proyección institucional realizada en los años 2018-2021, se ha acogido en la reforma del programa el nuevo marco para la formación integral de los estudiantes, en el cual la formación integral es un compromiso expreso de la Universidad Industrial de Santander en su misión institucional, base conceptual de su Proyecto Institucional, la cual se concreta en el Modelo Pedagógico UIS21, y se materializa *transversalmente* en las propuestas curriculares de los programas. Con ello, la Universidad promueve el despliegue de características de alta calidad en los programas académicos, como la interdisciplinariedad, flexibilidad, internacionalización e interculturalidad, así como la integración curricular, honrando la declaración misional por una formación para la investigación e innovación, la ética, la ciudadanía y la interculturalidad vistas desde un enfoque diferencial[147].

Para ello, se plantea que en la Universidad *la formación integral desde la mirada de la transversalidad* se logre con el compromiso de los programas académicos con:

1. Un currículo caracterizado por la interdisciplinariedad e integridad, la flexibilidad, la internacionalización y la pertinencia.

[147] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 023 de 2022. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.

2. La concreción de estrategias curriculares orientadas al logro de los perfiles de egreso de los programas, donde se declaran "los atributos, conocimientos, habilidades y actitudes" de un egresado al integrarse a su campo profesional.

3. A través de los ejes transversales que deben estar presentes dentro de las estructuras curriculares de los programas de formación, a saber:

- La formación ciudadana, ética, política y social.
- La formación cultural y para el desarrollo de la sensibilidad estética y la comprensión crítica del patrimonio cultural que contribuya a su protección, conservación y divulgación.
- La formación lingüística tanto en lengua materna como en segunda lengua.
- El desarrollo físico y mental de la persona armónicamente concebido respecto del cuidado del medio ambiente.
- La formación en competencias digitales para el uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación TIC y de las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento TAC.
- El desarrollo de competencias para la Comunicación y la Gestión de la información.
- La formación para la investigación y la innovación.

4. La inclusión de actividades de apoyo como:

- Las cátedras institucionales.
- Las experiencias de movilidad nacional o internacional.
- Participación en grupos culturales o deportivos.
- Las actividades de extensión que las Escuelas, Facultades o la Universidad programen.
- Programas de bienestar universitario como Vecinos y amigos y Desafío UIS.
- Programa de Emprendimiento de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.
- Programas para el desarrollo integral de los estudiantes ofrecidos por la División de Bienestar Estudiantil.

5. El diseño y rediseño de programas académicos que ofrecen el tiempo para que los estudiantes puedan participar de las experiencias de aprendizaje que brinda la universidad en los diferentes ámbitos curriculares.

6. La divulgación en la comunidad educativa de los procesos, programas, actividades y demás acciones de formación complementaria ofrecidas por la institución.

#### 5.5.1.8 REQUISITOS Y CONDICIONES PARA QUE EL ESTUDIANTE PUEDA CUMPLIR CON EL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

Según lo establecido en el Reglamento General de Posgrados[148], adicionalmente a la aprobación de los créditos académicos del plan de estudios del programa, para optar a un título de maestría, el estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos:

a) Tener un promedio acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50).
b) Haber recibido nota "aprobado" en el trabajo de grado.
b) Cancelar los derechos de grado exigidos por la Universidad Industrial de Santander y encontrarse a paz y salvo por todo concepto.

[148] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Artículo 114.

c) Presentar certificación u homologación, por parte del Instituto de lenguas UIS, de un nivel de lengua extranjera, según prueba estandarizada, equivalente o superior al nivel A1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas.

El programa no ha establecido requisitos adicionales de graduación a los establecidos en el reglamento general de posgrados.

#### 5.5.1.9 COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

La comunidad en general tiene acceso a la información del programa, que incluye, entre otros, el plan general de estudios, a través de la página web Institucional, en la sección asignada a la Escuela de Ingeniería Civil (https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaCivil/programasAcademicos/maeRecursosHidricos/index.jsp?variable=358); así mismo, se presenta la información del programa en la web particular de la Escuela (http://albatros.uis.edu.co/eisi/grupo/recursoshidricos/#views/gm1/inicio) en la sección de posgrados.

Sumado a lo anterior, en la jornada de inducción de la cohorte que se realiza para los nuevos estudiantes, se dan a conocer las normativas del programa, su estructura (entre ella: el plan general de estudios), así como la ruta y los tiempos que se deben seguir para finalizar con éxito la maestría. Los estudiantes reciben el archivo digital del Reglamento General de Posgrado, y el Proyecto Educativo del Programa, en los cuales pueden consultar todos los aspectos que rigen su formación de maestría en la institución.

### 5.5.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

#### 5.5.2.1 PROCESO DE DEFINICIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA

La definición de los resultados de aprendizaje del Programa se llevó a cabo considerando que "*son declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre en el momento de completar su programa académico*"[149], así como el propósito de la formación de maestría en profundización que según el Ministerio de Educación Nacional es "*propender por el desarrollo avanzado de conocimientos, actitudes y habilidades que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio de la asimilación o apropiación de saberes, metodologías y, según el caso desarrollos científicos, tecnológicos, artísticos o culturales. Para optar al título del programa de maestría en profundización, el estudiante podrá cumplir con lo establecido por la institución como opción de grado, mediante un trabajo de investigación que podrá ser en forma de estudio de caso, la solución de un problema concreto o el análisis de una situación particular, o aquello que la institución defina como suficiente para la obtención del título*"[150].

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un análisis que incluyó: 1) las tendencias globales en torno a los resultados de aprendizaje de este nivel formación, considerando como referentes: el Marco Europeo de Cualificaciones para el nivel 7 (Maestría)[151]; el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, nivel 3 (Maestría)[152]; el Marco Nacional de Cualificaciones - Catálogo de Cualificaciones del sector

[149] Ministerio de Educación Nacional, Colombia. Decreto 1330 de 2019.
[150] Ibíd.
[151] Marco Europeo de Cualificaciones. Disponible en: https://europa.eu/europass/es/description-eight-eqf-levels
[152] Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior. Disponible en https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-13317.

Construcción de Colombia[153], 2) las necesidades del entorno y de la disciplina, 3) la articulación con los renovados Proyecto institucional, Plan de desarrollo institucional y Modelo Pedagógico, así como la misión y visión de la Escuela de Ingeniería Civil, y los propósitos del programa, 4) los recursos académicos, de investigación, y de infraestructura de la institución y del programa, que permitan el desarrollo del plan de estudios y por lo tanto que los estudiantes logren estos resultados de aprendizaje al finalizar la maestría. De esta manera, el graduado tendrá una formación en sintonía con el contexto, facilitando su futuro desempeño y su reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional.

Para su redacción se empleó la "Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje" de la Agencia Nacional de Evaluación de Calidad y Acreditación (ANECA)[154], utilizando la taxonomía de Bloom y el nivel de complejidad del aprendizaje esperado para el nivel de formación del programa (maestría). El seguimiento del avance y logro de los resultados de aprendizaje se realizará a partir de las estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación especificadas en diferentes apartes del documento (cf. numeral 5.6.2.1; numeral 5.8; y 6). El análisis del cumplimiento y pertinencia de los resultados de aprendizaje definidos en el programa se realizará durante el proceso de autoevaluación de la maestría que se llevará a cabo como mínimo una vez durante el periodo de vigencia del registro calificado. La autoevaluación se basará en el modelo de evaluación establecido en el Acuerdo No. 02 del Consejo Nacional de Educación Superior del año 2020[155], con los debidos ajustes de acuerdo con la naturaleza del programa y el nivel de formación, debido a que este modelo logra la articulación de los procesos de acreditación con los procesos de Registro Calificado descritos en el Decreto 1330 de 2019, fundamentándose en el proceso de formación centrado en los resultados de aprendizaje, tal como se detalla en el numeral 12 de este documento.

#### 5.5.2.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA

Al terminar con éxito el programa académico, el Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la Universidad Industrial de Santander estará en capacidad de:

- Abordar proyectos en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental desde diferentes perspectivas y contextos, considerando diversas metodologías y herramientas de tipo numérico y/o experimental.

- Diseñar planes para la cuantificación, el monitoreo, la evaluación y la restauración de recursos hídricos superficiales y/o subterráneos.

- Diseñar sistemas de tratamiento físico, químico, biológico, para el abastecimiento de agua y/o la prevención y control de la contaminación por aguas residuales, considerando restricciones realistas y el impacto que generan en los contextos social, económico, y ambiental.

- Proponer medidas para la protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

[153] Ministerio de Educación Nacional, y Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), 2020. Catálogo de cualificaciones del sector de la construcción. https://camacol.co/sites/default/files/RESULTADOS%20DEL%20CAT%C3%81LOGO%20.pdf

[154] Agencia Nacional de Evaluación de Calidad y Acreditación (ANECA). Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje. Disponible en: http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otras-guias-y-documentos-de-evaluacion/Guia-de-apoyo-para-la-redaccion-puesta-en-practica-y-evaluacion-de-los-RESULTADOS-DEL-APRENDIZAJE.

[155] Consejo Nacional de Educación Superior (CESU). Acuerdo 02 del 01 de julio de 2020 - Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad.

•Proponer, con rigor científico, la solución a un problema de su interés, a través de un enfoque inter o multidisciplinario de las ciencias relacionadas con el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.

#### 5.5.2.3 ARTICULACIÓN DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA CON EL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

En el diseño de la propuesta curricular del programa, a partir de los resultados de aprendizaje esperados, desde una perspectiva constructivista y un proceso formativo centrado en el estudiante y el aprendizaje, se consideró que el plan de estudios se formulara teniendo en cuenta el desarrollo de las competencias que le permitan al egresado demostrar que cuenta con los conocimientos, las destrezas y las actitudes requeridas para un desempeño pertinente como Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental y lograr dichos resultados de aprendizaje. En consecuencia, se cuenta con una serie de macrocompetencias plasmadas en el perfil de egreso, que serán desarrolladas mediante las diversas actividades académicas a través de microcompetencias, articuladas con los resultados de aprendizaje, tal como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17 Relación Resultados de Aprendizaje vs Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| Abordar proyectos en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental desde diferentes perspectivas y contextos, considerando diversas metodologías y herramientas de tipo numérico y/o experimental. | • Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | • Sistemas de Información Geográfica<br>• Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales<br>• Modelación de aguas subterráneas<br>• Diseño de plantas de potabilización<br>• Modelación de la calidad del agua superficial | • Gestión de recursos hídricos<br>• Tratamiento de aguas residuales<br>• Sistemas de abastecimiento de agua |
| | • Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos. | | |
| | • Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la | | |

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| | solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social. | | |
| | • Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |
| Diseñar planes para la cuantificación, el monitoreo, la evaluación y la restauración de recursos hídricos superficiales y/o subterráneos. | • Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | • Química ambiental<br>• Procesos ambientales<br>• Sistemas de Información Geográfica<br>• Modelación de aguas subterráneas<br>• Modelación de la calidad del agua superficial | • Hidrología y clima<br>• Hidrogeología<br>• Monitoreo y evaluación de la calidad del agua |
| | • Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua. | | |
| | • Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |
| Diseñar sistemas de tratamiento físico, químico, biológico, para el abastecimiento de agua y/o la prevención y control de la contaminación por aguas residuales, considerando restricciones realistas y el impacto que generan en los contextos social, económico, y ambiental. | • Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | • Química Ambiental<br>• Gestión de Recursos Hídricos<br>• Hidrología y clima<br>• Tratamiento de Aguas Residuales<br>• Sistemas de abastecimiento de agua | • Procesos Ambientales<br>• Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales<br>• Diseño de plantas de potabilización |
| | • Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua. | | |
| | • Aplica procesos y metodologías de diseño de tecnologías para potabilización de agua o depuración de aguas residuales. | | |
| | • Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| Proponer medidas para la protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. | • Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.<br>• Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | • Procesos Ambientales<br>• Seminario de profundización I<br>• Hidrología y clima<br>• Tratamiento de Aguas Residuales<br>• Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales<br>• Hidrogeología<br>• Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | • Sistemas de información geográfica<br>• Modelación de aguas subterráneas<br>• Modelación de la calidad del agua superficial |
| Proponer, con rigor científico, la solución a un problema de su interés, a través de un enfoque inter o multidisciplinario de las ciencias relacionadas con el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental. | • Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Analiza los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales que se presentan en sistemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.<br>• Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área | • Seminario de profundización I<br>• Seminario de profundización II<br>• Seminario de profundización III<br>• Seminario de profundización IV<br>• Trabajo de grado I | • Gestión de Recursos Hídricos<br>• Propuesta de Trabajo de grado<br>• Trabajo de grado II |

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| | de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | • Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social. | | |
| | • Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |

#### 5.5.2.4 RESULTADO DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS POR LA INSTITUCIÓN A LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

Dado que es la primera vez que se formulan resultados de aprendizaje para la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental no se cuenta con evaluaciones de los mismos. Es compromiso del programa, una vez se implemente el plan de estudios, coordinar las evaluaciones previstas, desarrollarlas, registrar los resultados y proponer las acciones de mejora correspondientes, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 021795 de 2020. Dichos resultados se presentarán para la próxima renovación del registro calificado.

#### 5.5.2.5 MEDIOS DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA

Los resultados de aprendizaje se comunicarán y difundirán a la comunidad en general, mediante la página web Institucional, en la sección de programas de posgrado, la cual se integra con la sección de las escuelas, en el caso de la Maestría corresponderá a la sección de la Escuela de Ingeniería Civil (https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaCivil/programasAcademicos/maeRecursosHidricos/index.jsp?variable=358); así mismo, se tiene la información del programa en la web particular de la Escuela (http://albatros.uis.edu.co/eisi/grupo/recursoshidricos/#views/gm1/inicio) en la sección de posgrados. Particularmente, al iniciar cada cohorte se realiza una jornada de inducción a los nuevos estudiantes, en donde conocen las normativas del programa, su estructura (incluyendo los resultados de aprendizaje), así como la ruta y los tiempos que se deben seguir para finalizar con éxito la Maestría, entre otros.

### 5.5.3 PERFIL DE EGRESO

#### 5.5.3.1 PERFIL DE EGRESO ACTUALIZADO A LA DINÁMICA DE LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO DEL PROGRAMA ACADÉMICO

El graduado del Programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS es un Magíster integral, con alto nivel de formación y capacidad técnica avanzada para solucionar problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, a partir de análisis rigurosos y críticos de los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales, utilizando principios, conceptos, técnicas,

metodologías y herramientas vigentes propias del área, e integrando elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales, para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.

Durante todo el programa, el estudiante de la Maestría, según la línea de profundización seleccionada, desarrollará y/o consolidará las siguientes competencias cognitivas, procedimentales, y actitudinales-axiológicas:

1. Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

2. Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

3. Analiza los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales que se presentan en sistemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

4. Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua.

5. Aplica procesos y metodologías de diseño de tecnologías para potabilización de agua o depuración de aguas residuales.

6. Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

7. Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.

8. Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

9. Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social.

10. Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias.

Los graduados del programa podrán desempeñarse activamente en empresas, industrias, instituciones, y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del sector ambiental, así como realizar consultoría privada.

#### 5.5.3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE MODIFICACIONES EN EL PERFIL DE EGRESO DEL PROGRAMA

Teniendo en cuenta los estudios realizados por el programa para la evaluación de la pertinencia de la Maestría en coherencia con el contexto internacional, nacional y regional, las necesidades de formación manifestadas por interesados en el programa a través de una consulta de opinión, los resultados del proceso

de autoevaluación del programa, que permitieron detectar las fortalezas y debilidades del mismo, las competencias que tanto a nivel nacional como internacional se han presentado en el Marco Europeo de Cualificaciones para el nivel 7 (Maestría)[156]; el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, nivel 3 (Maestría)[157]; el Marco Nacional de Cualificaciones - Catálogo de Cualificaciones del sector Construcción de Colombia[158], y las últimas normativas del país definidas en el decreto 1330 de 2019 del MEN, se determinó la importancia de redefinir el perfil del Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con el objetivo de enunciar de forma detallada las competencias que desarrollará el estudiante en su formación, en forma alineada con el plan de estudios y los resultados de aprendizaje.

#### 5.5.3.3 MEDIOS DE DIFUSIÓN DEL PERFIL DE EGRESO

El perfil de egreso se comunicará y difundirá a la comunidad en general, mediante la página web Institucional, en la sección de programas de posgrado, la cual se integra con la sección de las escuelas, en el caso de la Maestría corresponderá a la sección de la Escuela de Ingeniería Civil (https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaCivil/programasAcademicos/maeRecursosHidricos/index.jsp?variable=358); así mismo, se tiene la información del programa en la web particular de la Escuela (http://albatros.uis.edu.co/eisi/grupo/recursoshidricos/#views/gm1/inicio) en la sección de posgrados. Particularmente, al iniciar cada cohorte se realiza una jornada de inducción a los nuevos estudiantes, en donde conocen las normativas del programa, su estructura, el perfil de egreso, así como la ruta y los tiempos que se deben seguir para finalizar con éxito la Maestría, entre otros.

## 5.6 COMPONENTE PEDAGÓGICO

La Universidad Industrial de Santander desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. En ese sentido, los estudiantes son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos. Este modelo, en concordancia con la misión institucional, tiene como guía la formación integral y promueve la apropiación y la creación de conocimientos, así como la manifestación de las actitudes y de las competencias propias del profesional versátil, honesto y capaz de solucionar, creativa y críticamente, problemas teóricos y prácticos en los diversos entornos multiculturales con los que se relaciona[159].

### 5.6.1 IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL MODELO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO

Teniendo en cuenta la renovada proyección Institucional aprobada mediante el Plan de Desarrollo Institucional[160] y el Proyecto Institucional, así como las últimas normativas en el país que buscan mayores niveles de calidad en la formación mediante un enfoque basado en resultados de aprendizaje, que incluya el

[156] Marco Europeo de Cualificaciones. Disponible en: https://europa.eu/europass/es/description-eight-eqf-levels

[157] Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior. Disponible en https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-13317.

[158] Ministerio de Educación Nacional, y Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), 2020. Catálogo de cualificaciones del sector de la construcción. https://camacol.co/sites/default/files/RESULTADOS%20DEL%20CAT%C3%81LOGO%20.pdf

[159] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional.

[160] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

registro y evidencia del desarrollo de las competencias, la Universidad llevó a cabo el proceso de actualización del Modelo Pedagógico Institucional[161] durante los años 2020 y 2021. El proceso de actualización se realizó en el marco de una visión educativa progresivista complementada con valores educativos derivados del reconstruccionismo social, sustentado en centrar el proceso formativo en el aprendiz y el aprendizaje para la realización de cambios sociales que permitan incidir como Universidad en la construcción de un horizonte futuro inclusivo, multicultural, global y sostenible para todos a través de la formación para la innovación.

Esta actualización pretende construir sobre lo construido, complementando el modelo pedagógico anterior, y se encuentra caracterizada por: a) un modelo centrado en el aprendizaje y el sujeto que aprende; b) una orientación hacia a la formación para la innovación; c) enseñanza y aprendizaje asistidos por el uso de tecnologías de la información y la comunicación; d) estar materializado en la impronta de rasgos comunes de los egresados (ciudadanos y profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores); e) desplegarse en los ámbitos maso, meso y micro-curricular.

### 5.6.2 MODELO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO ACTUALIZADO PARA LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

El Modelo Pedagógico actualizado, acoge con visión formadora a todos los miembros de su comunidad, y evalúa sus desempeños mediante evidencias concretas de su conocer, su ser, su hacer, y su convivir, en diversos espacios y contextos. Lo anterior en procura de constatar el avance en la apropiación del ideal formativo institucional, hasta consolidar en los sujetos la máxima expresión de su potencial para sentir, pensar y crear libremente; sin pasar por alto los universos de obligación individual, colectivo y ambiental que nos conectan humanamente con los demás sujetos, esferas del conocimiento y sectores de la sociedad[162].

Todos los programas académicos desarrollados en la UIS son diseñados con currículos y estrategias pedagógicas en coherencia con el modelo pedagógico institucional, en consecuencia, durante el proceso de reforma del programa se interiorizó este nuevo modelo pedagógico, de forma que el proceso de formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental para la nueva vigencia del registro calificado estará enmarcado en:

- El reconocimiento del otro como persona, interlocutor válido, capaz de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones: El "Otro" puede ser el profesor, el estudiante, el ciudadano o el mismo, constituyéndose en un colectivo: los estudiantes, los profesores, la comunidad universitaria.

  Reconocer al otro de manera integral, sus logros, sus potencialidades y limitaciones; como interlocutor reconociendo su capacidad de pensar, actuar y sentir por cuenta propia; y como miembro de la comunidad educativa, apoyados en su desarrollo personal y méritos intelectuales demostrados, siendo esto la base del reconocimiento de la autoridad académica; afirmando la democracia participativa y la responsabilidad que cada uno tiene de su propio proceso de formación.

- La construcción del ser, del hacer y del saber: hace referencia al fortalecimiento de la formación integral, sus potencialidades y desarrollo humano en las dimensiones subjetiva, social, y científico tecnológica. La construcción del saber incluye la generación y conservación creativa del conocimiento, la reflexión sobre

[161] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.
[162] Ibíd.

el sentido y valor en un contexto; construir el saber hacer, establece las relaciones del entorno natural y social, la educación del sentir y el obrar en lo cotidiano orientado a la formación integral del ciudadano.

- La articulación Universidad-Sociedad -la formación del ciudadano-: constituye una misión social fundamentada en la formación del ciudadano como persona autónoma y comprometida, convirtiéndose en un sujeto con capacidad para argumentar, confrontar ideas, aceptar críticas y buscar acuerdos frente a determinada situación.

- La innovación pedagógica y la formación para la innovación: La innovación pedagógica, implica la actualización y monitoreo constante de nuevas formas de hacer pedagogía en los diferentes escenarios formativos y en articulación con el contexto. La formación para la innovación se enfoca en el desarrollo de competencias para la generación de ideas y soluciones, la creatividad y la imaginación, la curiosidad, la observación, la investigación; y en la exploración de oportunidades de intervención en el sector externo. La innovación pedagógica y la formación para la innovación acompañan los desarrollos y desafíos que la Universidad plantea y afronta con el cumplimiento de la función sustantiva de la investigación.[163]

Estos principios permean los ámbitos macro, meso, y microcurricular así:

El macrocurrículo organiza las relaciones entre el sector externo y los ambientes de aprendizaje requeridos para el desarrollo del proceso formativo, y da cuenta de la capacidad de respuesta institucional en la satisfacción de necesidades educativas de la comunidad; se direcciona mediante políticas académicas para la formación integral, y se despliega mediante programas y proyectos Institucionales como: bienestar universitario, actividades culturales y deportivas, el sistema de excelencia académica, programas de apoyo a movilidad, convenios, cátedras magistrales, programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas y demás oportunidades de formación integral. Los ambientes de aprendizaje para la formación integral no se circunscriben a las aulas presenciales ni virtuales, se encuentran en grupos culturales, salidas de campo, eventos culturales y deportivos, experiencias de movilidad, y demás actividades a las que puede vincularse un sujeto en formación. Todo lo anterior es desarrollado gracias a la existencia de recursos de infraestructura física y tecnológica apropiados.

El nivel mesocurricular corresponde directamente al proyecto educativo del programa, incluidos el plan de estudios, la secuenciación y gradación de ambientes y experiencias de aprendizaje, los enfoques teórico-disciplinares del área de conocimiento, la definición de los resultados de aprendizaje, los procesos de desarrollo de competencias, las estrategias didácticas a emplear, así como el sistema de evaluación de los resultados de aprendizaje, y el diseño, la gestión y la evaluación curricular a la luz de los criterios de alta calidad educativa de programas que ha definido el Ministerio de Educación Nacional para las diversas modalidades y niveles de formación. El proyecto educativo del programa está centrado en el estudiante y prevé rutas flexibles que atiendan el desarrollo del potencial individual de los sujetos en formación, ofreciendo posibilidades para la toma de decisiones de avance hacia la concreción de intereses personales de actuar profesional, e integra espacios de aprendizaje diversos, presentes en la propuesta macro-curricular institucional para favorecer la interdisciplinariedad y la flexibilidad curricular, y promover la internacionalización, la investigación y la formación para la innovación.

El nivel microcurricular comprende el proceso formativo, el cual puede involucrar actividades en diferentes modalidades, con el propósito de alcanzar el desarrollo de las competencias previstas en el programa. En esencia, el proceso formativo organiza, delimita y enruta las prácticas de docentes y estudiantes en relación con los enfoques sobre aprendizaje y enseñanza adoptados por la institución a nivel macro-curricular, y las

[163] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.Pág. 5-6.

competencias a desarrollar en los estudiantes, formuladas a nivel meso-curricular. Dependiendo de la modalidad del programa las interacciones pueden ser sincrónicas, asincrónicas, presenciales o mediadas por tecnología. Desde una perspectiva constructivista, el maestro es un aprendiz más experimentado, y los estudiantes son agentes activos de su propio aprendizaje, quienes con el apoyo del experto mediador disminuyen las distancias entre lo que saben y lo que requieren saber, saber hacer y ser, como profesionales[164].

#### 5.6.2.1 ESTRATEGIAS Y PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

Bajo la aproximación de la formación integral, un plan curricular debe explicitar en cada actividad académica de su programa de contenidos, estrategias que: se enmarquen dentro de la dialéctica de las ciencias; pretendan lograr en los estudiantes autonomía para aprender, recordar y aplicar conocimientos; procuren desarrollar la capacidad para generarlo a través de procesos conscientes, autónomos, independientes y autorregulados; exijan el uso reflexivo y argumentado de procedimientos de manera sistemática; se planifiquen, monitoreen, evalúen y mejoren, enfocándose más que, en el conocimiento como resultado - instrucción, en el proceso que logra ese resultado –metacognición, para así ofrecerle al estudiante una herramienta de generación de conocimiento, con la que podrá contar durante su vida profesional.

Desde la perspectiva constructivista, el objetivo de un aprendizaje significativo se resume en aprender a aprender, implica capacidad para reflexionar sobre la forma como se aprende y sobre lo que se aprende, autonomía, revisión de logros y autorregulación. En este contexto y teniendo en cuenta la naturaleza de *profundización* de la Maestría, los propósitos de formación y el marco pedagógico institucional, la estrategia didáctica del programa se basa principalmente en el uso de diversas prácticas pedagógicas activas como:

Aprendizaje Basado en Problemas: Se pretende que los estudiantes construyan su conocimiento a partir de problemas y situaciones reales, empleando el mismo proceso de razonamiento que utilizan en su práctica profesional. Para ello se trabaja a partir del planteamiento de un problema, lo que conduce a los estudiantes a generar conflictos cognitivos, buscar soluciones a la situación, la detección de necesidades en su aprendizaje que permitan resolverla, la investigación en torno al problema, su análisis y finalmente su resolución, lo que conlleva a aprendizajes significativos y al desarrollo de las competencias académicas, profesionales y ciudadanas definidas en el Programa.

Aprendizaje Orientado a Proyectos: Se busca enfrentar a los estudiantes a situaciones que los lleven a construir, comprender y aplicar aquellos conocimientos y habilidades propias de la disciplina conjugando las habilidades, actitudes y valores de trabajo bajo el esquema de proyectos. Para su desarrollo se presentan situaciones a los estudiantes para aprender a resolver problemas prácticos utilizando conocimiento relevante.

Estudio de casos: Actividades que plantean un problema particular del mundo real y motivan la búsqueda de alternativas de solución que involucran la participación activa de los estudiantes y del profesor, por medio de la confrontación de alternativas, el análisis, la comprensión y la adquisición de conocimientos. Así, en la medida en que contrastan las diversas teorías se proponen soluciones creativas, que cumplen las exigencias de la realidad que las origina.

Los anteriores se despliegan a través de las técnicas didácticas presentadas en los contenidos de las actividades académicas (Anexo I) entre las que se encuentran:

[164] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.

a) *Lectura analítica de textos y material de referencia*: El estudiante, durante el trabajo independiente, debe elaborar un proceso inductivo para generar un análisis riguroso y fundamentado, con el fin de exponer con claridad ideas y argumentar cuidadosamente sus preconceptos en el aula. Esta estrategia promueve la ejercitación de la lectura y la escritura, así como el desarrollo de las competencias comunicativas, la lógica del discurso y la argumentación.

*b)* *Preguntas de reflexión que generan debate:* Permiten ambientes académicos propicios para que los estudiantes formulen preguntas y desarrollen fortalezas argumentativas. Esta es una forma de ayudar a la elaboración de conceptos, promoviendo los espacios de diálogo y de intercambio de inquietudes, fomentando el pensamiento crítico y la visión holística de las temáticas tratadas.

*c)* *Informes escritos:* En el transcurso del programa el estudiante debe presentar una serie de informes relacionados con las actividades académicas y su proyecto de grado, en los cuales sintetiza el trabajo realizado y muestra la forma como está logrando el cumplimiento de sus objetivos, a la vez adquiere o fortalece habilidades de comunicación escrita que mejorarán su desempeño en los diferentes campos de acción.

*d)* *Exposiciones:* Se realizan dentro de la mayoría de las actividades académicas electivas y en algunas del bloque de fundamentación. Así mismo, en relación con las actividades académicas de trabajo de grado, es necesaria la presentación de mínimo una exposición por semestre, en la cual se muestran los avances. De esta forma se logra no solo adquirir habilidades para la comunicación oral, en cuanto a la presentación de información y preparación para la defensa del proyecto, sino que además se fomenta un proceso de retroalimentación por medio del cual el estudiante expositor escucha los diferentes puntos de vista respecto a su trabajo y toma sugerencias de tratamiento y solución de la temática.

e) *Trabajo en equipo:* Integra los conocimientos, las metodologías y las experiencias de los participantes provenientes de diversas profesiones, ocupaciones y regiones geográficas, lo que se traduce en competencias efectivas para el desarrollo de nuevos conocimientos y la solución acertada de problemas. Esta estrategia fomenta la apertura al diálogo, el reconocimiento y el respeto por las diferencias y la capacidad para la búsqueda del consenso y el tratamiento adecuado de los conflictos.

*f)* *Trabajo de aplicación:* Además de ser un requisito para la graduación, es la parte del programa en la que el estudiante debe identificar un problema o situación particular real y solucionarla mediante la aplicación de conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante el programa. Para esto debe elaborar un plan de trabajo y gestionar de forma apropiada los recursos necesarios, tangibles e intangibles, convirtiéndose en un agente generador del desarrollo, dispuesto a aceptar ideas y transmitir opiniones, tendientes a mejorar las relaciones y los intereses individuales y organizacionales y a armonizarlas con el interés regional y nacional.

*g)* *Clases magistrales:* Se utiliza para presentar un tema esencial mediante la revisión general de diferentes perspectivas, actualizar el conocimiento y describir los resultados incluyendo la experiencia, para provocar en el estudiante la motivación a explorar el contenido en mayor profundidad, tanto a nivel individual en su trabajo independiente, como a nivel de grupo mediante su interacción con el docente y compañeros durante la sesión. Esta estrategia facilita a los estudiantes la comprensión de contenidos desconocidos y difíciles.

Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje la mediación pedagógica se lleva a cabo por medio de diferentes herramientas que promueven aprendizajes significativos logrando una relación cada vez más independiente entre el estudiante y el objeto de aprendizaje, de tal manera que los principales elementos

mediadores en el Programa son:

a) El docente asesor: Orienta los procesos, determina el nivel de dificultad en los problemas planteados, induce las acciones a seguir y ofrece alternativas de referencia para profundizar, o que requieren reflexión crítica.

b) Las TIC: Los avances en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, permiten diseñar procesos educativos en los que se logre una mediación, brindando herramientas de comunicación, gestión, planeación y evaluación de contenidos.

c) Otros materiales de apoyo: Incluye actividades o materiales que facilitan el aprendizaje independiente, como el caso de los recursos bibliográficos, problemas propuestos, actividades y prácticas de laboratorio, manuales de software y equipos, entre otros, permitiendo el autocontrol en las actividades del aprendizaje y el desarrollo de la iniciativa personal.

Es importante mencionar que al inicio de cada una de las actividades académicas el docente hace entrega de los contenidos programáticos indicando el propósito de la actividad académica, las competencias a desarrollar, el contenido, la metodología, la forma de evaluación y la bibliografía base, recursos que serán utilizados por los estudiantes para su trabajo independiente.

#### 5.6.2.2 CONSIDERACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LOS ESTUDIANTES EN EL COMPONENTE PEDAGÓGICO

Las estrategias y prácticas pedagógicas del Programa se plantean para ser llevadas a cabo mediante procesos inclusivos y cooperativos en el aula, en el que el estudiante reconoce sus potenciales e inteligencias, y en el que docentes y alumnos trabajen juntos para crear y mantener un entorno en los que la equidad, la diversidad, el respeto y la excelencia académica se valoren y promuevan para apoyar las necesidades de cada miembro del programa; de esta manera, los contenidos se presentan en un entorno seguro para atender la diversidad de los estudiantes, y ayudar a comprender que las experiencias, los valores, y perspectivas del otro influyen en la forma en que se construye el conocimiento en cualquier campo o disciplina. Así mismo, las estrategias para evaluación del aprendizaje tienen en cuenta estas consideraciones, de tal forma que se planifican los procedimientos y criterios empleando diversidad de instrumentos según la caracterización de los estudiantes al inicio del curso, y la evolución esperada durante el proceso formativo, con miras al logro de los resultados de aprendizaje.

Lo anterior, se define en consonancia con la Política de Educación Inclusiva de la UIS[165], cuyo *propósito fundamental es orientar en un horizonte gradual y a largo plazo, el actuar institucional hacia la detección, análisis, y eliminación de las barreras para el aprendizaje y la participación de las comunidades objeto de la misma*. Dicha política establece un alcance en diferentes dimensiones, entre ellas, la Dimensión Curricular que propone procesos académicos inclusivos con una evaluación del aprendizaje permanente, flexible y participativa, en pro de la formación integral de los estudiantes, a la par que formulan y ejecutan estrategias para consolidar programas de acompañamiento, apoyo pedagógico y adecuación de la infraestructura que faciliten el acceso, la permanencia y el egreso exitoso de los estudiantes. De la misma forma, establece la formación profesoral para la inclusión, lo cual implica la construcción de destrezas para la innovación en las metodologías, conocimientos sobre la formulación de diseños universales de aprendizaje, habilidades auto – reflexivas para

[165] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 032 de 2019. Por el cual se aprueba la Política de Educación Inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la Universidad Industrial de Santander.

transformar y adecuar sus prácticas pedagógicas, y actitudes y disposiciones hacia la educación, adaptación y creación de recursos de aprendizaje que atiendan a la funcionalidad diversa de los estudiantes.

Adicionalmente, la Universidad ha creado el Programa de Inclusión de Estudiantes en Situación de Discapacidad – PIESD de la unidad de Bienestar Universitario, cuyo objetivo es facilitar la inclusión de estudiantes en situación de discapacidad, brindando atención, acompañamiento, asesoría y apoyo, mediante la concurrencia de esfuerzos de las instancias académicas y administrativas, posibilitando las condiciones necesarias para la accesibilidad, la participación y formación integral. El programa se alinea con estas políticas y programas, y de la mano de las dependencias respectivas en la universidad promueve la eliminación de barreras que puedan llegar a presentarse con algún miembro de la comunidad académica.

### 5.6.3 RECURSO HUMANO QUE APOYA EL COMPONENTE PEDAGÓGICO

Con los docentes de la maestría el estudiante logra desarrollar un proyecto formativo que le ofrece las bases conceptuales y metodológicas objeto de estudio del programa, así como construir un conocimiento significativo que le proporcione utilidad en su medio social, cultural, y profesional; y con el director de trabajo de grado una relación de acompañamiento en los procesos de formulación, desarrollo y de confrontación de los avances y resultados de su trabajo de grado. Para ello, el programa cuenta con recurso humano capacitado, de alto nivel académico, cuya caracterización se encuentra en el numeral 9.1. "Profesores", e incluye 5 profesores planta de carrera, todos con nivel de doctorado, uno de cuales se vinculó al programa a partir del año 2020 para fortalecer el cuerpo docente para la formación en temáticas relacionadas con hidrología y clima; además se cuenta con 9 profesores externos quienes colaboran tanto en actividades de docencia, así como en la dirección de trabajos de grado.

Por otra parte, es de resaltar que el Proyecto Institucional de la Universidad establece que los profesores asumen un compromiso con su continuo desarrollo profesional, tanto en aspectos disciplinares como en competencias pedagógicas, fortaleciendo y dinamizando el quehacer educativo[166]. Asimismo, en el Modelo Pedagógico, se estipula que los profesores, como dinamizadores de procesos curriculares también están llamados a aprovechar las diferentes opciones de desarrollo integral, ya que el aprendizaje carece de solución de continuidad a lo largo de la vida. Por lo tanto, los docentes además de ser los encargados de diseñar las prácticas pedagógicas y orientar los procesos formativos, también están en constante actualización acorde con las nuevas tendencias pedagógicas, lo cual representa el principio de innovación pedagógica, en aras de responder constantemente a las necesidades y retos cambiantes de los contextos locales, nacionales, e internacionales.

En este sentido, con el fin de apoyar el fortalecimiento del componente pedagógico, así como el desarrollo y perfeccionamiento de los docentes universitarios, la Universidad creó el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS -CEDEDUIS-[167], cuya principal función es responder por el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente y dirigir y evaluar el proceso permanente de análisis y renovación curricular. Para lo anterior, CEDEDUIS ofrece un portafolio de servicios que incluye[168]:

- Cursos de perfeccionamiento docente.

[166] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 026 de 2018. Proyecto Institucional UIS.

[167] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 057 de 1994. Por el cual se reforma la Estructura Organizacional de la UIS.

[168] CEDEDUIS. Portafolio de Servicios. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/cededuis/portafolioServicios.html.

- Cátedra UIS Profesores: se desarrolla el componente de identidad institucional en el programa de inducción a profesores de reciente vinculación.

- Acompañamientos a procesos de diseño, rediseño y evaluación curricular.

- Asesoría en la creación, actualización y mantenimiento de aulas virtuales de aprendizaje: se apoya el uso de estrategias didácticas que requieran el uso de TIC en el proceso de formación, a través de la plataforma Moodle, garantizando el soporte técnico y el talento humano capacitado, para atender las propuestas generadas desde cada una de las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad.

#### 5.6.3.1 EVALUACIÓN DEL RECURSO HUMANO QUE APOYA EL COMPONENTE PEDAGÓGICO Y CAMBIOS QUE SE VAN A IMPLEMENTAR EN LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

La evaluación del recurso humano que apoya el componente pedagógico del programa se realiza mediante la Encuesta de calidad en el Aula (Anexo VI) en la que se evalúan aspectos relacionados con el proceso de enseñanza realizado por cada docente, que se detallan en el numeral 9.2 "Evaluación de los Profesores". En estas evaluaciones, los profesores han sido valorados satisfactoriamente por los estudiantes, con calificaciones superiores al 90%. Para la nueva vigencia del registro calificado, se seguirá implementando este modelo de evaluación de los profesores, regido a su vez por lo definido en el renovado modelo pedagógico institucional en cuanto a los criterios de cultura institucional de calidad, equidad, idoneidad, interdependencia, coherencia, transparencia y pluralidad.

### 5.6.4 AMBIENTES DE APRENDIZAJE, HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y ESTRATEGIAS DE INTERACCIÓN DEL PROGRAMA

Los espacios de formación del programa propician actividades de evaluación, autoevaluación y coevaluación con el fin de lograr una valoración de los logros y avances de los estudiantes. Se consideran espacios de formación del estudiante: cátedras, cursos, seminarios, asesorías, sustentación y defensa del trabajo de grado, participación en eventos académicos. Estos espacios de formación se constituyen también en espacios de evaluación, no sólo porque en algunos de ellos se determina la calificación requerida por el programa, sino porque es posible establecer una valoración no cuantitativa de los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Los espacios de formación del programa comprenden ambientes de aprendizaje físicos y virtuales, dispuestos para que ocurra la co-construcción del conocimiento mediante condiciones que permiten la participación activa y permanente de los estudiantes y profesores en un marco de formación integral. Los ambientes de aprendizaje físicos incluyen entre otros: las aulas de clase, las bibliotecas, las salas de informática, las salas de reuniones, los auditorios. Los ambientes virtuales se propician mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, empleando las herramientas tecnológicas dispuestas por la Universidad, entre ellas la Suite de Office 365 y de Google, así como las plataformas Moodle y Zoom, para trabajo tanto individual como en grupo, y comunicación tanto de manera sincrónica como asincrónica. Estos ambientes de aprendizaje se detallan en el numeral 11 del documento. Se resalta que, para la próxima vigencia del registro calificado, el uso de los ambientes de aprendizaje utilizando TIC será mayor, debido a la implementación de las clases en modalidad presencial en línea cada quince días.

#### 5.6.4.1 ÍNDICADORES DEL USO DE LOS AMBIENTES DE APRENDIZAJE, LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y LAS ESTRATEGIAS DE INTERACCIÓN DEL PROGRAMA

Durante el tiempo de vigencia del registro calificado, el programa ha utilizado los ambientes físicos y virtuales para:

- las aulas de clase de la Escuela de Ingeniería Civil (cf. numeral 11.1.3) para desarrollo de las actividades académicas (cátedras, electivas, seminarios, etc.).
- las bibliotecas para búsqueda de información tanto de la sugerida en los microcurrículos de las actividades académicas, así como complementaria según los intereses particulares de los estudiantes.
- las salas de informática en la actividad académica Gestión de proyectos.
- las salas de reuniones y auditorios para defensas de las propuestas de trabajo de grado y el trabajo de grado, y conferencias de expertos invitados.
- el correo electrónico para comunicación de la comunidad académica y administrativa.
- la plataforma Zoom para desarrollo de las actividades académicas en modalidad presencial remota desde el año 2020.
- las aulas virtuales Moodle como espacio virtual de las actividades académicas Gestión del recurso hídrico, Hidrología y clima, y Sistemas de Información Geográfica.; y Google classroom en las actividades académicas Química ambiental y Procesos ambientales.

Para el periodo de renovación del registro calificado se prevé continuar con el mantenimiento y fortalecimiento de los ambientes de aprendizaje del programa, cuyo detalle se presenta en el numeral 11 del documento, de manera que se garanticen adecuados espacios de formación para el programa.

#### 5.6.4.2 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

La evaluación y el seguimiento de las metodologías de aprendizaje utilizadas para el logro de los propósitos del programa, se realizan de manera constante, a través de: a) La evaluación de calidad en el aula con la cual los profesores ajustan las estrategias pedagógicas empleadas en las actividades académicas, b) los procesos de autoevaluación del programa en los que se analiza de manera global la calidad del proceso formativo en la Maestría y se proponen ajustes al mismo, c) los análisis en Comité de Posgrados de indicadores del programa. Muestra de su valoración se detalla en el Informe de Autoevaluación del Programa (Anexo IX) en el que los estudiantes indicaron respecto a las estrategias de enseñanza aprendizaje implementadas en el Programa, que estas han favorecido su capacidad de indagación en alto grado (50%) y plenamente (37,5%), así como su capacidad de pensamiento autónomo y de desarrollo de actividades de investigación aplicada, en alto grado (37,5%) y plenamente (50%).

Para la próxima vigencia, acorde con la cultura institucional de mejoramiento continuo se mantendrá la evaluación y seguimiento de las metodologías implementadas en el programa para el logro de los propósitos de formación, incluyendo a los resultados de aprendizaje.

## 5.7 COMPONENTE DE INTERACCIÓN

A través del componente de interacción el programa incorpora las dinámicas del entorno local, regional, nacional o global al proceso formativo, de manera que el aprendizaje se enriquezca por la comprensión de

las particularidades del entorno social, ambiental, tecnológico y cultural. Así mismo, se establecen las condiciones para favorecer la internacionalización del currículo y el desarrollo de una segunda lengua.

### 5.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN LA CUAL SE EVIDENCIA LA ARTICULACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INTERACCIÓN CON EL PROCESO FORMATIVO

En coherencia con el carácter público y el cumplimiento de la misión, la Universidad Industrial de Santander promueve espacios de interacción para el reconocimiento, el análisis y la solución de retos nacionales y locales. Al servicio de esto, proyecta los valores, los principios y las capacidades institucionales, fomentando el trabajo multidisciplinar y cooperativo.[169] La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental en consonancia con los lineamientos institucionales establece los siguientes espacios de interacción:

- La dirección múltiple de trabajos de grado: La existencia de diferentes ámbitos del conocimiento en un mismo campus universitario que incorpora un gran número de docentes, incentiva la dirección de trabajos de grado por docentes de áreas afines y complementarias a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, facilitando la interacción e interrelación del estudiante con diversos docentes y/o grupos de investigación. Así mismo, los docentes del programa mantienen vínculos con profesores externos pertenecientes a instituciones nacionales, los cuales pueden participar en la dirección o codirección de tesis.

- Posibilidad de desarrollo del trabajo de aplicación en empresas u organizaciones, favoreciendo la aplicación de los conocimientos, las habilidades y destrezas adquiridas por el estudiante durante el posgrado acorde con el entorno de dicha institución y la profesión.

- Formación en lengua extranjera: Los estudiantes del programa deben acreditar como requisito de grado un nivel de lengua extranjera, equivalente o superior al nivel A1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas. Para ello, el Instituto de Lenguas UIS ofrece cursos de formación en lengua extranjera, y se cuenta con la plataforma multimedia Altissia para aprendizaje en línea de idiomas; para fomentar el acceso y explicar el uso de estas plataformas se tienen charlas con los profesionales de relaciones exteriores de la Universidad. El programa promueve que, dentro del amplio abanico de lenguas extranjeras, los estudiantes seleccionen la formación en idioma inglés, siendo esta la lengua para comunicación e interacción profesional, académica, y científica (tanto oral como escrita) principal a nivel internacional.

- Participación de profesores visitantes del ámbito nacional o internacional como conferencistas en cursos, seminarios, entre otros eventos académicos para complementar la formación en temas afines al programa, así como de temáticas interdisciplinares del contexto social, ambiental, tecnológico y cultural.

- La Escuela de Ingeniería Civil ha establecido la realización anual de un Seminario de socialización de las investigaciones, en el que los estudiantes de los programas de posgrado en modalidad investigación presentan los avances de sus trabajos; este seminario es empleado también para el programa, permitiendo el contacto e interacción de los estudiantes de la Maestría con los estudiantes y profesores de diversos programas para compartir experiencias y nuevo conocimiento.

- Participación en comités revisores y editoriales de revistas internacionales: Los docentes participan en la evaluación de artículos científicos sometidos para publicación en revistas científicas a nivel

[169] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

internacional en las líneas de conocimiento propuestas para el programa. Esta actividad permite la interacción de los docentes con la comunidad científica, lo cual impacta positivamente al programa contribuyendo a la actualización permanente de los docentes a tono con los adelantos tecnológicos y científicos del mundo, así como a la visibilidad e internacionalización del programa.

- La UIS, como institución pública, es un órgano consultivo del gobierno regional y nacional, desempeñando importantes roles en varios proyectos de gran impacto en el desarrollo del departamento y el país. La Escuela de Ingeniería Civil mantiene vínculos con el sector externo, a través de proyectos de extensión universitaria tanto con entidades gubernamentales como del sector productivo, que cuentan con temáticas de interés para solución de problemas, en los que se pueden generar trabajos de aplicación. Esta interacción a su vez, permite la armonización del programa en los contextos locales, regionales y globales, acorde con las tendencias y necesidades en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. Así mismo, los entornos se benefician de los conocimientos generados por docentes y estudiantes del programa, de manera que puedan integrarlos a la solución de problemas en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. Adicionalmente, los profesores del grupo de investigación de soporte directo al programa han tenido propuestas beneficiadas en las convocatorias de investigación internas y externas que están enfocadas a resolver problemas de la región y el país. Todo lo anterior, permite que estudiantes y docentes fortalezcan la habilidad para aplicar conocimientos considerando el entorno social, económico, cultural y la responsabilidad ambiental que su labor implica, así como la interacción con el sector productivo.

- Participación del estudiante en las diversas actividades y programas ofrecidos a nivel institucional para formación integral tales como las cátedras magistrales, actividades culturales y deportivas, en los cuales puede interactuar con los diversos miembros de la comunidad académica institucional.

### 5.7.2 SEGUIMIENTO A LA ARTICULACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INTERACCIÓN CON EL PROCESO FORMATIVO

El seguimiento a los mecanismos de interacción definidos por el Programa se realiza constantemente mediante la evaluación de la participación de los estudiantes y profesores en las estrategias planteadas. Sumado a lo anterior, alineado con la cultura institucional del mejoramiento continuo, el Programa tiene definido realizar como mínimo un proceso de autoevaluación durante la vigencia del registro calificado; en este, se recopila y analiza información sobre el contexto a nivel nacional e internacional. En el último proceso, se identificaron como estratégicos algunos proyectos para mejorar la articulación con el entorno, por ejemplo, llevar a cabo la reforma del programa, acorde con las necesidades y los cambios tecnológicos, sociales, ambientales, y del entorno que se presentaron en los numerales 5.1 a 5.2 de este documento.

### 5.7.3 RESULTADOS DE LA INTERACCIÓN Y DE LAS RELACIONES ENTRE ACTORES, EL CONTEXTO SOCIAL, AMBIENTAL, TECNOLÓGICO Y CULTURAL, Y LAS DINÁMICAS ESTABLECIDAS POR LA INSTITUCIÓN PARA CONTRIBUIR CON LOS ASPECTOS CURRICULARES DEL PROGRAMA ACADÉMICO

Como resultado de algunas de las estrategias de interacción mencionadas anteriormente se encuentran:

- La dirección de 14 trabajos de grado por profesores externos de universidades del ámbito nacional como Universidad del Valle, Universidad Autónoma de Occidente, Pontificia Universidad Javeriana, entre otras.

- Participación de 9 profesores visitantes del ámbito nacional o internacional como conferencistas en cursos, seminarios, como calificadores de propuestas y trabajos de grado, vinculados a la Universidad de Montpellier (Francia), Universidad de Exeter (Reino Unido), Universidad de Buenos Aires (Argentina), entre otras.

- Participación de docentes planta del programa en comités revisores y editoriales de revistas internacionales, tales como Water and Human Systems (specialty section of Frontiers in Water), Journal Waste Management. Reino Unido. Journal Waste and Biomass valorization (Alemania), Journal of Cleaner Production (Holanda), Internacional de contaminación ambiental (México), Environmental research and public health (Suiza), Athenea Digital: Revista de Pensamiento e Investigación Social.

- Logro del nivel de segunda lengua solicitado como requisito de graduación por los estudiantes que han culminado su trabajo de aplicación.

- Solución de problemas del entorno a través de trabajos de grado (cf. Tabla 18).

Tabla 18 Temas de trabajo de grado de interacción con el entorno

| Título de trabajo de grado |
|---|
| Estimación del potencial erosivo de la cuenca del río Tona, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelo basado en los sedimentos aportados al embalse de Bucaramanga. |
| Evaluación del impacto hidrológico e hidráulico de la quebrada Aranzoque en la vía de acceso del barrio Primavera II, municipio de Floridablanca, -Santander. |
| Análisis de amenaza por avenidas torrenciales del río Mogoticos en el área urbana del municipio de Mogotes, Santander. |
| Propuesta para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua en la ciénaga San Silvestre, Barrancabermeja. |
| Modelo hidrogeológico numérico de la zona norte de la Meseta de Bucaramanga, Santander |
| Modelación de la calidad del aire en la zona industrial del área metropolitana de Bucaramanga. |
| Selección de una alternativa para el tratamiento de aguas residuales domesticas en el corregimiento de Los Pondores, San Juan del Cesar, La Guajira. |
| Análisis detallado de amenaza de inundación de la corriente hídrica rio Negro en el casco urbano del municipio de Rionegro - Santander, utilizando modelación hidráulica bidimensional. |
| Análisis de la cantidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica piloto, en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. |
| Evaluación del comportamiento de un filtro de zeolita para la remoción del color de los efluentes del proceso de extracción de aceite palma. |
| Propuesta de alternativas de gestión sobre la cuenca alta del río Tejo en Ocaña, Norte de Santander, que favorezcan la regulación de su caudal. |
| Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga. |
| Creación y calibración de un modelo hidráulico de la red de distribución de agua potable de la Piedecuestana de Servicios Públicos S.A E.S.P. |
| Selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales en condominios residenciales. Caso Menzuly (Santander, Colombia). |
| Análisis de amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Girón (Santander) mediante el uso de un modelo hidráulico bidimensional. |
| Evaluación del impacto de la materia orgánica de vertimientos de aguas residuales domésticas, en la quebrada Mensuly, en el tramo de la autopista Floridablanca – Piedecuesta, Santander. |

### 5.7.4 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN LA CUAL EL PROGRAMA DESARROLLARÁ LAS CONDICIONES PARA QUE SUS ESTUDIANTES Y PROFESORES PUEDAN INTERACTUAR EN CONTEXTOS SINCRÓNICOS Y ASINCRÓNICOS

El programa desarrolla las condiciones para interacción de estudiantes y docentes tanto de manera sincrónica como asincrónica, teniendo en cuenta que es vital su comunicación para el logro de los resultados de aprendizaje. Estas condiciones incluyen:

- El uso de ambientes físicos y/o virtuales, para ello, la Institución y el programa disponen de los medios educativos que se detallan en los numerales 10 y 11, cuyo uso se explica a continuación:

Tabla 19 Ambientes de interacción sincrónica y asincrónica estudiante-docente

| **Sincrónica** (interacción en la cual el profesor y el estudiante coinciden en el mismo tiempo pudiendo o no encontrarse en el mismo espacio) | |
|---|---|
| **Física** | **Espacios** |
| Actividades académicas del plan de estudios: estas actividades se realizarán cada quince días de manera física en el campus de la sede central. | 7 salones de la Escuela de Ingeniería Civil, dotados con equipos audiovisuales. 3 Laboratorios de la Escuela. |
| Tutorías y consultas con los docentes quienes dirigen tanto las actividades académicas como los trabajos de aplicación. | 7 salones de la Escuela de Ingeniería Civil, oficinas de profesores planta, y 1 oficina de profesores externos. |
| Conferencias: charlas presenciales dadas por los profesores del programa, así como por profesores externos visitantes. | Auditorios de la Universidad, y salas de reuniones del CENTIC. |
| Defensas de proyectos de trabajos de aplicación, y del trabajo de aplicación. | 7 salones y Sala de Visualización de la Escuela de Ingeniería Civil, dotados con equipos audiovisuales, Salas de reuniones del CENTIC. |
| **En Línea** | **Recursos** |
| Actividades académicas del plan de estudios: estas actividades se realizarán cada quince días en línea mediadas por TIC. | La universidad cuenta con licencias para el uso de salas Zoom, Microsoft teams y el aula virtual Moodle que facilitan estas interacciones, adicionalmente le biblioteca cuenta con recursos bibliográficos con acceso remoto que facilita la consulta de bases de datos y libros. |
| Tutorías y consultas con los docentes quienes dirigen tanto las actividades académicas como los trabajos de aplicación. | |
| Conferencias: charlas en línea dadas por los profesores del programa, así como por profesores externos visitantes. | |
| **Asincrónica** (interacción en la cual el profesor y el estudiante **no** coinciden en el tiempo y se comunican a través de alguna tecnología dispuesta para tal fin) | |
| **Virtual** | **Recursos** |
| Trabajos, talleres, quices de las actividades académicas dispuestos en el aula virtual. | Plataforma Moodle que permite que el docente diseñe y realice este y otros tipos de actividades didácticas en modo virtual. Esta plataforma está soportada por la infraestructura tecnológica de la Universidad. |
| Foros y debates desarrollados en torno a las temáticas de las actividades académicas | |

- El desarrollo y/o consolidación de competencias de comunicación oral y escrita de los estudiantes en las diversas actividades académicas y formativas a lo largo del plan de estudios.

- La asignación de docentes como directores de trabajo de grado para acompañamiento y asesoramiento permanente durante el proceso formativo de los maestrantes;

- La asignación de horas de trabajo directo con el docente en todas las actividades académicas del plan de estudios;

- La organización de eventos académicos- científicos, seminarios, entre otros;

- La invitación de profesores externos al programa, y en dados casos el cubrimiento de sus gastos de viaje.

### 5.7.5 DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN Y LOS RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DOCENTES, FORMATIVAS, CIENTÍFICAS, CULTURALES Y DE EXTENSIÓN QUE FAVORECEN LA INTERNACIONALIZACIÓN

La Internacionalización de la UIS, se entiende "como una dinámica que articula políticas, planes y proyectos hacia la consolidación de una perspectiva global e intercultural en el desarrollo de las funciones de formación, investigación, proyección social y transferencia de conocimiento". Una de las bases sobre las cuales se fundamenta el logro de esta internacionalización es el desarrollo de las competencias transversales de plurilingüismo e interculturalidad[170].

En este marco, como herramienta para la internacionalización del programa se promueve la formación en una segunda lengua, especialmente en idioma inglés (lengua principal a nivel internacional para comunicación e interacción profesional y académica, tanto oral como escrita). Acorde con la normativa institucional[171], el programa propende porque sus estudiantes alcancen como mínimo el nivel A1(según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas) en lengua extranjera; tal como se mencionó en párrafos anteriores, el Instituto de Lenguas UIS ofrece cursos de lengua extranjera, y adicionalmente se cuenta con acceso gratuito a la plataforma Altissia-UIS (https://altissia.org/es/UISe-idiomas/) portal de aprendizaje virtual de hasta veinticuatro idiomas.

Sumado a lo anterior, los profesores promueven el uso de literatura en inglés en sus clases, documentación, estados del arte, y trabajo de grado, etc. (cf. Anexo 1, contenidos de las actividades académicas)., para ello se cuenta con recursos bibliográficos y acceso a bases de datos especializadas (cf. numeral 10.1) en este idioma.

Así mismo, se da prioridad a la visita de profesores internacionales quienes ofrecen conferencias en inglés, fruto de ello en 8 de los 21 eventos organizados por la Escuela de Ingeniería Civil se empleó este idioma.

### 5.7.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DOCENTES, FORMATIVAS, CIENTÍFICAS, CULTURALES Y DE EXTENSIÓN QUE PROYECTAN IMPLEMENTAR EN LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO PARA FAVORECER LA INTERNACIONALIZACIÓN

Con miras al fortalecimiento de la inserción del programa en los contextos globales se realiza la siguiente Proyección para la Internacionalización de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental a realizarse en los próximos 7 años:

[170] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo No. 023 de 2022. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.
[171] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Artículo 114.

Tabla 20 Actividades para Internacionalización del programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Actividad | Meta | Fuente de Financiación |
|---|---|---|
| Estudiantes utilizando la plataforma Altissia para formación en segunda lengua. | 10 | N/A |
| Participación de docentes extranjeros como conferencistas en eventos académicos y científicos organizados por la Escuela de Ingeniería Civil, en los que podrán participar los estudiantes de la Maestría. | 5 | Escuela de Ingeniería Civil |
| Difusión de la información del programa en idioma inglés en la web institucional y de la Escuela de Ingeniería Civil respectivamente. | 2 | N/A |
| Profesores planta miembros de comités (revisor, editorial, científico) de revistas internacionales. | 2 | N/A |

## 5.8 MECANISMOS DE EVALUACIÓN

### 5.8.1 MECANISMOS DE EVALUACIÓN EN COHERENCIA CON LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES, EL PROCESO FORMATIVO, LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y MODELO PEDAGÓGICO

El programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se acoge a los lineamientos Institucionales en lo relacionado con la evaluación de aprendizaje[172]. En esta evaluación se consideran los siguientes aspectos:

#### 5.8.1.1 DE LAS EVALUACIONES

La evaluación académica de una actividad académica de posgrado se podrá hacer dentro de las siguientes modalidades de pruebas: Ordinarias, Supletorias, De suficiencia.

Las evaluaciones ordinarias corresponden a los exámenes escritos, trabajos y demás pruebas cuyo carácter y número deben quedar establecidos en el programa de cada actividad académica que se da a conocer a los estudiantes en la primera semana de clases.

La evaluación supletoria es aquella que se practica en reemplazo de una prueba ordinaria. Para solicitar una evaluación supletoria, el estudiante deberá acreditar impedimento de fuerza mayor, incapacidad médica o calamidad doméstica refrendado y comprobado por la División de Bienestar Universitario de la UIS. La solicitud de evaluación supletoria, junto con la justificación y documentos soporte deberán presentarse dentro de los cinco días hábiles siguientes a la fecha de vencimiento de la incapacidad médica o calamidad doméstica que impidió la presentación de la evaluación ordinaria.

La evaluación por suficiencia es la prueba escrita aprobada por el Comité Asesor de Programas de Posgrado para el estudiante que considere dominar determinado saber y solicite la realización de la prueba con aval del director del trabajo de grado. Siempre se realizará antes del comienzo de clases del respectivo período académico y sobre contenidos de actividades académicas teóricas evaluadas cuantitativamente. No habrá evaluación de suficiencia en competencias relacionadas con el trabajo de grado y campos que desarrollen alguna destreza. El estudiante podrá presentar solamente una evaluación por suficiencia por actividad

[172] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art 163-170 y sus parágrafos.

académica y validar hasta dos (2) actividades académicas por período académico. La nota aprobatoria mínima de la evaluación por suficiencia será de (4,0).

5.8.1.2 DE LAS CALIFICACIONES

Las calificaciones de las evaluaciones en posgrado podrán ser cualitativas y cuantitativas, según se especifique en el plan de estudios.

En el caso de las evaluaciones cuantitativas, la calificación será de cero coma cero (0,0) a cinco coma cero (5,0). La nota mínima aprobatoria, para cualquier actividad académica será de tres comas dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar al título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50). El abandono injustificado de actividades académicas o de las actividades previstas en un programa de posgrado será causal de una calificación de cero coma cero (0,0).

El estudiante que no obtenga al menos la nota mínima aprobatoria deberá repetir la actividad académica. En tal caso, la actividad académica perdida deberá ser matriculada en el siguiente periodo académico en que se ofrezca. Las actividades académicas pérdidas o canceladas no pueden ofrecerse en la modalidad de curso dirigido, por lo que el estudiante deberá cursarla la próxima vez que esta sea programada regularmente. Cuando la actividad académica perdida o cancelada no se ofrezca, el estudiante podrá presentar examen de validación por suficiencia, previo concepto del Comité Asesor de Programas de Posgrado.

En el caso de las evaluaciones cualitativas se expresará con una consideración, juicio y decisión en términos de Aprobada (A) o No Aprobada (NA) y con un concepto sustentado.

Para efectos de las calificaciones, los profesores de cada actividad académica programarán como mínimo dos (2) evaluaciones durante un determinado período académico. El porcentaje de cada evaluación y los criterios serán informados a los estudiantes en el programa de la actividad académica y considerando el calendario académico del programa.

El rendimiento académico del estudiante de posgrado, durante su permanencia en la Universidad Industrial de Santander, se medirá por el promedio ponderado del periodo académico y el promedio ponderado acumulado. Para obtener el promedio ponderado se toma la calificación definitiva obtenida por el estudiante en cada una de las actividades académicas, se multiplica por el número de créditos correspondientes a la actividad académica; se suman los productos obtenidos y el resultado se divide por el número total de créditos. Se obtiene el promedio ponderado del periodo académico cuando el cómputo se efectúa, teniendo en cuenta solamente las actividades académicas cuya calificación fue registrada en un período académico.

### 5.8.2 JUSTIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS

En concordancia con el renovado Modelo Pedagógico Institucional[173], en el que se establece que "*Evaluar el aprendizaje en un diseño curricular basado en competencias supone que el propósito institucional de la evaluación será diagnóstico y formativo, orientado a detectar el desarrollo de competencias y actitudes, y, por consiguiente, el progreso individual en la formación integral. Esto implica que la evaluación del aprendizaje es un proceso sistemático:*

[173] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.

- *Basado en evidencias verificables,*
- *Con una finalidad clara: diagnóstico, formativo o sumativo.*
- *Orientado por referentes: objetivos, estándares, pre-saberes, competencias, entre otros.*
- *Susceptible de ocurrir antes, durante y al finalizar la intervención educativa.*
- *Emisor de juicios de valor para la toma de decisiones acertadas.*

*Es importante resaltar que la valoración del desarrollo de competencias puede hacerse a través de experiencias de aprendizaje vinculadas formalmente con actividades académicas en el plan de estudios, o con espacios y experiencias de aprendizaje en el contexto macro-curricular, como participación en semilleros de investigación, experiencias de movilidad nacional o internacional, vinculaciones a grupos culturales o deportivos, funciones en auxiliaturas administrativas, y demás oportunidades previstas en el abanico de posibilidades que ofrece la institución*", y las directrices referentes a la organización de los planes de estudio de programas de maestría definidas en el Reglamento General de Posgrado[174], en el que se especifican hitos importantes relacionados con la evaluación, se proponen en el numeral 5.8.3. los mecanismos de evaluación a realizarse en diferentes momentos del avance del estudiante en el plan de estudios.

### 5.8.3 MECANISMOS DE EVALUACIÓN QUE PERMITIRÁN EL SEGUIMIENTO SISTEMÁTICO AL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Para la medición y seguimiento de las competencias necesarias para cumplir los resultados de aprendizaje definidos para la nueva vigencia del registro calificado del programa se plantea el uso de las diferentes actividades académicas y formativas presentadas en el numeral 6, de tal manera que, en cada una de las actividades académicas del plan de estudios (cf. Anexo 1. Programas de las actividades académicas) se han definido las técnicas de evaluación de acuerdo con los propósitos de formación, las competencias que deben evidenciar los estudiantes, y los indicadores de logro. Así mismo, se establecieron a lo largo del plan de estudios varios puntos de medición del avance en el logro de los resultados de aprendizaje, según se detalla en la Tabla 17 del numeral 5.5.2.3. Conforme a lo anterior, se desarrollan, entre otras, exámenes escritos, exposiciones, talleres, trabajos de consulta, ensayos, autoevaluaciones y coevaluaciones.

Así mismo, se resaltan entre las actividades académicas la presentación y defensa tanto de la propuesta de trabajo de grado (en el II semestre), como del trabajo de grado (en el IV semestre), que permitirán medir el grado de avance del maestrando en su proceso formativo. Los procedimientos a seguir en estas actividades están definidos en los artículos 97-113 del Reglamento General de Posgrado. Los aspectos a evaluar en la propuesta de trabajo de grado y el trabajo de grado se detallan en los instrumentos (formularios institucionales) que se encuentran en el Anexo IV del presente documento.

Sumado a lo anterior, el Reglamento General de Posgrado establece que semestralmente, el estudiante debe presentar, con visto bueno de su director, un informe de avance en donde se resuman las principales actividades desarrolladas en cumplimiento del plan de trabajo presentado en la propuesta de trabajo de grado, ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado[175]. Este informe contribuirá al análisis que el Programa realizará sobre el avance del estudiante, y permitirá tomar decisiones oportunas para mejorar el desempeño del estudiante y del director con relación a los resultados de aprendizaje establecidos para la maestría.

[174] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Título V, capítulos III, IV, V.
[175] Ibíd. Art 104.

### 5.8.4 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN QUE PERMITAN EL SEGUIMIENTO SISTEMÁTICO AL PROCESO FORMATIVO Y AL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Durante el periodo de vigencia del último registro calificado, los resultados de la implementación de los mecanismos de evaluación que permiten el seguimiento sistemático al proceso formativo muestran que los estudiantes han avanzado en el plan de estudios con resultados positivos, demostrado por ejemplo a través de los promedios académicos acumulados, los cuales son superiores a 4.1/5.0.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el presente documento corresponde a la reforma curricular del Programa, que incluye un nuevo plan de estudios que será implementado una vez tenga aprobación y considerando que es la primera vez que se formulan resultados de aprendizaje articulados con el perfil del egresado, a la fecha no se cuenta con evidencias de la implementación de los mecanismos de evaluación de los resultados de aprendizaje. Es un compromiso del programa presentar estos resultados para la siguiente renovación del registro calificado.

### 5.8.5 SEGUIMIENTO A LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO Y CAMBIOS PROPUESTOS DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Respecto al seguimiento a los mecanismos de evaluación del programa y los cambios propuestos de acuerdo con los resultados obtenidos, durante la actual vigencia del registro calificado, este se ha realizado mediante el uso de la "Evaluación de calidad en el Aula", en la cual se consulta a todos los estudiantes en cada una de las actividades académicas del plan de estudios sobre diversos aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje, y la autoevaluación global del programa. Los resultados de estos procesos han conllevado a incluir la actividad académica Seminario de profundización IV en la reforma del plan de estudios del programa para evaluar el grado de avance del estudiante en el desarrollo de su trabajo de aplicación, y contribuir a su graduación en el tiempo establecido.

### 5.8.6 INDICADORES QUE DEMUESTREN EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO DEL ESTUDIANTE SEGÚN LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE PREVISTOS

Teniendo en cuenta que el presente documento corresponde a la reforma curricular del Programa, que incluye un nuevo plan de estudios que será implementado una vez tenga aprobación y considerando que es la primera vez que se formulan resultados de aprendizaje articulados con el perfil del egresado, a la fecha no se cuenta con indicadores que demuestren el mejoramiento del desempeño del estudiante según los resultados de aprendizaje previstos. Es un compromiso del programa presentar estos indicadores para la siguiente renovación del registro calificado.

### 5.8.7 EVIDENCIAS DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN CON EL PROCESO FORMATIVO Y LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS, EN COHERENCIA CON EL NIVEL DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA

En el diseño inicial del programa, así como en la reforma del mismo que se presenta en este documento, los mecanismos de evaluación se han definido teniendo como hilo conductor la intencionalidad de la actividad académica para el desarrollo de las competencias, y cómo deben demostrarlo los estudiantes. En este sentido, durante el proceso de reforma se diseñaron indicadores de logro, que permitirán evaluar el avance en el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa, considerando varios puntos a lo largo del plan de estudios para cada uno de ellos, es decir que se contará con diferentes actividades académicas para su evaluación (cf. Tabla 21.)

Tabla 21 Seguimiento al avance del logro de los resultados de aprendizaje

| Resultados de aprendizaje del programa | Punto de medición del Resultado de aprendizaje (Semestre) | Indicadores de logro | Estrategia de Evaluación |
|---|---|---|---|
| Abordar proyectos en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental desde diferentes perspectivas y contextos, considerando diversas metodologías y herramientas de tipo numérico y/o experimental. | Gestión de Recursos Hídricos (Semestre I) | •Justifica la solución a un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos.<br>•Propone la integración de herramientas y técnicas participativas relevantes para el análisis de un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br>•Identifica los fundamentos, potencialidades y limitaciones de los distintos enfoques y metodologías de valoración económica del agua para ser utilizadas en el contexto de problemas y proyectos de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br>•Selecciona de manera integral la mejor alternativa de solución en un problema recursos hídricos y saneamiento ambiental, aplicando metodologías multicriterio. | •Informes sobre aspectos globales, sociales y económicos y su relación con problemas de los recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br><br>•Trabajo en grupo sobre caso de estudio en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental empleando herramientas multicriterio. |
| | Tratamiento de Aguas Residuales (Semestre III) | •Identifica soluciones factibles a problemas asociados a la contaminación por aguas residuales Identifica con claridad los procesos de tratamiento de agua residual.<br>•Propone soluciones apropiadas al contexto socioeconómico del lugar a situaciones problemáticas planteadas.<br>•Diseña sistemas de tratamiento de agua residual con aplicación de los conceptos y lineamientos estudiados. | •Estudio de caso sobre tratamiento de aguas residuales. |
| | Sistemas de Abastecimiento de Agua (Semestre III) | •Identifica requerimientos y necesidades del sistema, proceso o componente a diseñar.<br>•Reconoce la importancia de las especificaciones y las define para un determinado sistema, proceso o componente.<br>•Comprende los conceptos y parámetros técnicos y socioeconómicos básicos asociados al proyecto a desarrollar.<br>•Propone, diseña y compara diferentes alternativas de solución a los problemas planteados. | •Estudio de caso sobre sistemas de abastecimiento de agua. |
| Diseñar planes para la cuantificación, el monitoreo, la evaluación y la restauración de recursos hídricos superficiales y/o subterráneos. | Hidrología y Clima (Semestre I) | •Describe cualitativa y cuantitativamente las interacciones entre el agua superficial y subterránea a través de los procesos de infiltración, evapotranspiración, recarga de acuíferos, etc., y la respuesta de estos procesos a eventos meteorológicos y climáticos. | •Proyecto de clase de análisis hidrológico. |
| | Hidrogeología (Semestre II) | •Analiza los resultados de pruebas hidráulicas para conocer el funcionamiento del acuífero y es capaz de interpretar los datos obtenidos para la entrega de resultados.<br>•Interpreta datos obtenidos en pruebas de bombeo, aplica software disponible y utiliza los resultados. | •Estudio de caso de hidrogeología. |

| Resultados de aprendizaje del programa | Punto de medición del Resultado de aprendizaje (Semestre) | Indicadores de logro | Estrategia de Evaluación |
|---|---|---|---|
| | | •Estima y evalúa indicadores hidrogeoquímicos para el estudio de la calidad del agua subterránea, que le permitirán evaluar su calidad para diferentes usos. | |
| | Monitoreo y Evaluación de la Calidad de Agua (Semestre III) | •Reflexiona sobre la importancia de recopilar información adecuada para caracterizar y evaluar las problemáticas del recurso hídrico, analizando parámetros e indicadores de calidad del agua fisicoquímica, hidromorfológica e hidrobiológica.<br>•Calcula e interpreta los resultados de parámetros de evaluación e índices de calidad fisicoquímica, hidromorfológica e hidrobiológica del recurso hídrico.<br>•Desarrolla procesos para valorar situaciones y resultados, con énfasis en el monitoreo y evaluación integrada de la calidad y cantidad del agua, para caracterizar las problemáticas del recurso hídrico. | •Estudio de caso de monitoreo y evaluación de la calidad del agua. |
| Diseñar sistemas de tratamiento físico, químico, biológico, para el abastecimiento de agua y/o la prevención y control de la contaminación por aguas residuales, considerando restricciones realistas y el impacto que generan en los contextos social, económico, y ambiental. | Procesos Ambientales (Semestre I) | •Aplica los balances de masa en los conceptos relacionados con la cinética y comportamiento hidrodinámico de reactores, así como en el transporte de masa en sistemas naturales como de ingeniería.<br>•Articula los principios teóricos de las ciencias ambientales y de la Ingeniería al estudio de los procesos químicos, biológicos y físicos que inciden en la liberación, circulación y transformación de sustancias contaminantes en el ambiente.<br>•Describe los conceptos básicos de los procesos que ocurren en los recursos aire, agua y suelo. Elabora y sustenta documentación técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica propias de la ingeniería. | •Examen escrito sobre procesos ambientales en los recursos aire, agua y suelo. |
| | Métodos Naturales para el Tratamiento de Aguas Residuales (Semestre IV) | •Analiza las características de las aguas residuales municipales y las necesidades de remover materia orgánica y nutriente, por medio de métodos naturales.<br>Identifica los requerimientos para la aplicación de tecnologías naturales para el tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización, humedales, soluciones en terreno, soluciones in situ).<br>•Propone y dimensiona hidráulicamente opciones tecnológicas naturales para el tratamiento y reúso de aguas residuales, teniendo en cuenta las condiciones de contexto en particular. | •Estudio de caso sobre aplicación de métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. |
| | Diseño de Plantas de Potabilización (Semestre IV) | •Aplica los conceptos teóricos y prácticos de los procesos de tratamiento de agua convencionales.<br>•Aplica y selecciona las operaciones unitarias requeridas en para el tratamiento de agua de consumo humano.<br>•Identifica y selecciona la tecnología para el tratamiento del agua acorde con el nivel de riesgo en la fuente de abastecimiento. | •Proyecto de clase sobre diseño de plantas de potabilización. |

| Resultados de aprendizaje del programa | Punto de medición del Resultado de aprendizaje (Semestre) | Indicadores de logro | Estrategia de Evaluación |
|---|---|---|---|
| | | •Dimensiona los componentes básicos incluidos en el tren de tratamiento seleccionado en un sistema de tratamiento de agua de tipo convencional. | |
| Proponer medidas para la protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. | Sistemas de información Geográfica (Semestre II) | •Propone correctamente un modelo computacional que contribuya a la resolución de un problema científico o ingenieril.<br>•Comprende los conceptos básicos de cartografía y simulación que se llevan a cabo cuando se modelan los procesos que ocurren en los recursos aire, agua, suelo y roca. | •Estudio de caso de aplicación de SIG. |
| | Modelación de Aguas Subterráneas (Semestre III) | •Emplea diferentes herramientas de modelación como un apoyo en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua subterránea.<br>•Aplica los conceptos adquiridos, identifica variables, criterios y restricciones para resolver problemas relacionados con el agua subterránea.<br>•Realiza planes de manejo de acuíferos haciendo una explotación sostenible y controlada del recurso. | •Estudio de caso sobre modelación de aguas subterráneas. |
| | Modelación de la Calidad del Agua Superficial (Semestre IV) | •Formula modelos sencillos y aplica modelos existentes para analizar los fenómenos de transporte de contaminantes y los problemas de contaminación de cuerpos de agua superficiales.<br>•Interpreta los resultados de la implementación de herramientas de simulación matemática de la calidad del agua y toma decisiones sobre qué acciones se pueden desarrollar para mejorar el deterioro ambiental hídrico. | •Estudio de caso sobre modelación de la calidad del agua superficial. |
| Proponer, con rigor científico, la solución a un problema de su interés, a través de un enfoque inter o multidisciplinario de las ciencias relacionadas con el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental. | Gestión de Recursos Hídricos (Semestre I) | •Justifica la solución a un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos. | •Documento que enmarca un tema de interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos. |
| | Propuesta de Trabajo de Grado (Semestre II) | •Selecciona y analiza información bibliográfica para la fundamentación de su propuesta.<br>•Aplica conceptos y métodos para la elaboración de su propuesta.<br>•Formula y sustenta adecuadamente su propuesta de trabajo de aplicación. | •Informe con la propuesta de trabajo de aplicación<br>•Sustentación de la propuesta. |
| | Trabajo de Grado II (Semestre IV) | •Analiza información de diferentes fuentes relacionadas para el desarrollo de su trabajo de grado.<br>•Aplica conocimiento especializado para la solución de problemas abordados en el trabajo de grado<br>•Presenta de forma escrita el informe final de su trabajo de aplicación.<br>•Sustenta su proyecto y demuestra el dominio del tema sobre el trabajo realizado. | •Informe final del trabajo de aplicación para la presentación a los evaluadores del proyecto.<br>•Sustentación del trabajo de aplicación desarrollado. |

### 5.8.8 MECANISMOS DE RETROALIMENTACIÓN A LOS ESTUDIANTES, A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE SUS EVALUACIONES

Parte del proceso formativo es la retroalimentación de los resultados alcanzados por los estudiantes en las diversas actividades formativas del plan de estudios. En el programa se propicia la retroalimentación constructiva en la que se destacan aspectos positivos y negativos de los procesos realizados y sus resultados, de manera que el estudiante tenga claridad sobre lo que debe hacer para mejorar su desempeño, fomentando un ambiente de aprendizaje positivo, exigente, y basado en el respeto del otro.

En este sentido, en las actividades académicas, los profesores dispondrán de un máximo de quince (15) días calendario, contados a partir de la fecha de realización de la evaluación ordinaria, para publicar los resultados obtenidos, y el estudiante contará con cinco (5) días hábiles siguientes a la publicación de la calificación para revisar con su respectivo profesor los resultados obtenidos[176].

Durante el proceso de aplicación de conocimiento, los estudiantes cuentan con el acompañamiento de los directores de trabajo de grado, quienes orientan el desarrollo del trabajo de aplicación desde la aprobación hasta la finalización del mismo, realizando la respectiva retroalimentación de manera crítica, exhaustiva, y continua. Esta retroalimentación es fundamental en el proceso de formación del estudiante, ya que marca no solo el rumbo de su trabajo de grado, sino también el desarrollo de sus competencias como magíster.

En los Seminarios de profundización los estudiantes presentan los avances en el planteamiento de su propuesta de trabajo de grado y el desarrollo de la misma, recibiendo retroalimentación tanto de profesores como de sus compañeros respecto de sus trabajos, el desarrollo de competencias de comunicación tanto oral como escrita, así como de interacción en el contexto académico.

En las actividades académicas Propuesta de Trabajo de Grado (antes Propuesta de trabajo II), y Trabajo de Grado II, el estudiante recibe retroalimentación a lo plasmado en el documento escrito. Para ello, los jurados evaluadores remiten un concepto argumentado con la mención de los logros y recomendaciones. En el caso de la propuesta de trabajo de grado, la retroalimentación le permite, si es el caso, replantear su trabajo, y en el caso del trabajo de grado incorporar mejoras para tener un documento de alta calidad.

### 5.8.9 EVIDENCIAS Y RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS MECANISMOS DE RETROALIMENTACIÓN A LOS ESTUDIANTES, A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE SUS EVALUACIONES

Como resultado de la implementación de los mecanismos de retroalimentación durante la vigencia del registro calificado los estudiantes han llevado a cabo un proceso formativo integral, alcanzando las competencias planteadas por el Programa, logrando un buen desempeño académico (promedios académicos acumulados, los cuales son superiores a 4.1/5.0.) y bajas tasas de deserción (4,3% debida a razones *no* académicas).

### 5.8.10 EVIDENCIAS DE LA ADAPTACIÓN DE LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA A LA DIVERSIDAD DE LOS ESTUDIANTES Y SUS CONTEXTOS CULTURALES, SOCIALES Y TECNOLÓGICOS

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental define diferentes mecanismos de evaluación con el propósito de atender la diversidad de estudiantes en la que prima la equidad. Para aquellos

[176] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art 164 y 165.

estudiantes que requieran de una atención diferenciada, se prevé trabajar conjuntamente con la unidad de Bienestar Universitario u otras unidades de la Universidad para atenderlos adecuadamente según lo estipulado en la política de educación inclusiva institucional[177], no obstante, a la fecha no se han presentado casos de estudiantes que requieran dicha atención, y por tanto no se han adaptado los mecanismos de evaluación en este sentido.

### 5.8.11 ACCESIBILIDAD DE LA COMUNIDAD EDUCATIVA A LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN

La comunidad educativa y grupos de interés acceden fácilmente a los datos completos sobre la estructura del programa, los contenidos de las actividades académicas, los requisitos de admisión, permanencia, y grado, así como los mecanismos de evaluación. Para ello, la información del programa está disponible en la página web Institucional, en la sección de la Escuela de Ingeniería Civil (https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaCivil/programasAcademicos/maeRecursosHidricos/index.jsp?variable=358); así mismo, se tienen la información del programa en la web particular de la Escuela (http://albatros.uis.edu.co/eisi/grupo/recursoshidricos/#views/gm1/inicio) en la sección de posgrados.

Adicionalmente, al inicio de cada cohorte se lleva a cabo una jornada de inducción a los nuevos estudiantes, en donde conocen las normativas del programa. En esta jornada, se presenta la ruta y los tiempos que se deben seguir para finalizar con éxito la maestría. Así mismo, se entrega el archivo digital del Reglamento General de Posgrado, y el Proyecto Educativo del Programa, de manera que conozcan en profundidad sus derechos y deberes, incluyendo los mecanismos de evaluación que se prevén utilizar en la maestría.

Por otra parte, a nivel institucional se cuenta con el sistema de información académico en el que los profesores registran las calificaciones obtenidas por los estudiantes, los estudiantes conocen su desempeño, y la coordinación realiza seguimiento al avance de los estudiantes. Para acceder al sistema, cada estamento cuenta con usuario y contraseña.

[177] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No.032 de 2019. Política de Educación Inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la UIS.

# 6 ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO

## 6.1 PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA

El presente documento corresponde al Proyecto Educativo del Programa actualizado para la nueva vigencia del registro calificado e incluye la Reforma Académica del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (denominación actual).

### 6.1.1 SEGUIMIENTO AL PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA Y ACCIONES PREVISTAS PARA LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental continuará consolidando la cultura de autoevaluación como mecanismo de análisis del cumplimiento del Proyecto Educativo del Programa. Específicamente durante la vigencia del registro calificado se llevó a cabo un proceso de autoevaluación, cuyos resultados se detallan en el Anexo IX.

En cada proceso de autoevaluación se identifican las fortalezas y las debilidades, así como los aspectos susceptibles de mejora y se elabora un plan de mejoramiento, el cual incluye proyectos y acciones previstas para la nueva vigencia del registro calificado con el fin de mantener la calidad del programa académico. En la actualidad se está ejecutando el plan de mejoramiento fruto del proceso de autoevaluación realizado en la ventana de tiempo 2017-2020, el cual incluye la realización de la reforma curricular, que se presenta en este Proyecto Educativo.

## 6.2 CONTENIDOS CURRICULARES QUE EVIDENCIAN LA INTENCIONALIDAD ORGANIZACIONAL DE LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS Y DOCENTES

La Maestría está diseñada con tres bloques de formación, acorde con el desarrollo o consolidación de competencias para el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa. Los bloques de formación corresponden a:

- Bloque de Fundamentación (18 créditos): Comprende los dos primeros semestres del programa, con el fin de brindar al estudiante los conceptos fundamentales teóricos y prácticos necesarios para abordar la ingeniería del recurso hídrico y el saneamiento ambiental, a través de las actividades académicas: Química Ambiental, Procesos Ambientales, Gestión de Recursos Hídricos, Hidrología y clima, Sistemas de Información Geográfica.

- Bloque de Profundización (18 créditos): A partir del segundo semestre, el estudiante ahonda en temas disciplinares de su elección disponibles en la oferta de actividades académicas electivas del programa. El consenso de estudiantes seleccionará 3 líneas de profundización y sus respectivas electivas, de entre las 4 líneas que contempla el programa así:

    1. Línea de Modelación de aguas subterráneas, Electivas: Hidrogeología, y Modelación de aguas subterráneas.

2. Línea de Modelación de aguas superficiales, Electivas: Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua, y Modelación de la calidad del agua superficial.
3. Línea de Abasto de agua, Electivas: Sistemas de abastecimiento de agua, y Diseño de plantas de potabilización.
4. Línea de Tratamiento de aguas residuales, Electivas: Tratamiento de Aguas residuales, y Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.

- Bloque Avanzado (16 créditos): Conformado por las actividades académicas Seminario de profundización I, II, III y IV, Propuesta de Trabajo de Grado, y Trabajo de grado I y II, donde el estudiante aplica gradualmente, desde el primer hasta el último semestre, el conocimiento adquirido en su proceso formativo para el desarrollo de su trabajo de aplicación.

En el Anexo I. Programas de las actividades académicas se encuentra la descripción de los componentes de todas las actividades académicas, de acuerdo con el formato establecido por el Consejo Académico[178], en el que se incluye la intensidad horaria, tanto de trabajo independiente como de acompañamiento por el docente, justificación, propósitos, competencias, contenidos, estrategias pedagógicas, sistema de evaluación y bibliografía.

### 6.2.1 SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA INTENCIONALIDAD ORGANIZACIONAL DE LAS LABORES FORMATIVAS

Para el cumplimiento de las labores formativas, la coordinación del programa realiza la gestión de contratación de los profesores acorde con la secuencia de las actividades del plan de estudios. Al contratarse los docentes, se lleva a cabo una reunión con cada uno de ellos para revisar el contenido programático de la actividad académica de la que estará encargado el profesor y contextualizarlo acerca de los estudiantes que contará en su grupo, según la caracterización que la coordinación realiza sobre los estudiantes admitidos a la cohorte.

En cuanto al seguimiento, el Programa realiza la "Evaluación de Calidad en el Aula" en todas las actividades académicas, con la cual se consulta a los estudiantes sobre el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje por parte de cada docente. Esta evaluación se lleva a cabo al finalizar cada actividad académica, utilizando el instrumento detallado en el Anexo VI que incluye cuatro factores: planificación, proceso de enseñanza-aprendizaje, evaluación, valores y actitudes. Los resultados constituyen una estrategia para la aplicación de planes de mejoramiento de la calidad académica del Programa que proporciona una mediación de calidad por parte de los docentes en el proceso de enseñanza aprendizaje; en este sentido, la coordinación analiza los resultados de cada cohorte y plantea estrategias de mejoramiento según sea el caso, así mismo, envía el respectivo informe al docente evaluado para su respectivo análisis y retroalimentación. Adicionalmente, hay un diálogo permanente con los estudiantes y los docentes por parte de la coordinación para identificar situaciones que requieran correcciones o mejoras, canales de comunicación como el correo electrónico, y reuniones presenciales y virtuales con la coordinación, donde la comunidad del programa puede plantear inquietudes, quejas, sugerencias, peticiones, propuestas, etc., que contribuyen a dicho seguimiento.

## 6.3 COMPONENTES QUE ESTRUCTURAN EL MICRO, MESO Y MACROCURRÍCULO

[178] Universidad Industrial de Santander (2021). Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS.

Tal como se mencionó en el numeral 5.6.2 Modelo Pedagógico, el programa cuenta con un macro, meso, y microcurrículo así:

**Macrocurrículo**
El macrocurrículo organiza las relaciones entre el sector externo y los ambientes de aprendizaje requeridos para el desarrollo del proceso formativo, y da cuenta de la capacidad de respuesta institucional en la satisfacción de necesidades educativas de la comunidad; se direcciona mediante políticas académicas para la formación integral, formación que incluye la interdisciplinariedad, flexibilidad, internacionalización e interculturalidad, así como la integración curricular, honrando la declaración misional UIS por una formación para la investigación e innovación, la ética, la ciudadanía y la interculturalidad vistas desde un enfoque diferencial. Se despliega mediante programas y proyectos Institucionales como: bienestar universitario, actividades culturales y deportivas, el sistema de excelencia académica, programas de apoyo a movilidad, convenios, cátedras magistrales, programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas y demás oportunidades de formación integral.

**Mesocurrículo**
Corresponde directamente al proyecto educativo del programa, incluidos el plan de estudios, la secuenciación y gradación de ambientes y experiencias de aprendizaje, los enfoques teórico-disciplinares del área de conocimiento, los resultados de aprendizaje, los procesos de desarrollo de competencias, las estrategias didácticas a emplear, así como el sistema de evaluación de los resultados de aprendizaje, y el diseño, la gestión y la evaluación curricular a la luz de los criterios de alta calidad educativa de programas que ha definido el Ministerio de Educación Nacional para las diversas modalidades y niveles de formación.

El programa plantea en la reforma estar organizado a nivel Mesocurricular en tres bloques de formación:

- *Bloque de Fundamentación:* En el que el estudiante adquiere los conceptos teóricos y prácticos fundamentales necesarios para abordar la ingeniería del recurso hídrico y el saneamiento ambiental. Está constituido por dieciocho (18) créditos.
- *Bloque de Profundización:* Donde el estudiante ahonda en temas disciplinares de su elección disponibles en las actividades académicas electivas; abarca un total de dieciocho (18) créditos.
- *Bloque Avanzado:* Conformado por las actividades académicas Seminario de profundización I, II, III y IV, Propuesta de Trabajo de Grado, y Trabajo de grado I y II, donde el estudiante aplica el conocimiento adquirido en su proceso formativo para el desarrollo de su trabajo de aplicación; engloba un total de dieciséis (16) créditos.

**Microcurrículo**
Comprende las actividades académicas del plan de estudios, 12 de tipo obligatorio disciplinar y transdisciplinar y 6 de tipo electivo (el programa ofrece 8 electivas disciplinares a seleccionar por el consenso del grupo de estudiantes), que se articulan para el desarrollo o consolidación de competencias y el logro de los resultados de aprendizaje del programa, y cuentan con diversas estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación para su desarrollo y seguimiento (cf. Anexo I).

### 6.3.1 SEGUIMIENTO A LOS AJUSTES DEL MICRO, MESO Y MACRO CURRÍCULO

Durante la vigencia del registro calificado, se realizó ajuste del macrocurrículo a nivel institucional, mediante procesos colectivos que implicaron la participación de todos los estamentos de la comunidad académica. Estos procesos corresponden a la revisión y actualización del Proyecto Institucional, adoptado mediante el Acuerdo No. 026 de 2018 del Consejo Superior, con el propósito de reunir todos los atributos y las características que hoy definen a la UIS; posterior a lo cual, se llevó a cabo la definición del Plan de Desarrollo

Institucional 2019-2030, aprobado mediante el Acuerdo No. 047 de 2019 del Consejo Superior, a partir del que se delinea el futuro de la Universidad en un horizonte de 12 años; y finalmente, la actualización del Modelo Pedagógico UIS, aprobado mediante Acuerdo del Consejo Académico No. 233 del 10 de agosto de 2021, el cual orienta a una formación académica centrada en el aprendizaje y en el sujeto que aprende, orientado a la formación para la innovación, asistido por el uso de tecnologías de la información y la comunicación, basado en competencias, y conducente a resultados evidenciables en la impronta de rasgos comunes a los egresados como ciudadanos y profesionales integrales, capaces de contribuir a la evolución de una sociedad justa y equilibrada hacia el bien común. Es de mencionar que, a nivel nacional, se emitieron nuevas normativas que introdujeron cambios en las condiciones de calidad de programa que deben cumplir las instituciones de educación superior, tanto para renovación de registros calificados (Decreto 1330 de 2019 y la Resolución 021795 de 2020 del Ministerio de Educación Nacional) como para acreditación de alta calidad (Acuerdo n.° 02 de 2020 del CESU), las cuales han sido consideradas en la actualización de los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de pregrado y posgrado, bajo los principios de formación integral y transversalidad del currículo, interdisciplinariedad, flexibilidad, formación para la investigación y la innovación, la internacionalización, la cohesión social y la construcción de comunidad, el enfoque diferencial, la formación permanente y el compromiso con los egresados, la calidad y evaluación curricular, pertinencia y sostenibilidad y la pedagogía transformativa, aprobados mediante Acuerdo del Consejo Académico No.023 del 25 de enero de 2022.

El seguimiento al meso y micro currículo de la Maestría se realiza principalmente a través de los procesos de autoevaluación del programa, en los cuales se recolecta información que dé cuenta del uso de los recursos que los estudiantes tienen a su disposición en los tres niveles del currículo y la percepción que la comunidad académica tiene al respecto. Adicionalmente, se evalúan características del meso y micro currículo como la flexibilidad, la interdisciplinariedad, la integralidad de las actividades académicas y las diferentes condiciones que se dan para cumplir con el proceso formativo.

Particularmente a nivel mesocurricular, durante la vigencia del registro calificado, como fruto del proceso de autoevaluación realizado en el año 2021, y con el objetivo de renovación del registro calificado, se reformó el currículo acorde con los lineamientos institucionales para implementación del nuevo Proyecto Institucional y Modelo Pedagógico UIS (macrocurrículo). Por lo tanto, los ajustes que ha tenido el programa entorno al currículo se dieron en el marco de dicha reforma, los cuales se consignan en este Proyecto Educativo para aprobación por parte del Ministerio de Educación, y su seguimiento se realizará durante la próxima vigencia del registro calificado. Es un compromiso del programa presentar el seguimiento al nuevo currículo del programa para la próxima renovación del registro calificado.

Así mismo, a nivel microcurricular, se realiza seguimiento mediante la "Evaluación de Calidad en el Aula", instrumento mediante el cual se consulta a todos los estudiantes en cada una de las actividades académicas del plan de estudios sobre diversos aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje, y la autoevaluación global del programa. Los resultados de estos procesos hicieron parte del insumo para el proceso de reforma en el que se actualizaron todos los contenidos de las actividades académicas, se ajustaron algunas HIP y HTI, así como las estrategias de enseñanza-aprendizaje y los mecanismos de evaluación acorde con las microcompetencias respectivas.

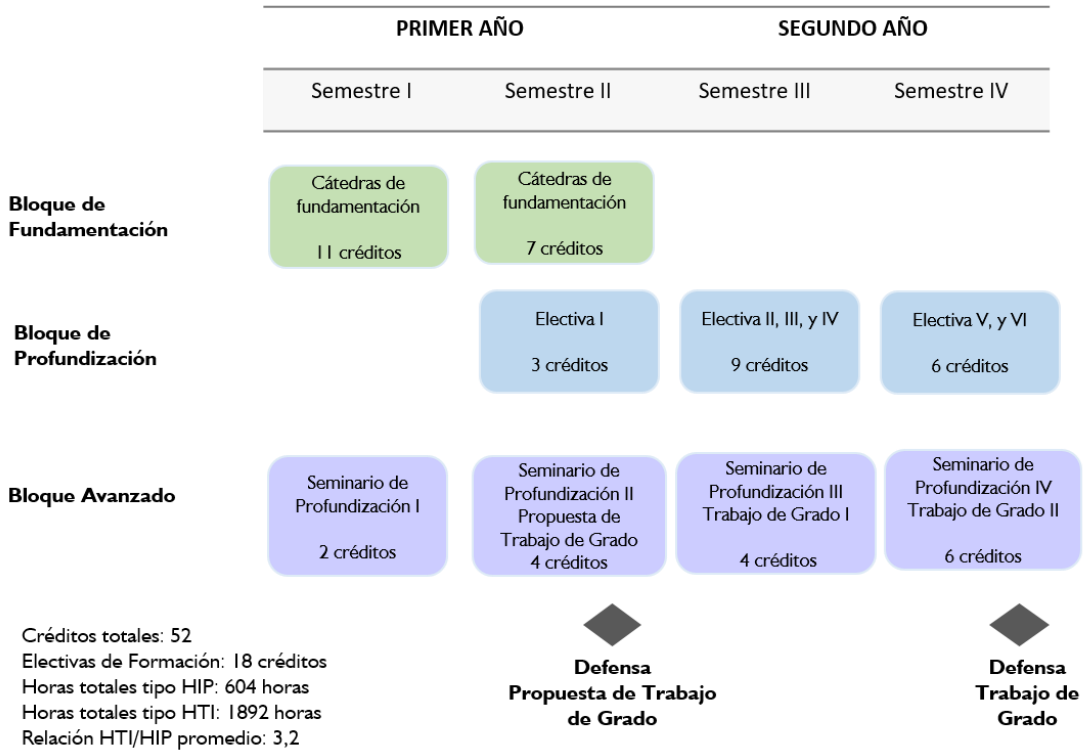
Dentro de lo planeado para la implementación de la reforma académica, se definió un plan de transición (cf. numeral 14) que garantiza que todos los estudiantes pueden acogerse al nuevo plan de estudios. Con la reforma se garantiza la alineación del macro, meso y microcurrículo, de manera que los estudiantes desarrollen o fortalezcan las competencias definidas por el programa con tiempos y espacios adecuados en todas las actividades académicas, conllevando a que se logren los resultados de aprendizaje. Es de resaltar que esta alineación del currículo y la intencionalidad organizacional de las labores formativas, académicas y

docentes del currículo (numeral 6.2) es revisada a nivel de la Escuela de Ingeniería Civil por el Comité Asesor de Posgrado y el Consejo de Escuela, y a nivel institucional por Planeación y el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS -CEDEDUIS-, las cuales son las unidades designadas para ello en los procesos de creación, modificación y reforma de programas académicos, así como de renovación del registro calificado.

## 6.4 ACTIVIDADES ACADÉMICAS, FORMA EN QUE SE RELACIONAN Y COMPLEMENTAN ENTRE SÍ, CRÉDITOS ACADÉMICOS Y HORAS DE INTERACCIÓN ESTUDIANTE-PROFESOR

El esquema formativo (cf. Figura 5) de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental para la nueva vigencia del registro calificado está conformado por el plan de estudios y las actividades académicas complementarias de formación a nivel de meso y macrocurrículo, que se articulan teniendo en cuenta los resultados de aprendizaje, y las competencias que deben ser desarrolladas por el estudiante para alcanzar el título que otorga el programa. El plan de estudios (cf. Figura 5) corresponde a las actividades académicas que le permiten al estudiante adquirir o profundizar conceptos específicos en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como desarrollar y/o consolidar competencias para la solución de problemas avanzados y el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinar, o profesional. Es de resaltar dos hitos importantes en el plan de estudios: la defensa de Propuesta de trabajo de grado, y la defensa del Trabajo de grado, los cuales permiten evaluar el avance del estudiante en el proceso global de formación como magíster. A continuación, se describe cada actividad académica que conforma el Programa, así como los hitos importantes.

Figura 5. Organización de Actividades Académicas Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental



- **CÁTEDRAS**

Las cátedras corresponden a las actividades académicas que conforman el bloque de Fundamentación, con las que se proveerá el fundamento teórico disciplinar, así como las herramientas metodológicas y prácticas para su aplicación, de manera que se avance en el desarrollo de las competencias disciplinares y profesionales definidas en el Programa. Las cátedras serán de tipo obligatorio, y cuentan con una asignación de 18 créditos; su intensidad contempla por cada hora de trabajo con acompañamiento docente (HIP), 3 horas de trabajo independiente (HTI) del estudiante, con un total de 220 horas HIP y 676 HTI.

- **ELECTIVAS**

Corresponde al conjunto de actividades académicas "Electivas" de tipo disciplinar profesional, que se pueden seleccionar del plan de estudios de la Maestría, de acuerdo con el área de profundización de interés del consenso de los estudiantes de la respectiva cohorte. En el plan de estudios del programa, el estudiante cursará un total de 18 créditos académicos en actividades académicas electivas, diseñadas con una intensidad HIP:HTI de 1:3, con un total de 240 horas HIP y 720 HTI. Esta actividad contribuye a la consolidación de la formación profesional y técnica específica en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

- **SEMINARIO DE PROFUNDIZACIÓN**

Las actividades académicas "Seminario de profundización" incluidas en el plan de estudios tienen el propósito de orientar al estudiante hacia la formulación del proyecto del trabajo de aplicación que desarrollará durante el programa de maestría y la presentación de avances en su ejecución; por lo tanto, están diseñados para proveer los elementos metodológicos necesarios para resolver problemas avanzados y el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinar, o profesional. Los seminarios establecidos en el plan de estudios cuentan con una asignación de 8 créditos académicos en total; con relaciones HIP:HTI de 1:3, de tal forma que contarán con 80 horas con acompañamiento docente y 240 horas de trabajo independiente del estudiante. Los seminarios tendrán el siguiente alcance:

- Seminario de profundización I: Brindar herramientas teóricas y conceptuales para que el estudiante identifique el problema, defina el tema y el objetivo general de su trabajo, de tal manera que al finalizar el curso el estudiante esté en capacidad de plantear formalmente el tema de su trabajo de aplicación.

- Seminario de profundización II: Suministrar los conceptos y guía necesarios para que el estudiante estructure la propuesta de trabajo de aplicación, identificando los aspectos exigidos por el reglamento académico de posgrados de la UIS, y la forma de darles cumplimiento, de tal manera que el estudiante los comprenda y aplique en la formulación de su propuesta.

- Seminario de profundización III: Introducir a los estudiantes en los principios y enfoques del diseño del trabajo de aplicación, de tal forma que pueda desarrollar eficazmente la metodología planteada en su propuesta de trabajo y presentar el informe de avance. También se pretende brindar espacios de socialización y discusión de los avances realizados, creándose una retroalimentación por medio de las sugerencias de docentes y estudiantes.

- Seminario de profundización IV: Brindar pautas y herramientas para que los estudiantes redacten su trabajo de aplicación de una manera completa, correcta, clara, concisa, ajustada a los estándares de la disciplina. Así mismo, ofrecer recomendaciones para preparar y realizar presentaciones orales

de manera clara, estructurada, con lenguaje verbal y corporal correctos. También se pretende brindar espacios de socialización y discusión, como preparación a la defensa del trabajo de grado.

Es de resaltar que antes de finalizar el primer periodo académico matriculado, el estudiante debe presentar ante el Comité Asesor de Posgrado el tema del trabajo de aplicación; esta instancia estudia y entrega su concepto de Aprobado o No aprobado. A partir de este momento se hace oficial la designación del director del trabajo de grado.

- **PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO**

Con la actividad académica "Propuesta de Trabajo de Grado" se brinda el espacio al estudiante para la formulación de una propuesta de trabajo de aplicación en un área de su interés, y la defensa pública de esta. Según la normatividad institucional, el trabajo de grado de las maestrías de profundización puede estar dirigido a la investigación aplicada, el estudio de casos, la solución de un problema concreto, o el análisis de una situación particular según la naturaleza del programa; el estudiante, de acuerdo a sus intereses, selecciona el tipo de trabajo de grado que realizará.

La propuesta de trabajo de aplicación concluirá en un documento que contiene la justificación del proyecto, el planteamiento del problema, el marco teórico, la metodología a seguir, las herramientas, los procedimientos, cronograma y presupuesto que conllevará el trabajo de grado a realizar por el maestrando.

Mínimo cuatro (4) semanas antes de la finalización de las clases del segundo periodo académico matriculado, los estudiantes deben presentar por escrito, ante el Coordinador del programa, y con el visto bueno de su director, la propuesta de trabajo de aplicación, junto con la solicitud de autorización de la defensa de la propuesta de trabajo de grado dirigida al Comité Asesor de Programas de Posgrado. En este momento el Comité recomienda al Consejo de Escuela de Ingeniería Civil, quien lo ratifica, el jurado ante el cual el estudiante deberá sustentar públicamente la propuesta. Si quince (15) días calendario después de la remisión de la propuesta al jurado este no ha emitido concepto, se designará un nuevo jurado.

Mediante esta experiencia el estudiante aplica los fundamentos teóricos, conceptuales, y metodológicos obtenidos en los seminarios de profundización I y II, a través de su trabajo individual con seguimiento por parte del docente director del proyecto. Esta actividad tiene asignados 2 créditos académicos, con una intensidad de 16 horas HIP y 56 horas HTI.

- **DEFENSA DE LA PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO**

Conforma el espacio en el cual un grupo de expertos en el tema evalúan y dan validez a la propuesta de trabajo de grado. La evaluación de la Propuesta de Trabajo de Grado se rige por lo indicado en el Artículo 101 y sus parágrafos del Reglamento General de Posgrado[179], y estará a cargo de tres (3) miembros (dos profesores universitarios preferiblemente de la UIS, y el director del trabajo de grado), que trabajen en dominios afines al de la propuesta de trabajo de grado del estudiante y posean como mínimo título de maestría, designados por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Civil a partir de la sugerencia realizada por el Comité Asesor de Programas de Posgrado. Esta evaluación contempla el documento escrito y la realización de la sustentación pública de la propuesta de tesis.

Los evaluadores designados remitirán al coordinador del programa y al estudiante, un concepto argumentado, con la mención de los logros y recomendaciones, sobre la propuesta, antes de la defensa oral

[179] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No.075 de 2013. Reglamento General de Posgrado, Art. 101.

pública, que deberá realizarse antes del inicio del tercer nivel del programa. El Comité Asesor de Programas de Posgrado establecerá previamente un formulario o instructivo con los mínimos de contenido del concepto de los jurados que evalúan cada propuesta. Si el concepto presentado por los evaluadores es favorable, el Coordinador del programa programará y divulgará, con al menos cinco (5) días de antelación y por los medios institucionales de comunicación, la fecha y el lugar de la defensa pública de la propuesta de trabajo de grado.

Si la propuesta de trabajo de grado no es aprobada, el Coordinador del programa informará al estudiante sobre los motivos de la reprobación. El estudiante podrá replantear la propuesta considerando las observaciones realizadas por el jurado y presentarla por segunda vez, por escrito, y sustentar oralmente la propuesta replanteada en un plazo no mayor que tres (3) meses calendario. En caso de que la propuesta sea no aprobada por segunda vez, el Comité Asesor de Programas de Posgrado recomendará al Consejo de Escuela de Ingeniería Civil la exclusión del estudiante del programa de maestría.

- **TRABAJO DE GRADO**

Las actividades académicas Trabajo de Grado I y II corresponden a la ejecución de lo definido en la propuesta de trabajo de grado del estudiante. Durante su desarrollo, el maestrando contará con la supervisión de su director de trabajo de grado. Esta actividad tiene asignados 6 créditos académicos, con un total de 48 horas con acompañamiento del docente y 200 horas de trabajo independiente del estudiante, considerando una relación aproximada de HIP:HTI de 1:4.

A partir de la aprobación de la propuesta del trabajo de grado, el estudiante deberá presentar semestralmente ante el Coordinador del posgrado un informe de avance en donde se resuman las principales actividades desarrolladas en cumplimiento del plan de trabajo presentado en la propuesta. Los informes de avance deberán llevar el visto bueno del director respectivo. El Coordinador del programa informará al Comité Asesor de Programas de Posgrado sobre el avance en la ejecución de los trabajos de grado del programa[180].

Finalizado el trabajo de grado, el estudiante escribe el informe de resultados, el cual constituirá parte de la evidencia de la aplicación de conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante el posgrado.

- **DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO**

El documento de resultados del trabajo de grado, será entregado por el estudiante al coordinador del programa, quien remitirá copia de ésta a cada uno de los miembros del jurado. El jurado calificador del trabajo de grado contará con tres (3) miembros designados por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Civil a partir de la sugerencia realizada por el Comité Asesor de Programas de Posgrado, y estará conformado por el director del trabajo, y dos (2) evaluadores con título de maestría, así como experiencia en el campo en el cual se desarrolló el trabajo de grado y preferiblemente que hayan dirigido o codirigido trabajos de maestría o doctorado. Los evaluadores dispondrán de máximo veinte (20) días hábiles, a partir de la fecha de envío del trabajo de grado para su evaluación. Finalizado el plazo cada miembro del jurado enviará un concepto amplio y detallado sobre el trabajo de grado al Coordinador del programa, quien a su vez remitirá copias al director del trabajo de grado, y al estudiante. Si los conceptos de los jurados son favorables, el Coordinador convocará a la sustentación oral y pública del trabajo de grado. El procedimiento para la sustentación pública oral del trabajo de grado se realizará según lo establecido en el Reglamento General

[180] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No.075 de 2013. Reglamento General de Posgrado, Art. 104.

de Posgrado, artículo 107, y la calificación del trabajo de grado, según lo definido en los artículos 108 y 109 del mismo reglamento.

Si el trabajo de grado no es autorizado para sustentación oral, el estudiante tendrá un plazo no superior a un (1) mes calendario para hacer los ajustes al documento.

El Trabajo de Grado se evaluará como "Aprobado", "No Aprobado", o "Aplazado". En el caso de obtenerse una calificación de Aplazado, el estudiante deberá ajustar su trabajo según las recomendaciones del evaluador y someterlo nuevamente a evaluación. El Trabajo con calificación "Aprobado" podrá tener mención de "Meritoria" o "Laureada". El otorgamiento de las menciones de "Meritoria" o "Laureada" se regirá por la reglamentación establecida en la Universidad.

### 6.4.1 CRÉDITOS ACADÉMICOS ASOCIADOS A CADA ACTIVIDAD Y DISCRIMINACIÓN DE HORAS DE INTERACCIÓN DEL ESTUDIANTE CON EL PROFESOR

De acuerdo con el Decreto 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional, el crédito académico es la unidad de medida del trabajo académico del estudiante que indica el esfuerzo a realizar para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos; el crédito equivale a cuarenta y ocho (48) horas de trabajo académico del estudiante. El número de créditos de una actividad académica será aquel que resulte de dividir en cuarenta y ocho (48) el número total de horas que debe emplear el estudiante (suma de las horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor (HIP) y las horas de trabajo independiente del estudiante (HTI)), durante un período académico, éste último con duración de 16 semanas calendario (periodos regulares), y aproximando al dígito inferior o superior cuando se obtienen fracciones de él.

Por otra parte, los nuevos referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos[181] establecen que las maestrías de profundización tendrán un rango de créditos entre 36 a 60 en total, con un máximo de dedicación de 48 horas a la semana. Ajustado a esta normativa y en esta propuesta de reforma, la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental tiene una duración de cuatro (4) semestres académicos con 52 créditos, distribuidos en 604 horas de interacción con el docente y 1892 horas de trabajo independiente y sus actividades académicas se organizan en tres bloques (fundamentación, profundización, y avanzado) como se mencionó en el numeral 6.2.

La discriminación del tiempo de interacción entre estudiante y profesor (HIP), las horas de trabajo independiente (HTI), y su relación, para todas las actividades académicas del plan de estudios propuesto en la reforma del programa se presentan en la Tabla 22. Es de resaltar que todas las horas de acompañamiento docente (100%) se llevarán a cabo de manera sincrónica, incluyendo mediación a través de recursos TIC cada quince días, es decir, un fin de semana se tendrá la interacción de forma física en el campus y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m. Se aclara que, a la luz de los referentes institucionales[182], el programa cuenta con modalidad presencial con un apoyo bien estructurado en las TIC, lo cual se evidencia en la estructura curricular presentada a lo largo de todo el documento.

[181] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo No. 023 de 2022. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.
[182] Ibíd.

Tabla 22 Tiempo de Interacción Estudiante-Profesor

| Nivel | Actividad académica | Horas /Periodo HIP | | HTI | Créditos | Relación HTI/HIP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Teórica | Práctica | | | |
| I | Química Ambiental | 38 | 12 | 150 | 4 | 3 |
| | Procesos Ambientales | 38 | 12 | 150 | 4 | 3 |
| | Gestión de Recursos Hídricos | 30 | 10 | 106 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización I | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| Total Semestre I | | **116** | **44** | **466** | **13** | |
| II | Hidrología y clima | 38 | 12 | 150 | 4 | 3 |
| | Sistemas de Información Geográfica | 22 | 8 | 120 | 3 | 4 |
| | Electiva I | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización II | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | | 56 | 2 | 4 |
| Total Semestre II | | **116** | **40** | **506** | **14** | |
| III | Electiva II | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Electiva III | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Electiva IV | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización III | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| | Trabajo de Grado I | 16 | | 56 | 2 | 4 |
| Total Semestre III | | **116** | **40** | **476** | **13** | |
| IV | Electiva V | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Electiva VI | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización IV | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| | Trabajo de Grado II | 32 | | 144 | 4 | 4 |
| Total Semestre IV | | **102** | **30** | **444** | **12** | |
| Total Programa | | **450** | **154** | **1892** | **52** | |

### 6.4.2 SEGUIMIENTO AL DISEÑO DEL PROCESO FORMATIVO, DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y DE LA FORMA EN QUE SE RELACIONAN Y SE COMPLEMENTAN ENTRE SÍ, Y LOS CAMBIOS PREVISTOS

Las actividades académicas del programa se modificaron en el marco de los nuevos Proyecto Institucional y Modelo Pedagógico UIS, así como la última normativa colombiana (Decreto 1330 del MEN y normas regulatorias), realizando el proceso de reforma del programa durante el año 2021. Las modificaciones realizadas son acciones de mejoramiento, consecuentes con los procesos de Evaluación de calidad en el aula, en el que los estudiantes manifestaron la necesidad de aumentar el número de horas con acompañamiento docente para algunas actividades académicas; y el proceso de Autoevaluación del programa en el que dentro del plan de mejoramiento se definió un proyecto para reforma del plan de estudios con miras a estructurar el programa mediante resultados de aprendizaje, modificar la intensidad horaria de las actividades académicas que se han detectado requieren mayor carga horaria, tanto con acompañamiento docente como de trabajo independiente de los estudiantes, y evaluar la pertinencia de las líneas de profundización del programa según su preferencia entre los profesionales del área interesados en el programa y las expectativas de formación que han expresado los estudiantes de la Maestría, con el fin de brindar un plan de estudios que se ajuste más al contexto. Los cambios mencionados se detallan en el numeral 5.5.1 de este documento.

### 6.4.3 FORMA EN QUE EL PROCESO FORMATIVO CONTRIBUYE AL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE PREVISTOS

En el marco de la reforma del programa, el diseño de la propuesta curricular se realizó a partir de los resultados de aprendizaje esperados, desde una perspectiva constructivista y un proceso formativo centrado en el estudiante y el aprendizaje, de tal forma que el plan de estudios se formulara teniendo en cuenta el desarrollo de las competencias que le permitan al egresado demostrar que cuenta con los conocimientos, las destrezas y las actitudes requeridas para un desempeño pertinente como Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental y lograr dichos resultados de aprendizaje. En consecuencia, se cuenta con cinco (5) resultados de aprendizaje, que se alcanzarán a través del desarrollo de las diez (10) macrocompetencias plasmadas en el perfil de egreso, estas últimas a su vez serán desarrolladas mediante las actividades académicas a través de las microcompetencias, tal como se muestra en la Tabla 17 (cf. numeral 5.5.2.3). Lo anterior, se complementa con las demás actividades a nivel de meso y macro currículo que contribuyen a la formación integral del estudiante, tal como formación en segunda lengua, eventos académicos que tratan temas inter y transdisciplinares, cátedras institucionales, entre otros.

## 6.5 MECANISMOS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTES Y PROFESORES

Los recursos previstos para interacción tanto sincrónica como asincrónica de los estudiantes y docentes, disponibles para todas las actividades académicas en la Maestría, incluyen la infraestructura física y tecnológica que se detalla en el numeral 11, en especial se resaltan las plataformas virtuales Moodle, Zoom, y Teams explícitas en el numeral 11.2, que se constituyen en recurso TIC de comunicación constante entre estudiantes-profesores y estudiante-estudiante, así como recurso didáctico de enseñanza y aprendizaje. Adicionalmente, es de destacar la adecuación de todas las aulas de la Escuela de Ingeniería Civil, que están al servicio de la Maestría, para ofrecer experiencias de formación en modalidad híbrida, facilitando la comunicación con aquellos estudiantes que no puedan asistir a algunas actividades de manera física al campus, o la oferta de alguna actividad académica dirigida por profesores externos que se encuentren en diferentes ciudades de Colombia o en otro país y no puedan desplazarse a las instalaciones del Programa.

### 6.5.1 SEGUIMIENTO A LOS MECANISMOS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTE-PROFESOR Y ESTUDIANTE-ESTUDIANTE ESTABLECIDOS EN EL PROCESO FORMATIVO Y LAS ACCIONES PREVISTAS A IMPLEMENTAR EN LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

El seguimiento a los mecanismos de interacción se lleva a cabo por la coordinación del programa por medio de la Evaluación de Calidad en el Aula, en la que los estudiantes manifiestan el grado de cumplimiento respecto a lo definido para cada actividad académica. Así mismo, el seguimiento a la interacción estudiante-estudiante se lleva a cabo por los profesores durante las actividades realizadas tanto de manera sincrónica como asincrónica planteadas para desarrollarse en binas o grupos.

Como resultado de la interacción utilizando las plataformas Zoom y Teams durante el periodo de pandemia por Covid-19, se detectó que esta nueva realidad tecnológica facilita la mediación pedagógica de manera presencial en línea, constituyéndose en una oportunidad para permitir que aquellos estudiantes que tienen la limitación de asistir de manera física al campus porque viven o trabajan fuera de Bucaramanga, tengan la opción de acceder de manera presencial en línea a las clases, así como facilitar que profesores de otras ciudades o países puedan dirigir actividades académicas desde el lugar en que se encuentran. En este sentido, para la nueva vigencia del registro calificado se plantea que las horas de interacción con el profesor en todas las actividades académicas se desarrollen de manera presencial, física y mediadas por TIC, es decir, un fin de semana se tendrá la interacción de forma presencial física en el campus y la siguiente semana

mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

### 6.5.2 SEGUIMIENTO A LA PROPORCIÓN ESTABLECIDA EN HORAS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTE Y PROFESOR PARA LOS CRÉDITOS ACADÉMICOS DEFINIDOS EN EL PLAN DE ESTUDIOS

En la distribución de HIP:HTI de 1:3 (cátedras, seminarios, y electivas) y 1:4 (propuesta de trabajo de grado, y Trabajo de grado I y II), definidas para el diseño de los microcurrículos acorde con la profundidad y complejidad de las competencias a desarrollar en cada una de las actividades académicas, el programa considera que para el nivel de maestría los estudiantes cuentan con un nivel avanzado de desarrollo de la competencia de aprendizaje autónomo que les permite con esta asignación de horas de trabajo independiente, alcanzar las metas formativas planteadas en el currículo. Así mismo, se destaca que acorde con el modelo pedagógico, el rol del docente en el proceso formativo en la Maestría es el de un tutor que a través del conocimiento del área disciplinar guía el proceso de aprendizaje, organizando secuencias de aprendizaje, con ambientes y experiencias diversos, adecuadas para el desarrollo de las competencias esperadas, y competente para evaluar los resultados; en este sentido, el seguimiento del trabajo independiente de los estudiantes es evaluado por los profesores en las cátedras, actividades académicas electivas, y seminarios mediante la entrega y sustentación (si es el caso) de productos definidos en dichas actividades de aprendizaje, y en el trabajo de grado mediante el seguimiento que hace el director al avance del estudiante en el desarrollo de su trabajo de aplicación.

Así mismo, en la definición de HIP se consideraron las experiencias de aprendizaje en las que es necesario el soporte e interacción directa con el docente, para brindar a los estudiantes los fundamentos teóricos y metodológicos del objeto de formación del programa, así como su aplicación para la resolución de problemas, mediante ejercicios prácticos, proyectos, trabajo en equipo, entre otras experiencias. En consecuencia, el programa cuenta con 604 horas de interacción con el profesor de tipo teórico-práctico, y 1892 horas de trabajo independiente, en consonancia con la *modalidad de profundización* de la Maestría, de manera que el estudiante cuente con una formación integral que le dé las herramientas para desenvolverse en la acción, es decir, en el actuar cotidiano sobre el que ejercerá una vez finalizada su formación. Es de resaltar que las horas de acompañamiento docente se llevarán a cabo de manera física y sincrónica, con mediación a través de recursos TIC cada quince días, es decir, un fin de semana se tendrá la interacción de forma presencial física en el campus y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

### 6.5.3 SEGUIMIENTO A LAS HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE Y USO DE LOS RECURSOS (HUMANO, FINANCIEROS, TECNOLÓGICOS Y FÍSICOS) DISPUESTOS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS FIJADOS EN ESTA ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE

El plan de estudios incluye 1892 horas de trabajo independiente del estudiante, en el que realiza de manera autónoma revisión de bibliografía, trabajos asignados por los profesores en las actividades académicas, estudio independiente de las temáticas, entre otros, así como su trabajo de grado. Este trabajo parte de un direccionamiento previo dado por el profesor en el marco de las metas de aprendizaje de la actividad académica (cf. Anexo I. Programas de las actividades académicas), lo cual significa que, las actividades que se plantea desarrollar dentro de este tiempo de trabajo independiente son determinadas, estructuradas y articuladas por el profesor quien posteriormente las orienta, monitorea y evalúa. Durante su desarrollo, el estudiante tiene asesoría de los docentes empleando las TIC institucionales (correo electrónico y plataformas virtuales); y a través de la revisión del trabajo asignado y la evaluación del logro de competencias

en cada actividad académica, se realizará el seguimiento al aprovechamiento efectivo por parte del estudiante del trabajo independiente.

## 6.6 ESTRATEGIAS PARA SEGUIMIENTO AL AVANCE DEL ESTUDIANTE FACILITANDO SU PERMANENCIA, GRADUACIÓN OPORTUNA Y LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Dentro de la organización académica y formativa de la maestría se plantean estrategias para seguimiento al avance del estudiante facilitando su permanencia, graduación oportuna y logro de los resultados de aprendizaje, así:

- La inclusión en el plan de estudios de los Seminarios de Profundización I, II, III y IV, en los cuales el estudiante presentará a sus pares y profesores los avances en el planteamiento de su propuesta de trabajo de grado, y el desarrollo del mismo. Los seminarios se cursarán secuencialmente a partir del primer semestre del programa, de manera que el estudiante siga desde el inicio de la maestría, un progreso gradual para definición y ejecución del trabajo de grado en los tiempos previstos por el programa.

- Asignación de un director de trabajo de grado que realizará constantemente la verificación del cumplimiento de los compromisos académicos del alumno. Esta verificación se plasmará en el avance semestral que el maestrando deberá entregar a la coordinación del programa para análisis en el Comité de posgrado de la Escuela de Ingeniería Civil.

- La inclusión de las actividades defensa de propuesta de trabajo de grado, y defensa de trabajo de grado, como actividades de carácter evaluativo integral en distintos momentos del plan de estudios (II, y IV semestre respectivamente) de acuerdo con el nivel esperado de desarrollo de competencias en el proceso de formación del maestrando.

- Verificación por la coordinación del programa del cumplimiento de requisitos normativos definidos en el Reglamento General de Posgrado para los estudios de maestría, referentes a matrícula, rendimiento académico del estudiante semestre a semestre, así como de requisitos para grado tal como la certificación de un nivel de lengua extranjera equivalente o superior al nivel A1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas. Aquellas situaciones particulares de los estudiantes en su proceso formativo que ameriten un análisis relevante, son presentadas por la coordinación ante el Comité Asesor de Posgrados.

Así mismo, en el numeral 5.8 del documento se detalla el sistema de evaluación del aprendizaje para seguimiento del avance del estudiante en el logro de los resultados de aprendizaje.

### 6.6.1 INDICADORES QUE DEN CUENTA DE LA DESERCIÓN POR COHORTE Y POR PERIODO ACADÉMICO, PERMANENCIA Y GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DURANTE LA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

Como evidencia del seguimiento al proceso formativo se presentan en la Tabla 23 los indicadores de deserción por cohorte, permanencia, y graduación de los estudiantes durante la vigencia del registro calificado (años 2017-2021):

Tabla 23 Indicadores de permanencia, deserción y graduación de estudiantes en la Maestría

| Cohorte | Matriculados Totales | Tasa de Deserción (%) | Tasa de Graduación (%) |
|---|---|---|---|
| 1 (2017-2) | 23 | 8.7 | 26.1% |
| 2 (2021-1) | 9 | 0 | N/A |

Nota: en la segunda cohorte no se tienen aún graduados puesto que inició en el primer semestre del año 2021.

## 6.7 REQUISITOS DE GRADUACIÓN

Los requisitos para optar el título de magíster de acuerdo con el Reglamento General de Posgrado son los siguientes[183]:

a) Haber aprobado todas las actividades académicas y actividades contempladas en el plan de estudios y tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres comas cincuenta (3,50).
b) Haber recibido nota aprobado en el trabajo de grado.
c) Cancelar los derechos de grado exigidos por la Universidad Industrial de Santander y encontrarse a paz y salvo, por todo concepto, en la institución.
d) Presentar certificación de un nivel de lengua extranjera, según prueba estandarizada, equivalente o superior al nivel A1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas.

El título de magíster no podrá obtenerse en un lapso superior a ocho (8) períodos académicos consecutivos contados a partir de la fecha de la primera matrícula; ya que, alcanzado este plazo, el estudiante quedará excluido del programa de maestría.

El Instituto de Lenguas programará, para los estudiantes de posgrado de la Universidad Industrial de Santander, las pruebas de certificación del nivel de competencia en lengua extranjera exigido como requisito de grado. Quienes no la presenten en la fecha programada por el Instituto de Lenguas, deberán asumir los costos económicos que se deriven de las pruebas de competencia en lengua extranjera presentadas en fechas diferentes.

Cumplidos todos los requisitos, el estudiante deberá presentar la documentación requerida ante las instancias correspondientes (Dirección de Admisiones y Registro Académico y Secretaria General) y solicitar el grado, en las fechas establecidas por la Universidad Industrial de Santander en el calendario del período académico vigente, al Consejo Académico.

La Universidad Industrial de Santander otorgará el título respectivo, en nombre de la República de Colombia y por autorización del Ministerio de Educación Nacional, a quienes hayan cumplido los requisitos del programa de posgrado con las exigencias establecidas en los reglamentos internos de la UIS y en las normas vigentes legales. El otorgamiento del título se hará constar en Acta de Grado y en el correspondiente diploma.

[183] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art 114

# 7 INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

## 7.1 DECLARACIÓN DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

La Universidad Industrial de Santander, en su Estatuto General[184] y su Proyecto Institucional[185] establece el fomento de la investigación como uno de sus objetivos y por ello, cuenta con una política de investigación y una estrategia para la investigación. Las políticas de investigación se encuentran en el Acuerdo del Consejo Superior N° 046 de 2020 y en el Estatuto de investigación[186] con el propósito de estructurar la investigación en todos los niveles de la Universidad y así mismo, plantean las condiciones para que los resultados de la investigación sean puestos al servicio económico y social de la comunidad. A continuación se presentan los lineamientos que articulan las políticas de investigación en la UIS[187]:

- TRANSPARENCIA

El sistema de investigación debe regirse siempre por objetivos y actuaciones transparentes. La comunidad académica debe estar involucrada en una discusión permanente que ayude a consolidar lo construido y los posibles ajustes requeridos.

- EVALUACIÓN POR PARES

Todas las actividades de investigación deben surtir procesos de evaluación por pares y referentes académicos nacionales o internacionales. Los pares deben ser externos a la universidad para evitar posibles conflictos de intereses.

- RIGUROSIDAD CIENTÍFICA

Los resultados de las investigaciones realizadas en la Universidad Industrial de Santander deben ser producto de métodos científicos rigurosos y plenamente contrastados.

- GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

- CULTURA DE LA EXCELENCIA

Los productos que se reconozcan y categoricen en la Universidad Industrial de Santander deben corresponder a productos de calidad y a la generación de nuevo conocimiento que respondan al desarrollo científico, tecnológico, académico, cultural y socioeconómico de la región y del país.

- INTERLOCUCIÓN CON LA SOCIEDAD

Existirá un intercambio e interlocución permanente de los investigadores con la sociedad, con el fin de validar y definir la pertinencia y las prioridades de la investigación que se realice en la Universidad Industrial de Santander, así como para orientar la difusión de los resultados.

- PROTECCIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

[184] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 166 de 1993. Estatuto General (compilación de normas vigentes a julio de 2012). Art. 5, 6, 60 y 61.
[185] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 26 de 2018. Proyecto Institucional. Numeral 6.2.
[186] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 043 de 2011. Estatuto de Investigación.
[187] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 046 de 2020.

Los resultados de investigaciones de alta calidad que puedan tener impacto o relevancia local, nacional o internacional deben ser protegidos.

La Universidad se compromete a la consolidación de un ambiente investigativo en las diferentes facetas del quehacer de la sociedad global y de los diferentes niveles territoriales. La Escuela de Ingeniería Civil se une a este compromiso por medio de su misión y visión, promoviendo la generación de conocimiento, la adaptación de nuevas tecnologías y la implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos para el bienestar de la sociedad; en este sentido ofrece programas de posgrado en los niveles de especialización y maestría, entre los cuales se encuentra la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, la cual aunque es una maestría de profundización incorpora la investigación y la innovación en el proceso de generación de conocimiento y formación de magísteres de alto nivel, con la solidez teórica, las habilidades y la capacidad comprensiva necesarias para proponer, dirigir, orientar y realizar, de forma autónoma, proyectos que den solución a problemas en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, y desarrollar, afianzar o profundizar competencias propias de este nivel de formación.

De acuerdo con lo anterior, la Maestría declara a la investigación y la innovación como procesos articulados con la propuesta formativa, que permean tanto a estudiantes como a docentes a través de las actividades académicas, con estrategias que buscan el desarrollo de competencias para la resolución de problemas aplicando herramientas y metodologías básicas del método científico, así como prácticas pedagógicas adecuadas tal como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje orientado a proyectos, y el estudio de casos, soportados en la fortaleza en investigación de los profesores y los grupos investigación, así como las relaciones con el entorno.

### 7.1.1 CUMPLIMIENTO DE LA DECLARACIÓN PARA EL PROGRAMA ACADÉMICO, DE LA INCORPORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO

El cumplimiento de la declaración de la incorporación de la investigación para el desarrollo del conocimiento en el programa se evidencia mediante el plan de estudios a nivel meso y microcurricular, los trabajos de grado de los estudiantes, la colaboración de profesores investigadores y grupos de investigación; estos últimos se encuentran clasificados principalmente en los niveles más altos del sistema de reconocimiento de grupos, ello demuestra su trayectoria y fortaleza en investigación, constituyéndose como una herramienta valiosa para el Programa. Lo anterior se detalla en los numerales 7.2 y 7.3.

## 7.2 PROCESO FORMATIVO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

### 7.2.1 ESTRATEGIAS, MEDIOS Y CONTENIDOS CURRICULARES PARA LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

El Programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, modalidad de *profundización,* propende por el desarrollo avanzado de conocimientos, actitudes y habilidades que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio de la asimilación o apropiación de saberes, metodologías y, según el caso, desarrollos científicos, tecnológicos, artísticos o culturales[188]; en este sentido, los desarrollos en investigación

[188] Ministerio de Educación Nacional. Decreto 1330 de 2019. Art. 2.5.3.2.6.4.

promoverán el conocimiento, las habilidades y competencias valoradas en el desempeño profesional[189], de tal manera que en la Maestría se garantiza la formación para la investigación a través de:

- El plan de estudios cuenta con 31% de sus créditos asignados específicamente a actividades académicas para desarrollo del trabajo de grado, en el cual, se dota al estudiante con las herramientas básicas del método científico para plantear y solucionar un problema, analizar una situación particular, el estudio de casos, o realizar investigación aplicada[190]. No obstante, en los demás créditos académicos del plan de estudios, dispuestos para cursar actividades académicas tipo cátedras y electivas, se contribuye a la formación para la investigación mediante el hábito lector, la capacidad de recolectar información, el análisis y la discusión de literatura científica, la exploración de temas y problemas específicos del recurso hídrico y el saneamiento ambiental.

-El planteamiento y resolución de problemas con un tema dentro de una línea de formación definida a través del trabajo de aplicación. El estudiante tendrá la capacidad para identificar el problema, plantear la pregunta a resolver, y buscar la forma de solucionarla en conjunto con su director de trabajo de grado.

- Cada estudiante cuenta con la orientación y acompañamiento de un cuerpo docente con experiencia en investigación, para el planteamiento y desarrollo de su trabajo de grado, ya sea en el trabajo propiamente dicho, así como en las actividades académicas Seminario de profundización I, II, III y IV.

-Contacto de los estudiantes con los procesos de investigación de los grupos de investigación. Durante el proceso de admisión, el estudiante debe presentar carta de aval de un grupo de investigación o de una empresa; en el caso de contar con el aval de un grupo de investigación, allí podrá plantear o realizar el trabajo de aplicación. Dentro del grupo, el estudiante puede interactuar con otros colegas y profesores en áreas afines, aprovechar experiencias en el desarrollo de proyectos previos, metodologías de trabajo, equipos y herramientas computacionales y de laboratorio.

-Los estudiantes cuentan con la infraestructura de laboratorios, así como con los recursos informáticos de los grupos de investigación que apoyan al programa, si los requieren, para el desarrollo de su trabajo de grado.

- Disponer de profesores, quienes pertenecen a los grupos de investigación de soporte al programa, los cuales procurarán por mantener el currículo acorde con las tendencias internacionales de investigación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental a través de procesos de autoevaluación permanente, así como la incorporación de técnicas, herramientas, y metodologías de investigación de vanguardia.

-La Universidad cuenta con recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación, los cuales están disponibles para la comunidad del programa, también existen actividades constantes de capacitación para el manejo de base de datos, lo cual favorece la búsqueda y la revisión de información de manera eficiente.

### 7.2.2 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS MEDIOS Y CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Los principales resultados de la implementación de estrategias, medios y contenidos para la formación en investigación, se observa en los trabajos de aplicación de los estudiantes y sus respectivas propuestas (Tabla

[189] Ministerio de Educación Nacional. Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020. Art. 28.
[190] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art. 9.

24), en los que se demuestra el logro de competencias para la resolución de problemas aplicando herramientas y metodologías básicas del método científico, utilizando los recursos físicos y tecnológicos, y medios educativos institucionales y del programa adecuados para ello. Así mismo, estos trabajos fueron dirigidos por profesores que cuentan con experiencia en investigación. Por otra parte, los profesores participaron en el proceso de reforma del programa, en el que se creó la actividad académica Seminario de Profundización IV como estrategia para ayudar al estudiante en el avance de su trabajo de grado, y fortalecer el número de actividades que contribuyen a la formación en investigación e innovación en el programa.

Tabla 24 Propuestas de Trabajos de grado

| Título de trabajo de grado | Línea de profundización |
|---|---|
| Estimación del potencial erosivo de la cuenca del río Tona, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelo basado en los sedimentos aportados al embalse de Bucaramanga. | Modelación de aguas superficiales |
| Evaluación del impacto hidrológico e hidráulico de la quebrada Aranzoque en la vía de acceso del barrio Primavera II, municipio de Floridablanca, -Santander. | Manejo de inundaciones |
| Análisis de amenaza por avenidas torrenciales del río Mogoticos en el área urbana del municipio de Mogotes, Santander. | Modelación de aguas superficiales |
| Propuesta para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua en la ciénaga San Silvestre, Barrancabermeja. | Abastecimiento de agua |
| Evaluación de amenaza por avenidas torrenciales comparando una metodología a escala detallada y una escala básica. Aplicación en una cuenca piloto. | Manejo de inundaciones |
| Modelo hidrogeológico numérico de la zona norte de la Meseta de Bucaramanga, Santander | Modelación de aguas subterráneas |
| Modelación de la calidad del aire en la zona industrial del área metropolitana de Bucaramanga. | |
| Selección de una alternativa para el tratamiento de aguas residuales domésticas en el corregimiento de Los Pondores, San Juan del Cesar, La Guajira. | Tratamiento de aguas residuales |
| Análisis detallado de amenaza de inundación de la corriente hídrica rio Negro en el casco urbano del municipio de Rionegro - Santander, utilizando modelación hidráulica bidimensional. | Manejo de inundaciones |
| Análisis de la cantidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica piloto, en el área de jurisdicción de la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). | Modelación de aguas superficiales |
| Evaluación del comportamiento de un filtro de zeolita para la remoción del color de los efluentes del proceso de extracción de aceite palma. | Tratamiento de aguas residuales |
| Propuesta de alternativas de gestión sobre la cuenca alta del río Tejo en Ocaña, Norte de Santander, que favorezcan la regulación de su caudal. | Modelación de aguas superficiales |
| Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga. | Modelación de aguas subterráneas. |
| Desarrollo de un modelo de gestión operacional para la reducción de pérdidas técnicas y comerciales en sistemas de acueducto. Caso de estudio: un distrito hidráulico del acueducto de la ciudad de Bucaramanga | Abastecimiento de agua |
| Selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales en condominios residenciales. Caso Menzuly (Santander, Colombia). | Tratamiento de aguas residuales |
| Análisis de amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Girón (Santander) mediante el uso de un modelo hidráulico bidimensional. | Manejo de inundaciones |
| Evaluación del impacto de la materia orgánica de vertimientos de aguas residuales domésticas, en la quebrada Menzuly, en el tramo de la autopista Floridablanca – Piedecuesta, Santander. | Tratamiento de aguas residuales |

### 7.2.3 ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DOCENTES Y FORMATIVAS QUE SE HAN NUTRIDO DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, dada su naturaleza de programa en modalidad de profundización, propende por la incorporación de la investigación mediante estrategias y actividades para desarrollar competencias básicas de investigación aplicada para solución de problemas técnicos avanzados. Estas estrategias corresponden a la inclusión de las actividades académicas "Seminario de profundización I, II, III, IV, Propuesta de Trabajo de grado, y Trabajo de grado I y II, en el plan de estudios, en las cuales el estudiante desarrolla su trabajo de grado aplicando metodologías de investigación; así como actividades formativas, entre ellas: revisión bibliográfica en bases de datos especializadas para ampliar el conocimiento, y documentar los trabajos de clase; lectura de artículos científicos en temas propios del programa suministrados por los docentes.

Estas estrategias responden a la naturaleza del programa porque contribuyen al desarrollo en el estudiante de las capacidades de indagación, pensamiento autónomo, análisis crítico de situaciones, planteamiento y solución de problemas, socialización de saberes adquiridos, análisis de casos, naturaleza que se enuncia en el propósito de los programas de maestría de profundización declarado en el Reglamento General de Posgrado así, "buscan el desarrollo avanzado de competencias que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio la asimilación de saberes, metodologías, y según el caso, desarrollos científicos o tecnológicos. El trabajo de grado de estas maestrías podrá estar dirigido a la investigación aplicada, el estudio de casos, la solución de un problema concreto, el análisis de una situación particular, según la naturaleza del programa."

Así mismo, la investigación contribuye a la formación mediante la actualización constante del conocimiento de los docentes, quienes pertenecen a los grupos de investigación de soporte al programa, los cuales procurarán por mantener el currículo acorde con las tendencias internacionales de investigación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental a través de procesos de autoevaluación permanente, así como la incorporación de técnicas, herramientas, y metodologías de investigación de vanguardia; evidencia de ello es la actualización de las actividades académicas (cf. Anexo I) que se llevó a cabo en el proceso de reforma del programa realizado en el año 2021.

## 7.3 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

### 7.3.1 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS LÍNEAS DE FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA

Como resultado de la implementación de las líneas de formación e investigación del programa durante la vigencia del actual registro calificado, se tienen los trabajos de grado de los estudiantes (2017-2021) (cf. Tabla 24 numeral 7.2.2), los cuales estuvieron en consonancia con las líneas de profundización definidas en el plan de estudios.

Por otra parte, de acuerdo con el análisis de necesidades y preferencias de formación de los profesionales interesados en el programa (cf. Anexo VII), así como en la dinámica de selección de los estudiantes tanto de las actividades electivas, como de los temas de trabajo de grado asociados a cada línea de profundización, se proponen dentro de la reforma del programa llevada a cabo en el año 2022, las líneas de investigación presentadas en el numeral 7.3.2, de tal forma que se eliminó la línea de formación e investigación en Gestión de Residuos Sólidos que estaba incluida en el proyecto educativo que rige el actual registro calificado del programa.

### 7.3.2 LÍNEAS DE FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA

En consonancia con los componentes de formación detallados en el apartado 5.2, las líneas de formación e investigación del programa para la nueva vigencia del registro calificado corresponden a:

1. Modelación de aguas subterráneas, Áreas de trabajo: Hidrogeología, y Modelación de aguas subterráneas.

2. Modelación de aguas superficiales, Áreas de trabajo: Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua, y Modelación de la calidad del agua superficial.

3. Abasto de agua, Áreas de trabajo: Sistemas de abastecimiento de agua, y Diseño de plantas de potabilización.

4. Tratamiento de aguas residuales, Área de trabajos: Tratamiento de Aguas residuales, y Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.

### 7.3.3 SEGUIMIENTO A LA EJECUCIÓN DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

Teniendo en cuenta que la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se ofrece en modalidad de profundización, la estrategia de investigación en el Programa se sustenta en un esquema que posibilita la generación, divulgación y transferencia del conocimiento para impactar positivamente la sociedad mediante la resolución de problemas y/o investigación aplicada, por lo cual es necesario contar con un planeamiento que marque el devenir de las acciones de los miembros del programa en investigación.

En este sentido, la agenda de investigación del Programa en el periodo de vigencia del registro calificado ha estado enmarcada dentro de la proyección de la Investigación en la Escuela de Ingeniería Civil. Dicha proyección se generó principalmente mediante los resultados de los procesos de autoevaluación de los distintos programas vinculados a la EIC, e incluye diferentes proyectos y actividades relacionadas al fortalecimiento de la investigación; su avance de ejecución se presenta en la Tabla 25.

Tabla 25 Agenda de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil 2017-2020

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados |
|---|---|---|---|
| 1. Formular e implementar estrategias para fomentar la innovación, creatividad, visibilidad y la divulgación de los resultados de la investigación. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | Escuela de Ingeniería Civil | 1.Socialización en comité de posgrados del informe "Estrategias para fomentar la innovación, creatividad, visibilidad y la divulgación de los resultados de la investigación", el día 6 de diciembre de 2018.<br><br>2. Actividades implementadas para fomentar la investigación, innovación y creatividad: Se instauró el seminario de socialización de investigaciones de estudiantes de la Maestría en Ingeniería Civil, como una de las estrategias para fomentar la investigación, innovación y creatividad. Se realizaron cuatro seminarios, el primero el 3 de |

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados |
|---|---|---|---|
| | | | diciembre de 2018, el segundo el 25 de noviembre de 2019, el tercero el 23 de noviembre de 2020, y el cuarto el 22 de noviembre de 2021. |
| 2. Elaborar propuesta de una estructura administrativa que apoye al programa en la administración de proyectos de investigación. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | UIS(VIE) y Escuela de Ingeniería Civil | 1.Proyectado en el plan de gestión 2019, sin embargo, finalmente, se estableció que de acuerdo con las particularidades de cada grupo de investigación y el presupuesto que conllevaría centralizar la investigación en la Escuela, cada grupo de investigación realizará su administración, contando con un estudiante auxiliar que brinde apoyo al director en las tareas administrativas. Se realizó nombramiento de auxiliares estudiantiles para cada grupo de investigación.<br><br>2. Reconocimiento formal de los semilleros de investigación: Semillero Modelado y Gestión de la Construcción, director Guillermo Mejía Aguilar profesor investigador en el Grupo de Investigación Geomática. Semillero reconocido en las Convocatorias de Institucionalización de los semilleros de Investigación de la Vicerrectoría de Investigación, años 2018 y 2019.<br><br>Semillero de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, director Edgar Ricardo Oviedo Ocaña, profesor director del Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Semillero reconocido en la Convocatoria de Institucionalización de los semilleros de Investigación de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, año 2021. |
| 3. Gestionar el mejoramiento de los laboratorios Escuela de Ingeniería Civil. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa, Recursos Económicos | UIS, y Escuela de Ingeniería Civil | 1. Proyecto formulado para la modernización del laboratorio de Aguas.<br>A través del proyecto "Escuela Básica", se aprobó el proyecto "Dotación de laboratorio: componente de Mecánica de Fluidos en Laboratorio integrado para la línea de Agua y Saneamiento en la escuela de Ingeniería Civil". A través de este proyecto se adquirieron cuatro bancos hidráulicos y 11 unidades de demostración, con una inversión de $360'773,446. |

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados |
|---|---|---|---|
| | | | Adicionalmente, la EIC invirtió $25,000,000 para adecuaciones físicas y mobiliario en el laboratorio.<br><br>FASE II Proyecto de Modernización enviado a Planeación UIS: Aún no se cuenta con asignación de recursos para el proyecto por parte de la Institución.<br>En el año 2019, según solicitud de la Universidad, para participar en la asignación de recursos mediante proyectos de modernización o repotenciación de laboratorios para docencia, se formuló y envió el proyecto "Dotación del laboratorio de Procesos Ambientales para la línea de agua y saneamiento en la Escuela de Ingeniería Civil", gestionado por la decanatura de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.<br><br>2. Proyecto formulado para realizar adecuación a las condiciones de seguridad y accesibilidad en los laboratorios del programa, bajo criterios de salud ocupacional: Este proyecto no se ejecutó durante el año 2019 debido a que se dio prioridad al proyecto de reforzamiento estructural del edificio Centro de Caracterización de Materiales, en donde se encuentran la mayoría de laboratorios adscritos a la Escuela de Ingeniería Civil. Por lo anterior, se retomó el proyecto de adecuación a las condiciones de seguridad y accesibilidad en los laboratorios del programa finalizando el año 2019, solicitando la colaboración del profesor Juan Camilo Lesmez Peralta, de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, teniendo en cuenta su experiencia en el área de seguridad y salud ocupacional, y se dará continuidad durante el año 2020.<br><br>En el año 2020 debido a la coyuntura generada por la pandemia del covid-19 no se continuó con la ejecución de este proyecto.<br><br>3. Proyecto formulado para la actualización y dotación del Laboratorio de Estructuras, para docencia: El proyecto se formuló y envió el día 2 de octubre de 2019 a la decanatura de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas para participar en la convocatoria Institucional de asignación de recursos |

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados |
|---|---|---|---|
| | | | mediante proyectos de modernización o repotenciación de laboratorios para docencia. |
| 4. Formulación e implementación de estrategias para incrementar los indicadores de productividad científica de los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | N/A | Se realizó el estudio "Proyecto Formulación e implementación de estrategias para incrementar los indicadores de productividad científica de los profesores de la escuela de ingeniería civil", y se presentó en el claustro de profesores (Acta Claustro No. 19 de 2017), quedando pendiente por definir y priorizar los objetivos estratégicos que promuevan la productividad y el plan operativo, el cual incluirá las estrategias a implementar; los docentes se encuentran trabajando estos aspectos en cada grupo de investigación.<br><br>Adicionalmente, los profesores y grupos de investigación han ascendido en el escalafón de MinCiencias en su última convocatoria (año 2018). |

### 7.3.4 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Con miras al desarrollo y fortalecimiento del ambiente de investigación de la Maestría, se ha definido la siguiente agenda para los próximos 7 años.

Tabla 26 Agenda de Investigación del Programa

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados Esperados |
|---|---|---|---|
| Promoción de Trabajo de grado en la modalidad de Investigación Aplicada | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | N/A | Ejecución de mínimo 2 Trabajos de Grado en la modalidad investigación aplicada. |
| Participación en Eventos de Socialización de resultados de Investigación. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | N/A | -Presentación de los 2 trabajos de grado más destacados de cada cohorte en el Seminario de Socialización de las Investigaciones de la Escuela de Ingeniería Civil. |
| Participación de profesores visitantes en el programa | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | UIS (VIE), y Escuela de Ingeniería Civil | -Participación de 10 profesores visitantes como conferencistas, calificadores de propuesta de trabajo de grado y/o trabajo de grado, quienes cuenten con experiencia en investigación y puedan enriquecer el proceso formativo del estudiante desde la óptica de los últimos adelantos científicos del área del recurso hídrico y el saneamiento ambiental. |

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados Esperados |
|---|---|---|---|
| Creación de alianzas entre los grupos de investigación INME, GPH, Geomática con grupos de Investigación nacionales y/o extranjeros. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | UIS (VIE), y Escuela de Ingeniería Civil | -Participación de profesores del programa en redes científicas nacionales o extranjeras.<br>-Realización de actividades académicas en conjunto con otros grupos de investigación nacionales o internacionales. |
| Profesores miembros de comités (revisor, editorial, científico) de revistas internacionales. | Profesores del programa. | N/A | Participación de mínimo 3 Profesores en comités (revisor, editorial, científico) de revistas internacionales. |

Nota: * UIS (VIE) corresponde a Universidad Industrial de Santander- Vicerrectoría de Investigación y Extensión, cuyos recursos se publican en convocatoria anual en el Portafolio VIE en diferentes modalidades.

Las actividades propuestas son exclusivas para la Maestría, no obstante, los profesores en sus respectivos grupos de investigación llevan a cabo otras actividades de investigación, lo cual en conjunto se materializa en investigación de calidad, que contribuirá al ascenso de categoría de los grupos de investigación y de los profesores/investigadores por MinCiencias.

### 7.3.5 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RECONOCIDOS O CLASIFICADOS EN EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

De acuerdo con la estructura organizativa de la Escuela de Ingeniería Civil, la investigación se desarrolla a través de los grupos de investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental - GPH, en Materiales y Estructuras de Construcción – INME, Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas, siendo estos el soporte para los programas de posgrado de la Escuela, incluyendo la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. La Tabla 27 da cuenta de las áreas de desarrollo de cada grupo y las líneas de investigación que son fortalezas de cada uno de ellos; así mismo, se presenta en resumen su productividad científica, la cual se detalla en el Anexo III. Adicionalmente, es de mencionar que se cuenta con el apoyo de otros grupos de investigación tanto de la UIS como de otras universidades a nivel nacional (cf. Tabla 28) cuyos profesores participan como docentes externos en el programa.

Tabla 27 Grupos de Investigación de soporte directo al Programa

| Nombre del grupo | Director | Áreas de desarrollo | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del grupo | Productos de Investigación* (últimos 7 años) |
|---|---|---|---|---|---|
| Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental - GPH | Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental | A (2021)<br>B (2018)<br>C (2017)<br>C (2015) | Hidrología y clima.<br>Hidrogeología.<br>Gestión integrada del recurso hídrico.<br>Calidad del agua.<br>Tratamiento de aguas residuales.<br>Gestión de residuos sólidos.<br>Abastecimiento de aguas para usos múltiples. | Artículos en revistas indexadas internacionales: 24<br>Artículos en revistas indexadas nacionales: 8<br>Contribuciones en eventos internacionales: 12<br>Contribuciones en eventos nacionales: 2<br>Capítulos de libro: 1<br>Dirección tesis doctoral: 1<br>Dirección trabajos de grado de maestría: 9<br>Investigaciones terminadas: 9<br>Investigaciones en ejecución: 4 por valor de $2.687.808.998.<br>Fuente de Recursos: MinCiencias, UIS, CDMB |

| Nombre del grupo | Director | Áreas de desarrollo | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del grupo | Productos de Investigación* (últimos 7 años) |
|---|---|---|---|---|---|
| Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción - INME | Ricardo Alfredo Cruz Hernández | Estructuras | B (2021)<br>A (2018)<br>Reconocido (2017)<br>B (2015) | Gestión de proyectos de construcción.<br>Materiales de construcción.<br>Análisis, modelamiento y optimización estructural.<br>Amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico.<br>Educación en ingeniería. | Artículos en revistas indexadas internacionales: 16<br>Artículos en revistas indexadas nacionales: 16<br>Contribuciones en eventos internacionales: 54<br>Contribuciones en eventos nacionales: 22<br>Capítulos de libro: 1<br>Dirección tesis doctoral: 2<br>Dirección trabajos de grado de maestría: 41<br>Investigaciones terminadas: 9<br>Investigaciones en ejecución: 6 por valor de $2.151.983.009.<br>Fuente de Recursos: MinCiencias, UIS, Lavco, otras Universidades |
| Grupo de Investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas | Hernán Porras Díaz | Nuevas tecnologías para la gestión y la optimización de sistemas | B (2021)<br>B (2018)<br>Reconocido (2017)<br>D (2015) | Modelos de optimización y evaluación de proyectos.<br>Gestión del riesgo de desastres, medio ambiente y hábitat.<br>Tecnologías en geociencias e informática.<br>Ingeniería de transporte e infraestructura vial.<br>Ambiente construido e innovación social. | Artículos en revistas indexadas internacionales: 8<br>Artículos en revistas indexadas nacionales: 11<br>Contribuciones en eventos internacionales: 12<br>Contribuciones en eventos nacionales: 5<br>Capítulos de libro: 1<br>Dirección tesis doctoral: 1<br>Dirección trabajos de grado de maestría: 21<br>Investigaciones terminadas: 2<br>Investigaciones en ejecución: 1 por valor de $992.742.251.<br>Fuente de Recursos: MinCiencias, UIS. |

*Los productos de investigación presentados se encuentran en detalle en el Anexo III, el cual incluye otros particulares de cada grupo.

Tabla 28 Grupos de Investigación de apoyo al Programa

| Nombre del grupo | Director | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del profesor o profesores externos asociados al grupo de investigación |
|---|---|---|---|
| Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA). Universidad Industrial de Santander | Juan Diego Colegial Gutiérrez | A (2021)<br>A (2018)<br>A (2017)<br>C (2015) | ▪ Hidrogeología<br>▪ Teledetección aplicada al medio ambiente<br>▪ Estratigrafía<br>▪ Geología ambiental |
| Energy and other Non-Renewable Resources Research Group. Universidad Industrial de Santander | Mario García González | Reconocido (2021)<br>C (2018)<br>N/A (2017)<br>N/A (2015) | ▪ Química Estructural<br>▪ Sistemas de Información Geográfica y Sensores remotos<br>▪ Geología del Petróleo<br>▪ Geología Regional y Tectónica<br>▪ Sedimentología y Estratigrafía Geomorfología |
| Grupo de Investigación Población, Ambiente y Desarrollo (G-PAD). Universidad Industrial de Santander | Raquel Méndez Villamizar | A1 (2021)<br>A1 (2018)<br>B (2017) | ▪ Participación pública y movilización ciudadana.<br>▪ Trata de personas. |

| Nombre del grupo | Director | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del profesor o profesores externos asociados al grupo de investigación |
|---|---|---|---|
| | | B (2015) | |
| Grupo de Investigación en Demografía, Salud Pública y Sistemas de Salud – GUINDESS. Universidad Industrial de Santander | Myriam Ruiz Rodríguez | A1 (2021)<br>A1 (2018)<br>A1 (2017)<br>A1 (2015) | ▪ Salud ambiental<br>▪ Salud pública<br>▪ Situación de salud<br>▪ Salud pública y epidemiología |
| Estudio y Control de la Contaminación Ambiental - ECCA. Universidad del Valle | Patricia Torres Lozada | A1 (2021)<br>A1 (2018)<br>A1 (2017)<br>A (2015) | ▪ Biofiltración de Gases<br>▪ Contaminación Atmosférica<br>▪ Gestión de Residuos en la Industria |
| Grupo de Saneamiento Ambiental Universidad del Valle | Inés Restrepo Tarquino | A (2021)<br>A (2018)<br>A1 (2017)<br>A1 (2015) | ▪ Planificación de inversiones<br>▪ Transferencia de tecnología<br>▪ Planificación integrada de recursos hídricos<br>▪ Agua y pobreza<br>▪ Producción más limpia<br>▪ Transferencia de Tecnología<br>▪ Usos Múltiples del Agua<br>▪ Manejo de lodos<br>▪ Producción de agua potable<br>▪ Recolección y transporte de aguas residuales y pluviales por métodos no convencionales<br>▪ Tratamiento de aguas residuales domésticas y agroindustriales<br>▪ Sistemas de saneamiento en sitio<br>▪ Manejo integral de residuos sólidos<br>▪ Reúso de aguas residuales y subproductos<br>▪ Uso eficiente del Agua<br>▪ Mejoramiento de la Calidad del Agua<br>▪ Gestión del Recurso Hídrico |
| Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad. Universidad del Valle | Mario Alejandro Pérez Rincón | A (2021)<br>A (2018)<br>B (2017)<br>C (2015) | ▪ Conflictos socio-ambientales y Justicia Ambiental<br>▪ Políticas para el desarrollo sostenible<br>▪ Economía ecológica e indicadores de sostenibilidad<br>▪ Desarrollo sostenible y políticas ambientales<br>▪ Gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento<br>▪ Metodología de transferencia de tecnología e intervención participativa en proyectos de agua y saneamiento<br>▪ Economía ambiental y de los servicios públicos<br>▪ Cuantificación y análisis de flujos de materiales y energía en la actividad económica. |
| Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+). Universidad Autónoma de Occidente | Santiago Lain Beatove | A1 (2021)<br>A1(2018)<br>A1(2017)<br>N/A (2015) | ▪ Estudio, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. |

| Nombre del grupo | Director | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del profesor o profesores externos asociados al grupo de investigación |
|---|---|---|---|
| Grupo de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Antioquia | Mariana Peñuela Vásquez | A1 (2021)<br>A (2018)<br>A (2017)<br>A (2015) | ▪ Diagnóstico y caracterización de aguas<br>▪ Celdas de combustible microbiana<br>▪ Remediación Ambiental<br>Tratamiento de aguas por métodos avanzados de oxidación |

Fuente: Plataforma SCIENTI de MinCiencias, 2022

### 7.3.6 PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN DE ACUERDO CON LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA U OTROS AFINES

La investigación en la Universidad Industrial de Santander está articulada al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI). Su gestión es liderada desde la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), que es la unidad académica y administrativa que da soporte para el desarrollo de las políticas de Investigación y Extensión de la Universidad, es dependiente de la Rectoría, y es superior funcional de los Decanatos, respecto de las actividades de Investigación y Extensión y de las demás que la Rectoría le delegue. La VIE dirige el funcionamiento y desarrollo general de: la Coordinación de Programas y Proyectos, la Dirección de Transferencia de Conocimiento, la Dirección de Investigación y Extensión de Facultades.

Ante la VIE, los grupos de investigación tramitan su reconocimiento institucional, el cual es utilizado para participar en las diversas convocatorias internas de financiación de proyectos de investigación, de ayudas para investigación, movilidad, entre otras, así como el aval para participar en la Convocatoria Nacional de MinCiencias para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Como agentes de fortalecimiento de los procesos investigativos que se desarrollan en la UIS y que dan apoyo a la Maestría, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con tres grupos de investigación, GPH, INME y GEOMÁTICA inscritos, y clasificados en la última convocatoria de MinCiencias (894 de 2021) como grupos con categorías A, B, y B respectivamente por su aporte al desarrollo de la ciencia con múltiples productos de investigación (detallados en el Anexo III. Grupos de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil que soportan el programa).

Como grupo de investigación, se debe contar con el registro actualizado de los productos resultado de la investigación en las plataformas GrupLAC (del grupo) y CvLAC (del investigador). Dado que los estudiantes tienen la opción de desarrollar su trabajo de grado bajo la dirección de un profesor investigador adscrito a un grupo de investigación, su trabajo de grado, y en caso de tener algún otro producto derivado de su trabajo de aplicación, estos productos se vinculan a los CvLACs del estudiante (si cuenta con registro en la plataforma) y de su director/codirector, así como en el GrupLAC del grupo de investigación del profesor. Todos los productos contribuyen a aumentar los índices de productividad científica de los grupos de investigación, de la Universidad Industrial de Santander, y de la Nación, favoreciendo la visibilidad e internacionalización.

Particularmente en el periodo de vigencia del registro calificado, las actividades de investigación realizadas por los grupos de investigación de soporte directo y los profesores planta del programa incluyen treinta y un (31) proyectos de investigación financiados por la UIS, MinCiencias, la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, otras Universidades, entre otros, por un valor de $5.832.534.258 millones de

pesos, los cuales han favorecido la formación y consolidación de investigadores al servicio de la región y el país (cf. Tabla 27 y Anexo III). El desarrollo de investigación fue reconocido por MinCiencias tanto a profesores investigadores como a los grupos, y tal como evidencian las Tablas 27 y 29 esta actividad misional ha ido fortaleciéndose de tal forma que se ha logrado el ascenso en las categorías de clasificación en los últimos 7 años.

Se resalta, que el programa ha promovido la presentación de resultados de los trabajos de grado en eventos académicos, no obstante, el énfasis del programa en *profundización*, limita la obtención de dichos productos derivados de investigación realizados por los estudiantes de la maestría, a pesar de ello se cuenta con una ponencia y su respectiva publicación en las memorias del evento, presentada en el VII Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP).

### 7.3.7 INVESTIGADORES RECONOCIDOS EN EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

La participación de los grupos de investigación de soporte directo en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se concreta a través de la labor de los profesores e investigadores que los integran, mediante la orientación de las actividades académicas del plan de estudios, las direcciones o codirecciones de trabajos de grado, la evaluación de proyectos de trabajo de grado y trabajo de grado, la organización y realización de eventos académico-científicos, entre otros. Todos los profesores planta del programa cuentan con experiencia en investigación (cf. productos de investigación en el Anexo II), la mayoría de ellos con reconocimiento en la última convocatoria (894 de 2021) de MinCiencias, según se indica a continuación:

Tabla 29 Profesores planta del programa reconocidos por MinCiencias

| Nombre | Grupo de Investigación | Categoría Investigador últimos 7 años | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Convocatoria 737 de 2015 | Convocatoria 781 de 2017 | Convocatoria 833 de 2018 | Convocatoria 894 de 2021 |
| Isabel Cristina, DOMÍNGUEZ RIVERA | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. | Junior | Junior | Asociado | Asociado |
| Edgar Ricardo, OVIEDO OCAÑA | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. | Asociado | Asociado | Asociado | Sénior |
| Guillermo, MEJÍA AGUILAR | Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción – Grupo de Investigación GEOMÁTICA, Gestión y optimización de sistemas. | Asociado | Asociado | Asociado | Asociado |
| Sandra Rocío, VILLAMIZAR AMAYA | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. | - | - | Asociado | Asociado |
| Juan Carlos, ACEROS GUALDRÓN | Grupo de Investigación Población, Ambiente y Desarrollo (G-PAD). | Junior | Junior | Junior | Asociado |

Adicionalmente, el programa cuenta con profesores externos, con experiencia en investigación y reconocimiento vigente como investigadores por MinCiencias así:

Tabla 30 Profesores externos* del programa reconocidos por MinCiencias

| Nombre | Grupo de Investigación | Categoría Investigador | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Convocatoria 737 de 2015 | Convocatoria 781 de 2017 | Convocatoria 833 de 2018 | Convocatoria 894 de 2021 |
| José Antonio, HENAO MARTÍNEZ | Centro de Investigación en Biomoléculas CIBIMOL.<br><br>Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada. | Sénior | Sénior | Sénior | Sénior |

| Nombre | Grupo de Investigación | Categoría Investigador | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Convocatoria 737 de 2015 | Convocatoria 781 de 2017 | Convocatoria 833 de 2018 | Convocatoria 894 de 2021 |
| | Energy and other Non Renewable Resources Research Group. | | | | |
| Javier Ernesto, HOLGUÍN GONZÁLEZ | Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+). | Junior | Asociado | Asociado | Asociado |
| Carlos Arturo, MADERA PARRA | Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA).<br><br>Grupo de Saneamiento Ambiental. | Asociado | Sénior | Sénior | Sénior |
| Mario Alejandro, PÉREZ RINCÓN | Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad. | Junior | Junior | Sénior | Sénior |
| Inés, RESTREPO TARQUINO | Grupo de Saneamiento Ambiental. | Sénior | - | Sénior | Sénior |
| Laura Andrea, RODRÍGUEZ | Grupo de Investigación en Demografía, Salud Pública y Sistemas de Salud – GUINDESS.<br><br>Observatorio de Salud Pública de Santander. | Asociado | Sénior | Sénior | Sénior |
| Johnny Harold, ROJAS PADILLA | Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad. | - | - | Junior | Junior |
| Juan Pablo, SILVA VINASCO | Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA). | Asociado | Asociado | Junior | - |
| Francisco, VELANDIA | Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada.<br><br>Técnicas Aplicadas a Tectónica y Análisis de Cuencas.<br><br>Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. | - | - | Junior | Asociado |

* Incluye profesores que realizaron docencia y/o dirección de trabajo de aplicación.

### 7.3.8 ESTRATEGIAS DE VINCULACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DEL PROGRAMA A LOS PROCESOS REALIZADOS EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Dentro de las estrategias del programa para vinculación de los estudiantes a los grupos de investigación se tiene el requisito de admisión "Carta de aval de un grupo o centro de investigación de la UIS o de una empresa u organización", de manera que se brinde la oportunidad a aquellos estudiantes que tengan interés en participar en mayor grado en las actividades y procesos de los grupos de investigación de soporte a la Maestría.

Sumado a lo anterior, las líneas de investigación del programa están en sintonía con las líneas de investigación del grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (GPH), de tal forma que en el proceso de formación en sí mismo se vincula a los estudiantes con los avances que se logran por el grupo en sus investigaciones, ya que en las actividades académicas se provee de la literatura producto de las investigaciones; así mismo, los estudiantes pueden seleccionar temas para los trabajos de aplicación que están dentro de las áreas de trabajo del grupo (cf. Tabla 31):

Tabla 31 Temas de Trabajos de aplicación relacionados con las áreas de trabajo del grupo GPH

| Título de trabajo de grado | Estudiante | Código | Director | Cohorte | Estado | Línea de investigación del GPH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga. | Miguel Fernando Quirós Gómez | 2178801 | Francisco Velandia | I | Culminado | Hidrogeología |
| Selección de Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales en Condominios Residenciales. Caso Menzuly (Santander, Colombia). | Silvia Marcela Rodríguez Arenas | 2168349 | Edgar Ricardo Oviedo | I | Culminado | Prevención y control de la contaminación |
| Propuesta de Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento y Suministro de Agua del Hospital José David Padilla Villafañe en el Municipio de Aguachica, César. | Johan Fernando Álvarez Galezo | 2218308 | Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | II | Propuesta aprobada | Prevención y control de la contaminación |
| Propuesta de una guía metodológica para la evaluación de Sostenibilidad de sistemas rurales de abastecimiento de agua en países en desarrollo. | William Fernando Bermúdez Flórez | 2218278 | Isabel Cristina Domínguez Rivera | II | Propuesta en formulación | Abastecimiento de agua |
| Reducción de la escala espacial de precipitación y temperatura en la escala diaria para estudios de salud pública en el Departamento del Cauca, Colombia. | Kevin David Blanco Silva | 2218275 | Sandra Rocío Villamizar Leal | II | Propuesta aprobada | Hidrología y clima |
| Evaluación de sistemas de tratamiento del agua lluvia del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander | Neidy Alejandra Hurtado | 2218288 | Daniela Cristina Rey Romero | II | Propuesta aprobada | Abastecimiento de agua |

Así mismo, los grupos de investigación organizan conferencias y/o eventos académicos en los cuales los estudiantes de la Maestría pueden participar, tal como las conferencias "Reliable, Resilience, and Sustanaible Water", y "Rainwater harvesting opportunities and chanllenges", o el curso Hidroquímica y trazadores ambientales en aguas subterráneas, organizados por el grupo GPH.

### 7.3.9 ESTRATEGIAS QUE PROPENDEN PARA QUE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN CONTRIBUYAN A LA TRANSFORMACIÓN SOCIAL

La UIS tiene como propósito colaborar con la transformación social de su entorno a través del fortalecimiento de sus capacidades educativas, investigativas y de proyección social, para promover soluciones a los desafíos del entorno social[191]. En este sentido, la Maestría tiene dentro de sus objetivos contribuir con soluciones sostenibles e innovadoras a los problemas del área de los recursos hídricos y el

[191] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional UIS 2019 – 2030.

saneamiento ambiental dentro de un marco ético, acorde con el entorno, la sociedad y el país; y desarrollar trabajos de aplicación, conducentes al mejoramiento de la calidad de vida, el manejo sostenible de los recursos naturales y el desarrollo colombiano. Para ello, plantea las siguientes estrategias:

- Los egresados del programa pueden aplicar el conocimiento adquirido a través del desarrollo de su trabajo de grado, en las empresas e instituciones en las que laboren, contribuyendo a la solución de problemas reales del entorno.

- Dar prioridad al desarrollo de trabajos de grado en coherencia con la demanda y potencialidad de la región y del país privilegiando programas y proyectos en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

- Se procura establecer temas para trabajos de grado con entidades territoriales o nacionales para dar solución a problemas del entorno.

- Los trabajos de grado son considerados productos de investigación; de tal forma que su depósito en la biblioteca UIS de manera abierta contribuye al acceso al conocimiento de todos los sectores de la sociedad, de tal forma que puedan utilizarse como orientadores para resolver problemas del entorno.

### 7.3.10 RESULTADOS DE LOS MECANISMOS DE DIFUSIÓN, DIVULGACIÓN Y VISIBILIDAD NACIONAL E INTERNACIONAL DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN DESARROLLADA POR EL PROGRAMA

El papel de las universidades y organismos de investigación es contribuir a tres funciones clave: producción del conocimiento –mediante las actividades de I+D-, transmisión del conocimiento –mediante la formación- y transferencia del conocimiento –mediante su difusión a la sociedad que los precisa y proporcionando soluciones a los problemas concretos-[192]. La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, por su naturaleza de profundización, se acerca a las diversas esferas de la sociedad para transmitir el conocimiento generado en el programa mediante los siguientes mecanismos:

- Las propuestas de trabajo de grado y los trabajos de grado son defendidos públicamente, de manera que los diferentes actores de la sociedad a nivel local puedan asistir y conocer de primera mano avances en la solución de problemas del área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, dando lugar a un espacio para la creación de alianzas para desarrollo de proyectos con entidades o empresas.

- Los trabajos de grado son depositados en el repositorio de la biblioteca UIS, a la cual se puede acceder fácilmente a través de la web, permitiendo que los resultados sean utilizados ya sea en el ámbito académico o en el sector productivo.

- Participación de los profesores del programa en eventos académicos y/o científicos de carácter nacional e internacional para compartir las experiencias y avances en investigación, así como construir redes de trabajo colaborativo.

- Utilizar los medios de comunicación institucional (web institucional www.uis.edu.co, web de la Escuela de Ingeniería Civil http://ingenieriacivil.uis.edu.co/eisi/, redes sociales, etc.) para compartir en la sección

[192] López, M., Marín, M., Via, M.F., & Martínez, E. (2005). Estrategia de divulgación para la transferencia de resultados y capacidades científicas al entorno socioeconómico. XI Seminario de Gestión Tecnológica ALTEC 2005.

de noticias notas informativas sobre las defensas de propuesta de trabajo de trabajo y trabajos de grado, y cualquier otro resultado logrado en el programa.

- Se motiva a los estudiantes para la presentación de ponencias en eventos académicos, desarrolladas a partir de los resultados de los proyectos de aplicación. De esta forma, no solo se convierten en apoyo para trabajos propios de la UIS, sino que se abre la oportunidad de servir de referencia para investigaciones de diferentes universidades interesadas en temas en común.

- Los grupos de investigación y los investigadores publican sus hojas de vida en la Plataforma SCIENTI del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en ellas se incluyen los trabajos de aplicación realizados por los estudiantes del programa, y sus productos derivados, que han sido dirigidos por los profesores/investigadores allí registrados y en la de los estudiantes autores de dichos trabajos.

Según los anteriores mecanismos, se han realizado 29 defensas públicas de propuesta de trabajo de grado y trabajo de grado; se encuentran en la biblioteca UIS los trabajos de aplicación de todos los graduados en el periodo del registro calificado; los profesores planta del programa han participado en eventos académicos y científicos estableciendo relaciones para trabajo conjunto en sus investigaciones con profesores de varias universidades como Universitat Autònoma de Barcelona, Democritus University of Thrace, School of Public and International Affairs (Virginia Tech), University of Exeter, University of the West of England, Universidade do Minho, Institute of Research for Development (IRD), Universidad Tecnológica de Delft, Imperial College London, entre otras; un estudiante presentó los resultados de su trabajo de aplicación en el evento VII Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP); y, todos los grupos de investigación y profesores planta investigadores cuentan con su GrupLac y CvLac actualizado, lo que les ha permitido participar en las convocatorias de reconocimiento de grupos e investigadores de MinCiencias.

### 7.3.11 RESULTADOS DE LAS DINÁMICAS DE GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO Y/O MOVIMIENTO DE LA BARRERA DEL CONOCIMIENTO

Las investigaciones de frontera tienen la capacidad de aportar resultados que suponen un avance significativo en el conocimiento. Son generadoras de nuevos paradigmas que abren la puerta a enfoques, formas de pensar o planteamientos más actuales[193]. En este sentido es pertinente recordar que la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental es un programa en modalidad *de profundización*, que busca el desarrollo avanzado de competencias que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por lo tanto, en el programa dada su naturaleza se genera conocimiento desde el punto de vista de resolver problemas mediante los trabajos de grado que pueden ser empleados como referentes en el sector productivo o académico.

Por otra parte, se resalta que el programa cuenta con profesores investigadores quienes generan conocimiento a través de los proyectos de investigación que realizan al interior de los grupos de investigación de soporte al programa, y transmiten este conocimiento a los estudiantes en las diversas actividades académicas propuestas en el plan de estudios. De los proyectos de investigación, se han planteado mejoras en el entorno regional y nacional tales como:

- la formulación de un plan de acción que contribuya a la sostenibilidad en la prestación de los servicios de suministro y regulación del páramo seco de Berlín derivado del proyecto de investigación "Análisis

[193] Rey, J. (2011). Investigación de frontera: traer un futuro al presente. Lychnos, Cuadernos de la Fundación General del Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC, No.5. España.

participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia)";

- proponer medidas generales para reducir el eventual riesgo en salud derivado de la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos y desarrollar acciones enfocadas en la prevención y reducción del mismo, a partir del proyecto de investigación "Evaluación de los efectos en la salud de la comunidad Hitnü en los municipios de Arauca y Puerto Rondón (Arauca) por exposición a situaciones relacionadas con actividades de explotación de hidrocarburos";

- analizar estrategias de manejo agrícola que integren conocimientos técnicos y locales que contribuyan al incremento de la rentabilidad económica de pequeños agricultores y al manejo sostenible del nitrógeno en el contexto de estudio, mediante el proyecto de investigación "Estrategias para la reducción de pérdidas de nitrógeno en cultivos de cebolla junca que promuevan la resiliencia de pequeños agricultores del Páramo de Berlín, frente a los retos económicos derivados de la pandemia", realizados por el grupo de investigación GPH.

Estos resultados se comparten con la comunidad académica, generalmente a partir de artículos científicos; con la entidad contratante o financiadora mediante un informe técnico final; y con la comunidad en general mediante cartillas o documentos similares, de tal manera que todos los proyectos de investigación que plantean mejoras en el entorno, son socializados y tienen asociada su respectiva productividad académica.

# 8 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO

La UIS, considerando la extensión como una actividad misional adoptó las políticas y definió los principios orientadores y los objetivos de la función de extensión mediante Acuerdo Superior N° 006 de 2005. En esta norma, la extensión está definida como una actividad sustantiva de la universidad por medio de la cual se establece un proceso de comunicación con la sociedad, que permite transformar las prácticas culturales de la institución en materia de Docencia e Investigación. De esta manera la extensión comporta un elemento proactivo, en el sentido de responder no solo a las demandas específicas del mercado y de diversas organizaciones sociales, sino que posibilita el desarrollo de una política institucional que propicia una integración e interacción con la sociedad sobre la base de un alto ejercicio de responsabilidad ética y social en la definición, jerarquización y formulación de alternativas a los problemas del desarrollo local, regional y nacional.

La Universidad ha establecido que la función de extensión se desarrollará atendiendo seis principios básicos: comunicación, cooperación, solidaridad, equidad, transparencia, y pertinencia social y académica. Además, fundamenta su desarrollo centrado en los siguientes objetivos:

- Establecer un diálogo permanente, confiable y estable en el tiempo con la comunidad, sus actores sociales, el sector productivo, las instituciones en el ámbito local, regional, nacional por medio de determinadas acciones que se derivan de los procesos de docencia e investigación con el fin de intercambiar experiencias y saberes que deriven en un aprendizaje institucional.

- Promover la transferencia de conocimiento científico y tecnológico desde la Universidad hacia los sectores productivos y sociales y la generación de conocimiento a partir de las necesidades que surjan al interior de las empresas y organizaciones.

- Fomentar una comunicación efectiva con la sociedad, conducente a ampliar el proceso de interacción e integración con sus actores sociales, atendiendo las demandas de la región y la nación con el propósito de que las distintitas disciplinas nutran sus procesos de formación e investigación aportando a la construcción de capacidades individuales y sociales.

- Propiciar una actitud proactiva, que posibilite el desarrollo de un modelo de universidad que le permita participar y cooperar con las instituciones gubernamentales en la elaboración y diseño de políticas públicas.

- Establecer relaciones de intercambio con comunidades, organizaciones y gremios que permitan el desarrollo de un equilibrio entre población y recursos, respetando las formas de organización simbólica y productiva que en ellas se generan, sus identidades y valores culturales.

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental sigue estos objetivos para vincularse con el sector productivo, social y cultural, y para su materialización sigue las siguientes estrategias:

- El Programa canaliza e interpreta las necesidades del entorno y propende por la formulación de trabajos de aplicación para su intervención.

- La producción intelectual de los docentes, estudiantes y egresados impacta directamente en el sector productivo y académico, fortaleciendo a su vez las capacidades investigativas de los grupos de investigación de apoyo al programa. Lo cual redunda en el desarrollo de soluciones eficientes en situaciones relacionadas con las líneas de formación e investigación del programa.

- Los docentes, estudiantes y egresados del Programa crean lazos para interacción entre la academia y otras organizaciones estableciendo sinergias entre ellas, con el fin de atender las necesidades a nivel regional y nacional.

- La participación de estudiantes y profesores en redes y eventos de tipo académico o profesional, permiten que los trabajos de aplicación y otros productos académicos aporten al conocimiento, y deriven en soluciones (desarrollos, servicios, consultorías, formación especializada entre otros aspectos), enriquecedoras tanto para el sector público como el privado.

- La participación de los profesores en proyectos con pares reconocidos del ámbito nacional e internacional, permite participar en nuevos escenarios nacionales e internacionales, enriqueciendo de manera bidireccional a las instituciones y programas a los cuales se encuentran adscritos, mediante la transferencia y actualización de conocimiento, que posteriormente aplican los egresados en el sector productivo.

- El desarrollo de proyectos de extensión que contribuyen al desarrollo regional en todos los ámbitos de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, mediante la conversión en proyectos de investigación de aquellos relativos a temas más complejos, procurando la financiación en conjunto por el sector externo, lográndose la integración total con el sector productivo.

- Por último, no se puede desconocer el impacto profesional de los egresados, en especial porque un programa de maestría con calidad supone la formación no sólo de magísteres sino de divulgadores y gestores del conocimiento en las empresas e instituciones donde laboren.

## 8.1 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE VINCULACIÓN DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON EL SECTOR PRODUCTIVO, SOCIAL Y CULTURAL, PÚBLICO Y PRIVADO

Los resultados de la vinculación de la comunidad académica de la Maestría con el sector externo durante la vigencia del registro calificado se presentan a continuación:

1) Desarrollo de proyectos de investigación por los grupos de investigación que apoyan la Maestría relacionados con las líneas de investigación del programa así:

   - En la línea de modelación de aguas subterráneas ha definido zonas de recarga a acuíferos mediante el uso de técnicas isotópicas, ha evaluado el riesgo a la contaminación del recurso hídrico subterráneo y ha planteado modelos conceptuales de flujo. Estos alcances pueden ser utilizados en planes de ordenamiento y manejo de cuencas y de acuíferos, en el área de Bucaramanga, Mesa de los Santos y Zona Guanentina.

   - En la línea de residuos sólidos, ha avanzado en el conocimiento de los procesos de tratamiento aerobio de residuos sólidos orgánicos, identificando alternativas de mejoras que permitan posicionar opciones de manejo como el compostaje. Estos logros pueden ser utilizados para la

evaluación y puesta en marcha de estas alternativas a nivel de municipios e instituciones, contribuyendo de esta manera a una mejor gestión de los residuos sólidos.

- En la línea de abasto de agua ha generado conocimiento en diferentes dimensiones del abastecimiento de agua rural, en áreas como sostenibilidad, uso múltiple del agua, y fortalecimiento de organizaciones comunitarias prestadoras de servicios. Estos aportes contribuyen con la superación de la brecha urbano – rural de acceso al agua con soluciones contextualizadas a las especificidades de la zona rural.

  Así mismo, se han hecho avances en el abastecimiento de agua mediante fuentes alternativas con el agua lluvia y las aguas grises, en entornos urbanos, rurales e institucionales, abordando dimensiones sociales, técnicas, financieras y ambientales, como respuesta a la necesidad de enfrentar la crisis del agua a través de soluciones innovadoras que aumenten la resiliencia frente al cambio climático.

- De manera transversal a todas las líneas de investigación ha desarrollado trabajos relacionados con el recurso hídrico en el ecosistema de páramo, en aspectos como el clima, el suelo y los servicios hidrológicos de regulación y suministro, y el manejo de residuos de cebolla. Este conocimiento apoya la toma de decisiones para armonizar los medios de sustento de las comunidades tradicionales de páramo con la protección de los servicios ecosistémicos generados por este ecosistema.

Específicamente, los resultados de los proyectos de investigación han permitido plantear mejoras en el entorno, tales como:

- la formulación de un plan de acción que contribuya a la sostenibilidad en la prestación de los servicios de suministro y regulación del páramo seco de Berlín derivado del proyecto de investigación "Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia)";

- proponer medidas generales para reducir el eventual riesgo en salud derivado de la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos y desarrollar acciones enfocadas en la prevención y reducción del mismo, a partir del proyecto de investigación "Evaluación de los efectos en la salud de la comunidad Hitnü en los municipios de Arauca y Puerto Rondón (Arauca) por exposición a situaciones relacionadas con actividades de explotación de hidrocarburos";

- analizar estrategias de manejo agrícola que integren conocimientos técnicos y locales que contribuyan al incremento de la rentabilidad económica de pequeños agricultores y al manejo sostenible del nitrógeno en el contexto de estudio, mediante el proyecto de investigación "Estrategias para la reducción de pérdidas de nitrógeno en cultivos de cebolla junca que promuevan la resiliencia de pequeños agricultores del Páramo de Berlín, frente a los retos económicos derivados de la pandemia", realizados por el grupo de investigación GPH.

Estos resultados se comparten con la comunidad académica, generalmente a partir de artículos científicos; con la entidad contratante o financiadora mediante un informe técnico final; y con la comunidad en general mediante cartillas o documentos similares, de tal manera que todos los proyectos de investigación que plantean mejoras en el entorno, son socializados y tienen asociada su respectiva productividad académica y divulgación pensada para comunicar eficazmente los resultados a diferentes audiencias.

2) Todos los trabajos de grado finalizados han aportado soluciones a casos reales en sitios específicos de la región, es decir, que la modalidad principal de dichos trabajos de aplicación fue la solución de un problema concreto así (cf. Tabla 32):

Tabla 32 Trabajos de aplicación de los estudiantes de la Maestría

| Título del trabajo de grado | Región de impacto |
|---|---|
| Estimación del potencial erosivo de la cuenca del río Tona, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelo basado en los sedimentos aportados al embalse de Bucaramanga. | Bucaramanga (Santander) |
| Modelación de la Calidad del Aire en la Zona Industrial del Área Metropolitana de Bucaramanga. | Área Metropolitana de Bucaramanga (Santander) |
| Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario el carrasco, Bucaramanga. | Bucaramanga (Santander) |
| Desarrollo de un modelo de gestión operacional para la reducción de pérdidas técnicas y comerciales en sistemas de Acueductos. Caso de estudio: un distrito hidráulico del acueducto de la ciudad de Bucaramanga. | Bucaramanga (Santander) |
| Análisis detallado de amenaza de inundación de la corriente hídrica Río Negro en el casco urbano del municipio de Rionegro- Santander, utilizando modelación hidráulica bidimensional. | Rionegro (Santander) |
| Selección de Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales en Condominios Residenciales. Caso Menzuly (Santander, Colombia). | Piedecuesta (Santander) |

3) La Escuela de Ingeniería Civil ha fortalecido el tercer pilar de la UIS, la extensión, mediante proyectos de extensión desarrollados por los profesores y grupos de investigación de soporte al Programa, que han contribuido al desarrollo regional, generando fuertes lazos con diversas entidades del ámbito público y privado (cf. Tabla 33).

Tabla 33 Proyectos de Extensión de la Escuela de Ingeniería Civil.

| Proyecto de Extensión | Entidad Contratante | Año |
|---|---|---|
| Aunar esfuerzos para consolidar la formulación del Plan de Desarrollo Departamental – Santander nos une 2016-2019, mediante la identificación y recomendación para la inclusión de programas y proyectos de impacto regional, y la concertación, socialización y divulgación del plan. N°. Reg. 6540-648. Convenio Interadministrativo. Consultoría. | Departamento de Santander | 2016 |
| Desarrollar la evaluación y calificación de las propuestas presentadas dentro del proceso contractual No. 915.108.5.01.2016 de Metro Cali, el cual tiene por objeto: "La contratación de las interventorías integrales para los siguientes proyectos de construcción de infraestructura para el SITM MIO: Terminal Guadalupe, Terminal Sur, Patio taller Valle de Lilí y Patio taller Aguablanca, particularmente lo referente a Los Ofrecimientos del Plan de aseguramiento de la Calidad | Metro Cali S.A. | 2016 |
| Desarrollar la evaluación y calificación de las propuestas presentadas dentro del proceso contractual No. 915.108.2.03.2016 de Metro Cali, el cual tiene por objeto: "La Construcción de las siguientes obras de infraestructura para el SITM de pasajeros de Santiago de Cali: a: construcción de la terminal intermedia localizada sobre el separador central de la autopista simón bolívar entre Cra 61 y Cra 69, conexión vial asociada y demás obras complementarías. b. Construcción de la terminal de cabecera sur, conexión corredor troncal asociado y demás obras complementarias. c. Construcción del patio y taller Aguablanca. d. Construcción del patio y taller Valle del Lili", en los componentes Plan de Ejecución, Plan de Gestión Social y Plan de Manejo de Tránsito. | Metro Cali S.A. | 2016 |
| Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro. | Área Metropolitana de Bucaramanga | 2016 |
| Elaborar los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del sector norte de Bucaramanga. | Área Metropolitana de Bucaramanga | 2016 |

| Proyecto de Extensión | Entidad Contratante | Año |
|---|---|---|
| Elaborar un diagnóstico técnico integral sobre los hundimientos que se están presentados en la vía transversal del bosque del municipio de Floridablanca, en el tramo comprendido entre la intersección del anillo vial y el cruce de la transversal 154 y la calle 158. | Área Metropolitana de Bucaramanga | 2017 |
| Aunar esfuerzos entre el Municipio de Aguazul y la UIS para la formulación del plan de gestión integral del recurso hídrico urbano. | Municipio de Aguazul | 2017 |
| Acompañamiento técnico del diagnóstico de la Represa Batanera. | Empresa de Servicios Públicos de Santander S.A. | 2017 |
| Elaborar un diagnóstico técnico del área estructural (análisis y diseño) basado en revisión de planos, memorias técnicas de cálculo y documentos legales (licencias de construcción) en edificio de Barrancabermeja ubicado sobre lote matriculado con cédula catastral: 01-01-0235-0001-000. | Comercializadora Superestrellas S.A.S | 2017 |
| Estudios Técnicos para la Formulación del Plan Maestro de Movilidad Urbana del Municipio de Socorro. | Municipio del Socorro | 2017 |
| Elaborar un análisis de vulnerabilidad sísmica y planteamiento de repotenciación estructural en caso de requerirse, para el proyecto de 23 pisos que cursa actualmente en la curaduría urbana de Barrancabermeja. | Comercializadora Superestrellas S.A.S | 2018 |
| Estudio de factibilidad y los diseños de ingeniería de detalle para la construcción de una galería. | Área Metropolitana de Bucaramanga | 2018 |
| Contrato N° 02a celebrado entre Comercializadora Superestrellas SAS, continuación contrato "Elaborar un análisis de vulnerabilidad sísmica y planteamiento de repotenciación estructural en caso de requerirse, para el proyecto de 23 pisos que cursa actualmente en la curaduría urbana de Barrancabermeja". | Comercializadora Superestrellas S.A.S | 2019 |
| Pruebas de laboratorio y de campo para la caracterización de los materiales y las estructuras de la unidad deportiva Alfonso López de Bucaramanga. | Departamento de Santander | 2019 |
| Estudios de selección nuevo sitio de disposición final de residuos sólidos regional. | Área Metropolitana de Bucaramanga | 2019 |
| Diseñar e implementar un módulo de consulta web geoespacial, de los proyectos adelantados por la administración departamental. | Departamento de Santander | 2019 |
| Convenio para "Aunar esfuerzos entre Ecopetrol S.A. y la Universidad Industrial de Santander para desarrollar una investigación aplicada de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los residuos aceitosos, determinar la factibilidad técnica y económica de desarrollo de un proceso para la obtención de producto(s) que mejoren la red vial de bajos volúmenes de tránsito". | Ecopetrol | 2019 |
| Lineamientos para la formulación del plan de recuperación de la economía regional por los impactos generados durante la gestión de la emergencia por el COVID-19. No. Reg. 6540-2355. | Departamento de Santander | 2020 |
| Actualización diseños Conexión Oriente-Occidente Bucaramanga Fase I y Fase II. No. Reg. 6540-2860. | Municipio de Bucaramanga | 2021 |

## 8.2 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DEL PLAN DE VINCULACIÓN DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON EL SECTOR EXTERNO

Para continuar impactando favorablemente la sociedad, se proponen las siguientes actividades para vinculación de la comunidad académica con el sector externo para los próximos 7 años.

Tabla 34 Agenda de Vinculación con el Sector Externo

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados Esperados |
|---|---|---|---|
| Desarrollo de Trabajos de grado en las empresas a las cuales están vinculados los estudiantes. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | N/A | Ejecución de mínimo 5 Trabajos de Grado en empresas. |

| Actividades | Recursos | Fuente de Financiación | Resultados Esperados |
|---|---|---|---|
| Desarrollo de Trabajos de Grado que contribuyan a la solución de necesidades sociales y sostenibles de la región. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | N/A | Ejecución de mínimo 5 Proyectos de grado. |
| Socialización de Propuestas y Trabajo de Grado. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | N/A | Participación de representantes del sector productivo de la región en las sesiones de sustentación oral de Propuestas de Trabajo de Grado y Trabajo de Grado. |
| Participación de profesores visitantes en el programa | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | UIS (VIE), y Escuela de Ingeniería Civil | -Participación de profesores visitantes como conferencistas, calificadores de propuesta de trabajo de grado y/o trabajo de grado, quienes cuenten con experiencia en investigación y puedan enriquecer el proceso formativo del estudiante desde la óptica de los últimos adelantos en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. |
| Elaboración de un portafolio de cada grupo de investigación, para divulgación a entidades externas públicas y privadas para integración al desarrollo de proyectos en conjunto. | Medios Educativos del Programa, Profesores del programa. | Escuela de Ingeniería Civil | Acercamiento de empresas al programa, vinculándose en el desarrollo de actividades universidad-empresa. |

Nota: * UIS (VIE) corresponde a Universidad Industrial de Santander- Vicerrectoría de Investigación y Extensión, cuyos recursos se publican en convocatoria anual en el Portafolio VIE en diferentes modalidades.

## 8.3 CONVENIOS QUE FACILITAN LA RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL SECTOR EXTERNO

### 8.3.1 EVIDENCIA DE LA EJECUCIÓN DE LOS CONVENIOS QUE RESPALDAN PRÁCTICAS O PASANTÍAS CON EL SECTOR EXTERNO

Es de aclarar que, aunque el Programa no tiene definida como actividad académica del plan de estudios la realización de prácticas o pasantías en el sector externo, se cuenta con los convenios gestionados a nivel institucional relacionados en el numeral 8.3.2 para brindar la oportunidad a los estudiantes para realizar movilidad nacional e internacional según sus intereses de formación particulares, y es prioridad de la Universidad prolongar su vigencia y uso como estrategia a nivel macrocurricular para la formación integral, así como suscribir nuevos que fortalezcan el abanico de oportunidades para relación con el sector externo.

Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería Civil ha estrechado lazos con diversas universidades a nivel nacional e internacional entre ellas: Universidad de Antioquia, Universidad del Valle, Universidad de los Andes, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad del Quindío, Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Antonio Nariño, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo (México), Universidad Autónoma de Aguascalientes (México), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile), Universidad Politécnica de

Cataluña (España), Universidad Politécnica de Madrid (España), Universidad Castilla la Mancha (España), Universidad de Sao Paulo (Brasil), para interactuar en los diferentes ámbitos de desempeño universitario (académico, científico, entre otros). Particularmente en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, como evidencia de dicha interacción se presentan las siguientes:

- Universidad del Valle (2017-2022). Los siguientes profesores externos del Programa están vinculados a esa universidad: Juan Pablo Silva Vinasco, Johnny Harold Rojas Padilla, Carlos Arturo Madera Parra, Inés Restrepo Tarquino, Mario Alejandro Pérez Rincón, Viviana Valencia.
- Universidad de Antioquia (2017-2022): El profesor externo Fernando León Guzmán Duque está vinculado a esa universidad.
- Universidad de Buenos Aires (Argentina, 2019), MSc. John Jairo Márquez. Calificador de la propuesta de trabajo de aplicación y del trabajo de aplicación del estudiante Andrés Almeyda Ortiz.Calificador de la propuesta de trabajo de aplicación de la estudiante Silvia Elizabeth García Gómez.
- Universidad de Exeter (Reino Unido, 2017), PhD. Sarah Louise Ward Crossland. Dictó un Taller sobre aprovechamiento de aguas lluvias, y conferencias sobre aprovechamiento de aguas lluvias y sobre resiliencia. Además, ha realizado trabajo conjunto en aprovechamiento de aguas lluvias con los profesores del grupo de investigación GPH.
- Universidad de Montpellier (Francia,2020), PhD. Jean Denis Taupin. Asesoró proyectos de investigación del grupo GPH en el área de hidrogeología y dictó un curso en la temática de Isótopos Estables e Hidrogeoquímica.
- Universidad de Castilla La Mancha (España, 2019), PhD. José Antonio Lozano Galant. Reuniones varias con los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil para presentar la metodología de aprendizaje basado en proyectos.

### 8.3.2 CONVENIOS QUE RESPALDAN LAS PASANTÍAS EN EL SECTOR EXTERNO Y POLÍTICAS INSTITUCIONALES QUE LAS ENMARCAN

En la Universidad Industrial de Santander, la oficina de Relaciones Exteriores, como unidad asesora de la Rectoría, es la dependencia encargada de gestionar y acompañar las iniciativas institucionales en materia de movilidad académica, internacionalización y vínculo con la comunidad de egresados. En relación con el Programa de Movilidad, trabaja en la consolidación de alianzas de cooperación con importantes universidades e instituciones nacionales e internacionales y organismos multilaterales, con el propósito de facilitar a los estudiantes la realización de estancias que enriquezcan su formación académica y contribuyan a desarrollar sus competencias sociales, culturales y profesionales.

Con el objetivo de fomentar la movilidad de profesores y estudiantes con otras instituciones de educación superior, y dejar espacio para que se desarrollen aptitudes y se contribuya al mejoramiento continuo de la enseñanza y el aprendizaje en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, la Institución dispone de múltiples convenios de cooperación a nivel nacional e internacional, entre ellos se destacan los aplicables al programa en las Tablas 35 a 37. Estos convenios son fundamentales para el desarrollo de redes académicas en las distintas líneas de formación e investigación del programa. Adicionalmente, estos convenios permiten establecer puentes directos para el fortalecimiento de las diversas actividades de formación a desarrollar en el programa, con la posibilidad de que profesores de estas universidades trabajen conjuntamente con los de la UIS, desde la formulación de las propuestas de trabajo de aplicación, hasta la asesoría, calificación de las propuestas y de los trabajos de grado concluidos de los estudiantes.

Tabla 35 Convenios con universidades internacionales

| N° | Institución | País | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Universidad de Western | Australia | Intercambio docente breve o de largo plazo, intercambio estudiantil de pregrado y postgrado, de investigación en colaboración y descubrimiento, el aprendizaje y la enseñanza, y el compromiso, otros programas educativos de mutuo acuerdo, desarrollo de tecnología, la transferencia de tecnología y desarrollo de negocios. | 31/07/2015<br>12/06/2024 |
| 2 | Universidad de Bayreuth | Alemania | Promover la amistad y cooperar hacia la internacionalización de la educación superior en una asociación de beneficio mutuo en general y,<br>por lo tanto, desarrollar el intercambio académico y cultural en educación, investigación y otras áreas en particular. | 23/01/2021<br>23/01/2026 |
| 3 | Universidad Federal de Uberlandia | Brasil | *Intercambio de investigadores y profesores, dentro de proyectos específicos, en las áreas de desarrollo científico, tecnológico y de enseñanza.<br>*Desarrollo de trabajos de investigación conjunta referentes a las diferentes áreas de ingeniería y de ciencias exactas.<br>*Intercambio de profesores y de alumnos para cursar postgrado en áreas de interés de ambas instituciones. | 24/07/2001<br>Término Indefinido |
| 4 | Pontificia Universidad Católica do Rio de Janeiro | Brasil | *Intercambio de estudiantes de pregrado y posgrado.<br>*Colaboración entre profesores e investigadores en lo que se refiere al desarrollo de proyectos de investigación; la promoción de eventos científicos, conferencias y ponencias; la orientación en disertaciones de maestría y doctorado; la participación en consejos y comisiones; y cualquier otra actividad de carácter académico.<br>*El intercambio de material bibliográfico. | 25/05/2010<br>Renovable Automáticamente |
| 5 | Universidade Estadual de Campinas | Brasil | Fomentar la cooperación académica por medio de los proyectos de investigación conjuntos y/o movilidad de profesores/investigadores, estudiantes de posgrado y grado y personal técnico-administrativo de cada institución. | 06/02/2019<br>06/02/2024 |
| 6 | Universidad Federal Do Rio Grande Do Sul | Brasil | Promover el intercambio de estudiantes proporcionando experiencia académica internacional y posibilitando el mutuo enriquecimiento cultura. | 24/01/2018<br>24/01/2023 |
| 7 | Universidad Federal de Itajubá | Brasil | Establecer condiciones favorables para la creación de oportunidades, redes y la realización de proyectos conjuntos de innovación, investigación y actividades de intercambio y académicas de interés para ambas partes. | 13/02/2019<br>13/02/2024 |
| 8 | Universidad Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" | Brasil | Cooperación académica en las áreas en común, a fin de promover el intercambio de estudiantes de estudiantes de pregrado<br>(con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de postgrado, postdoctorados,<br>Docentes/investigadores y miembros del equipo técnico-administrativo de las respectivas instituciones. | 01/03/2017<br>01/03/2022 |
| 9 | Universidad de Calgary | Canadá | Facilitar la cooperación académica e investigativa entre las partes del presente conforme a los principios de beneficio mutuo y podría abarcar lo siguiente:<br>a) Actividades educativas e investigativas conjuntas, lo que incluye solicitudes de financiamiento para promover estas actividades;<br>b) Intercambio de visitas de profesores con el fin de realizar investigaciones;<br>c) Intercambio de trabajo académico;<br>d) Intercambio de estudiantes de grado y posgrado;<br>e) Intercambio de personal;<br>f) Programas cortos; | 02/08/2017<br>02/08/2022 |

| N° | Institución | País | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| | | | g) Entrega de programas de estudios idiomáticos. | |
| 10 | Pontificia Universidad Católica de Valparaíso | Chile | Prestar en forma recíproca asesoría y apoyo científico y cultural mediante el intercambio de personal docente y de estudiantes, conforme a programas anuales previamente establecidos. | 20/01/2016<br>13/02/2024 |
| 11 | Universidad Autónoma de Madrid | España | Establecer el marco de colaboración entre las partes, para la realización de actividades conjuntas en cualquier área que redunde en el desarrollo y el fortalecimiento de su relación de cooperación inter-institucional. | 21/12/2017<br>21/12/2022 |
| 12 | Universidad Politécnica de Madrid | España | Establecer una amplia y mutua cooperación entre la Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Industrial de Santander. | 31/10/2019<br>17/06/2024 |
| 13 | College of Engineering Texas A&M University | EE.UU. | *Incentivar el intercambio de docentes para fomentar el trabajo conjunto en docencia e investigación en el área de ingenierías.<br>*Intercambios para estudiantes de pregrado y de posgrado. | 15/09/2017<br>15/09/2022 |
| 14 | Universidad de Oklahoma | EE.UU. | *Colaboración de facultad y personal para investigación, conferencias, discusiones y otras búsquedas académicas.<br>*Intercambio de estudiantes de pregrado y de postgrado e investigadores.<br>*Cambio de información publicada. | 13/08/1996<br>Renovable automáticamente |
| 15 | Universidad de Purdue | EE.UU. | Promover el intercambio de Profesores a corto y largo plazo, intercambio de Estudiantes de Pregrado y Posgrado, labores de investigación y descubrimiento, enseñanza - aprendizaje y compromiso de manera conjunta | 16/03/2018<br>5 años<br>Renovable automáticamente |
| 16 | Grupo Insa: Insa de Lyon<br>Insa de Rennes<br>Insa de Rouen<br>Insa de Strasbourg<br>Insa de Toulouse<br>Ensi de Bourges<br>Ensci de Limoges | Francia | *La UIS y el GROUPE INSA, se comprometen, de acuerdo con los medios de que dispongan, a estimular investigaciones conjuntas de interés común y, según prioridades previamente determinadas, a colaborar mutuamente en el desarrollo de la docencia y de la investigación en las áreas en que ambos estén interesados.<br>*Promover y facilitar el intercambio de docentes, e investigadores, para realizar seminarios, cursos, hacer parte de Jurado de Tesis, dictar conferencias y participar en la discusión de proyectos académicos o de investigación.<br>*Fortalecer los intercambios de estudiantes de pregrado y posgrado. | 30/05/2011<br>Prorrogado Automáticamente |
| 17 | Universidad Degli Studi di Genova | Italia | Acuerdo Marco de Cooperación orientado al intercambio de estudiantes de los programas de Ingeniería Civil y Economía, así mismo potenciar una cooperación en el campo de la investigación científica a través de la posibilidad de intercambio de experiencias en la utilización de aparatos técnico-científicos de especial complejidad. | 11/08/2015<br>4/09/2024 |
| 18 | Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla | México | Cooperación académica, a fin de promover el intercambio de estudiantes de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de posgrado, posdoctorados, docentes e investigadores de las respectivas Instituciones. | 31/07/2017<br>31/07/2022 |
| 19 | Universidad Autónoma Metropolitana | México | Cooperación académica con carácter general en todos los programas académicos ofrecidos por ambas universidades, a fin de promover el intercambio de alumnos de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), alumnos de posgrado, postdoctorados, personal académico y miembros del equipo técnico-administrativo de las respectivas instituciones. | 21/03/2017<br>21/03/2022 |
| 20 | Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) | México | Promover el alcance de la investigación y del conocimiento a través de proyectos de investigación cooperativa. Identificar problemas y áreas de interés mutuo, dentro de los cuales se | 21/10/2024<br>Renovación automática |

| N° | Institución | País | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| | | | pueda canalizar la actividad de intercambio. Intercambio de profesores e investigadores a través de visitas formales e informales, para la ejecución de proyectos de investigación. | |
| 21 | Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC | Venezuela | *Intercambio de docentes e investigadores para la realización de actividades de investigación en programas de interés común.<br>*Intercambio de profesionales y técnicos de apoyo de investigación.<br>*Intercambio estudiantes de postgrado para pasantías de estudio e investigación. | 04/12/2002 Renovado Automáticamente |

Tabla 36 Convenios con universidades nacionales

| N° | Institución | Ciudad | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Universidad de Antioquia, Universidad Nacional - Vicerrectoría Académica y Universidad del Valle | Medellín, Bogotá, Cali | *Intercambiar profesores y/o investigadores por períodos determinados y para cumplir actividades específicas tales como: dictar conferencias, participar en cursos y en el desarrollo de investigaciones de mutuo interés, etc.<br>*Asumir de modo común, por sistemas de coparticipación, programas de docencia, investigación, pasantías de profesores y estudiantes, asesoría y extensión.<br>*Realizar investigaciones conjuntas. | 6/09/2013 6/09/2023 |
| 2 | Universidad de los Andes | Bogotá | *Intercambio estudiantil durante un semestre académico.<br>*Intercambio de profesores e investigadores, para participar en actividades de investigación científica y/o docencia. | 6/09/2017 6/09/2022 |
| 3 | Universidad Militar Nueva Granada | Bogotá | Establecer una cooperación entre la UIS y la UMNG para el desarrollo conjunto de programas o actividades de carácter académico, de acuerdo con las funciones básicas de educación superior, como son docencia, investigación, asesoría y proyección social, en los niveles de pregrado, postgrado, educación continuada, en la modalidad presencial, y a distancias, servicios de asesorías, consultorías prácticas y pasantías, e intercambios en las áreas que sean de interés común para ambas instituciones. | 11/08/2014 18/02/2024 |
| 4 | Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia | Tunja | Aunar esfuerzos y recursos humanos, tecnológicos, físicos y financieros para adelantar acciones conjuntas en temas de interés recíproco para cada una de las partes, en las áreas de investigación, extensión, asistencia técnica, administrativa y académica y en todas las demás formas de acción universitaria. | 18/12/2020 18/12/2025 |

Tabla 37 Convenios activos con redes nacionales

| N° | Institución | País | Objeto del Convenio |
|---|---|---|---|
| 1 | **Programa Sígueme – Posgrados** Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT, Universidad Externado, Pontifica Universidad Javeriana, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Norte, Universidad del Valle, Universidad de los Andes. | Colombia | Promover la movilidad de los estudiantes de posgrado matriculados regularmente en alguna de las Universidad participantes, permitiendo que ellos puedan registrar y matricular actividades académicas teóricas o prácticas en otra de las universidades participantes. |

| N° | Institución | País | Objeto del Convenio |
|---|---|---|---|
| 2 | RCI- Instituciones de Educación Superior que pertenezcan a la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN). | Colombia | Facilitar los procesos de internacionalización de la educación superior, propiciando la cooperación entre las instituciones colombianas, y las de ellas con el resto del mundo. |

# 9 PROFESORES

## 9.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES

### 9.1.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE PROFESORES CON EL QUE CUENTA EL PROGRAMA ACADÉMICO

Tres ejes misionales sustentan el quehacer universitario, entre ellos la docencia que sostiene el desarrollo de los programas, junto al crecimiento profesional y social de los estudiantes. La figura del profesor debe responder a la problemática de la vida en el aula, a la necesaria atención a la diversidad, al diseño de experiencias que aprovechen las ventajas de las tecnologías de la información y la comunicación y, en general, a los retos de la formación integral. Para ello, en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, el cuerpo profesoral del programa está conformado por profesores de planta de la UIS, y por profesores externos, con alto perfil académico y profesional, para orientar, dirigir y evaluar el proceso de formación del programa. Se resalta que profesores de la UIS, así como otros, pertenecientes a otras universidades, podrán actuar como docentes, directores o evaluadores de trabajos de grado de este programa[194] .

Tal como se presenta en la Tabla 42 (cf. numeral 9.2), el programa cuenta con 5 profesores de planta, adscritos a las Escuelas de Ingeniería de Civil y Trabajo Social, con dedicación de tiempo completo y contratados a término indefinido en la institución; y 9 profesores externos vinculados a reconocidas universidades del país (Tabla 43), quienes son contratados mediante orden de prestación de servicios con dedicación de tiempo parcial al Programa. De los profesores de planta, dos (40%) está en la categoría de Titular, uno (20%) están en la categoría de Asociado, y dos (40%) en la categoría de Asistente. La formación académica de los profesores (planta y externos) incluye, 79% con estudios de doctorado y 21% con estudios de maestría, realizados principalmente en el exterior. Todos los profesores reportan conocimiento del idioma inglés, y algunos cuentan con manejo de otras lenguas como francés, portugués, y alemán.

### 9.1.2 HISTÓRICO DE VINCULACIÓN DE LOS PROFESORES

La Maestría desde sus inicios en el año 2017 ha contado con los profesores necesarios para el desarrollo de todas las actividades académicas acorde con lo definido en el Proyecto Educativo del Programa vigente durante el actual registro calificado. La distribución de los docentes para apoyar las actividades académicas y el periodo de su vinculación se presenta en la Tabla 38:

Tabla 38 Distribución de apoyo docente en la Maestría

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| Docentes que continúan para la siguiente vigencia del registro calificado | | | | |
| PhD. DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina | Gestión del recurso hídrico | ▪ Aprovechamiento de aguas lluvias<br>▪ Aprovechamiento de aguas grises<br>▪ Usos múltiples del agua<br>▪ Abastecimiento de agua rural<br>▪ Gestión del recurso hídrico | ▪ 2018-1<br>▪ 2021-1 | Docente Planta |

[194] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art 99, 100, y 108.

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| | | ▪ Recurso hídrico y ecosistema de páramo. | | |
| PhD. OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo | Propuesta de Trabajo I<br>Seminario de Profundización I<br>Seminario de Profundización II<br>Trabajo de Grado II<br>Sistemas de abastecimiento de aguas | ▪ Sistemas agroambientales<br>▪ Gestión del recurso hídrico<br>▪ Gestión integral de residuos sólidos.<br>▪ Aprovechamiento de residuos sólidos.<br>▪ Manejo de excretas<br>▪ Tratamiento de aguas residuales | ▪ 2017-11<br>▪ 2018-1<br>▪ 2018-11<br>▪ 2019-1<br>▪ 2021-1 | Docente Planta |
| PhD. MEJÍA AGUILAR, Guillermo | Seminario de Profundización II<br>Trabajo de Grado II | ▪ Planeación y Control de procesos en Obras de Construcción<br>▪ Gestión y Optimización de Proyectos de Construcción<br>▪ Gerencia de Empresas de Construcción<br>▪ Estrategias de Enseñanza<br>▪ Gerencia de Proyectos | ▪ 2018-11<br>▪ 2019-1 | Docente Planta |
| PhD. VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío | Hidrología aplicada | ▪ Ecohidrología de ríos<br>▪ Manejo de cuencas hídricas | ▪ 2021-1 | Docente Planta |
| PhD. ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos | Gestión del recurso hídrico<br>Trabajo de Grado II | ▪ Participación pública y movilización ciudadana<br>▪ Trata de personas | ▪ 2018-1<br>▪ 2019-1<br>▪ 2021-11 | Docente Planta |
| PhD. GUZMÁN DUQUE, Fernando León | Química ambiental | ▪ Diagnóstico y caracterización de aguas<br>▪ Celdas de combustible microbiana<br>▪ Remediación Ambiental<br>▪ Tratamiento de aguas por métodos avanzados de oxidación | ▪ 2017-11<br>▪ 2021-1 | OPS |
| PhD. SILVA VINASCO, Juan Pablo | Procesos ambientales | ▪ Biofiltración de Gases<br>▪ Contaminación Atmosférica<br>▪ Gestión de Residuos en la Industria | ▪ 2017-11<br>▪ 2021-1 | OPS |
| PhD. ROJAS PADILLA, Jhohny Harold | Gestión del Recurso Hídrico | ▪ Economía Ambiental, Ecológica y de los Servicios Públicos<br>▪ Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible | ▪ 2018-11<br>▪ 2021-11 | OPS |
| PhD.HOLGUÍN GONZÁLEZ, Javier Ernesto | Evaluación y monitoreo de calidad del agua | ▪ Estudio, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental | ▪ 2018-1 | OPS |
| PhD. MADERA PARRA, Carlos Arturo | Métodos naturales | ▪ Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales<br>▪ Reúso de aguas residuales<br>▪ Residuos sólidos<br>▪ Salud pública<br>▪ Saneamiento individual | ▪ 2018-11 | OPS |
| MSc. SIERRA RAMÍREZ, Carlos Alberto | Modelación de la calidad del agua superficial | | ▪2018-11 | OPS |
| MSc. VALENCIA ZULUAGA, Viviana | Tratamiento de aguas residuales | ▪ Manejo de lodos<br>▪ Producción de agua potable<br>▪ Recolección y transporte de aguas residuales y pluviales por métodos no convencionales | ▪ 2021-II | OPS |

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| | | ▪ Tratamiento de aguas residuales domésticas y agroindustriales<br>▪ Sistemas de saneamiento en sitio<br>▪ Salud ambiental escolar<br>▪ Manejo integral de residuos sólidos<br>▪ Reuso de aguas residuales y subproductos<br>▪ Uso eficiente del Agua<br>▪ Mejoramiento de la Calidad del Agua<br>▪ Gestión del Recurso Hídrico | | |
| MSc. MARÍN BURBANO, Lina María | Sistemas de abastecimiento de aguas | ▪ Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable para fuentes superficiales y subterráneas convencionales y no convencionales, estaciones de bombeo, redes hidráulicas y sanitarias.<br>▪ Gestión integrada del recurso hídrico.<br>▪ Tecnologías de tratamiento de bajo costo de aguas subterráneas con problemas de hierro y manganeso. | ▪ 2021-II | OPS |
| PhD. PINEDA VARGAS, Sergio Manuel | Sistemas de información geográfica | ▪ Simulación y control de sistemas térmicos<br>▪ Sistemas de conversión de energía<br>▪ Ingeniería de preservación y conservación de recursos naturales<br>▪ Modelos de Optimización<br>▪ Tecnologías Emergentes en Geociencias e Ingeniería<br>▪ Construcción Sostenible<br>▪ Modelamiento Hidroclimático | ▪ 2021-I | OPS |
| Docentes que participaron durante la actual vigencia del registro calificado y no continuarán en el programa | | | | |
| PhD. GÓMEZ ISIDRO, Sully* | Hidrología aplicada | ▪ Hidrología y clima<br>▪ Hidrogeología<br>▪ Flujo en medios porosos y fracturados<br>▪ Hidráulica | ▪ 2017-II | Docente Planta |
| MSc. MENESES FLÓREZ, Jorge Enrique** | Gestión de proyectos | ▪ Control Numérico Computarizado<br>▪ Automatización | ▪ 2019-I | Docente Planta |
| PhD. RESTREPO TARQUINO, Inés** | Gestión de Proyectos | ▪ Planificación de inversiones<br>▪ Transferencia de tecnología<br>▪ Planificación de inversiones<br>▪ Planificación integrada de recursos hídricos<br>▪ Agua y pobreza<br>▪ Producción más limpia<br>▪ Transferencia de Tecnología<br>▪ Usos Múltiples del Agua | ▪ 2019-I | OPS |
| PhD. PÉREZ RINCÓN, Mario Alejandro** | Gestión de Proyectos | ▪ Políticas para el desarrollo sostenible<br>▪ Economía ecológica e indicadores de sostenibilidad<br>▪ Desarrollo sostenible y políticas ambientales<br>▪ Gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento | ▪ 2019-I | OPS |

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| | | ▪ Metodología de transferencia de tecnología e intervención participativa en proyectos de agua y saneamiento<br>▪ Economía ambiental y de los servicios públicos<br>▪ Cuantificación y análisis de flujos de materiales y energía en la actividad económica | | |

*Profesora jubilada año 2017.
** Profesores que dictaron una actividad académica que se eliminó del plan de estudios con la reforma del año 2021.

Adicionalmente, cabe mencionar que durante la vigencia del registro calificado se contrató a 13 profesores (5 planta y 8 externos) para la dirección de trabajos de grado, debido a su experiencia en la temática específica en que los estudiantes deseaban desarrollar sus trabajos de aplicación, cubriendo así las necesidades de personal docente.

Tabla 39 Profesores directores de Trabajo de Aplicación

| Directores Externos | Estudiante dirigido | Tema del Trabajo de Aplicación | Área de Desempeño del Profesor |
|---|---|---|---|
| PhD. Henao Martínez, José Antonio | Claudia Patricia Pico Díaz | Evaluación del comportamiento de un filtro de zeolita para la remoción del color de los efluentes del proceso de extracción de aceite palma. | Química Inorgánica y Nuclear, Química Orgánica y Ciencias de la tierra y medioambientales. La línea de investigación de su interés se centra en Química Estructural. |
| MSc. Herrán De la Cruz, Carlos Alberto | Andrés Almeyda Ortiz | Estimación del potencial erosivo de la cuenca del río Tona, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelo basado en los sedimentos aportados al embalse de Bucaramanga. | Gestión ambiental empresarial, Mecánica de fluidos, Diseño hidráulico de estructuras. |
| MSc.Rey Romero, Daniela Cristina | Andrea Karina Quintero Ortiz | Propuesta de alternativas de gestión sobre la cuenca alta del río Tejo en Ocaña, Norte de Santander, que favorezcan la regulación de su caudal. | Planificación y desarrollo de recursos hidráulicos. |
| MSc. Castro Marín, Eduardo | José Neyith Contreras Sandoval | Análisis de amenaza por avenidas torrenciales del río Mogoticos en el área urbana del municipio de Mogotes, Santander. | Geología aplicada a la Ingeniería, Evaluación de amenazas geológicas, Estudios geológicos de sitio para proyectos de ingeniería, Cartografía Geológica y Geomorfológica. |
| PhD. Velandia Patiño, Francisco Alberto | Miguel Fernando Quirós Gómez | Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga. | Tectónica, Sensores remotos Geología Estructural, Mapeo Geológico, Geología de campo Cuencas sedimentarias, Geología Regional. |
| MBA. Blanco González, Iban Gustavo | Marcela Chaves Romo | Evaluación del impacto hidrológico e hidráulico de la quebrada Aranzoque en la vía de acceso del barrio Primavera II, municipio de Floridablanca, -Santander. | Hidrología e Hidráulica. |
| MSc. Pinto Valderrama, Jorge Eduardo (QEPD). | Silvia Elizabeth García Gómez | Modelo Hidrogeológico Numérico de la Zona Norte de la Meseta de Bucaramanga, Santander. | Sistemas de Información Geográfica SIG, Teledetección Espacial RS, Sistemas de Posicionamiento Global por Satélite, Tecnologías informáticas aplicadas a las Ciencias de la Tierra. |

| Directores Externos | Estudiante dirigido | Tema del Trabajo de Aplicación | Área de Desempeño del Profesor |
|---|---|---|---|
| MSc. Rondón, José Alberto | Gersson Armel Peña Vera | Análisis de la cantidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica piloto, en el área de jurisdicción de la CDMB. | Geotecnia. |
| MSc. Forero Sarmiento, Juan Carlos | Jenny Fabiola Navarro Carrillo | Análisis detallado de amenaza de inundación de la corriente hídrica río Negro en el casco urbano del municipio de Rionegro-Santander, utilizando modelación hidráulica bidimensional. | Hidrología, Hidráulica. |
| | Iván Darío Rueda Toscano | Análisis de amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Girón (Santander) mediante el uso de un modelo hidráulico bidimensional. | |
| PhD. Colegial Gutiérrez, Juan Diego | Berenice Garcés Gélvez | Evaluación de amenaza por avenidas torrenciales comparando una metodología a escala detallada y una escala básica. Aplicación en una cuenca piloto. | Geología aplicada a estudios territoriales, Aguas subterráneas, Sistemas espaciales de ayuda a la decisión, Ingeniería geológica. |
| PhD. Rodríguez, Laura Andrea (director) | Silvia Paola Mancipe Rueda | Modelación de la Calidad del Aire en la Zona Industrial del Área Metropolitana de Bucaramanga. | Salud Ambiental, Epidemiología. |
| Castro Ortiz, Henry (codirector) | | | Contaminación del aire. |
| MSc. Castañeda, Luis Fernando | Cesar Augusto Mantilla Grande | Estimación del caudal de conexiones erradas en sistemas de alcantarillado sanitario en el barrio Miraflores (Bucaramanga, Colombia), considerando variables arquitectónicas y prácticas de autoconstrucción. | Hidráulica, Hidrología, Acueductos y Alcantarillados. |
| | Abner Alexey Rincón Suarez | Creación y calibración de un modelo hidráulico de la red de distribución de agua potable de la Piedecuestana de servicios públicos S.A E.S.P. | |

En resumen, se presenta en la Tabla 40 el histórico de profesores contratados en cada semestre.

Tabla 40 Histórico de profesores planta y externos contratados en cada semestre

| Profesor | 2017 | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| PhD. DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina | | x | | | | | | x | |
| PhD. OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo | x | x | x | x | x | | | x | |
| PhD. MEJÍA AGUILAR, Guillermo | | | x | x | | | | | |
| PhD. VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío | | | | | | | | x | |
| PhD. ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos | | x | | x | | | | | x |
| PhD. GUZMÁN DUQUE, Fernando León | x | | | | | | | x | |
| PhD. SILVA VINASCO, Juan Pablo | x | x | x | x | | | | x | |
| PhD. ROJAS PADILLA, Jhohny Harold | | | x | | | | | | x |
| PhD.HOLGUÍN GONZÁLEZ, Javier Ernesto | | x | x | x | | | | | |
| PhD. MADERA PARRA, Carlos Arturo | | x | x | x | | | | | |
| MSc. SIERRA RAMÍREZ, Carlos Alberto | | | x | | | | | | |
| MSc. VALENCIA ZULUAGA, Viviana | | | | | | | | | x |
| MSc. MARÍN BURBANO, Lina María | | | | | | | | | x |
| PhD. PINEDA VARGAS, Sergio Manuel | | | | | | | | x | |
| PhD. GÓMEZ ISIDRO, Sully | x | | | | | | | | |
| MSc. MENESES FLÓREZ, Jorge Enrique | | | | x | | | | | |
| PhD. RESTREPO TARQUINO, Inés | | | | x | | | | | |
| PhD. PÉREZ RINCÓN, Mario Alejandro | | | | x | | | | | |
| PhD. Henao Martínez, José Antonio* | | x | x | x | | | | | |

| Profesor | 2017 | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| MSc. Herrán De la Cruz, Carlos Alberto | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Rey Romero, Daniela Cristina* | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Castro Marín, Eduardo* | | x | x | x | | | | | |
| PhD. Velandia Patiño, Francisco Alberto | | x | x | x | | | | | |
| MBA. Blanco González, Iban Gustavo | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Pinto Valderrama, Jorge Eduardo (QEPD).* | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Rondón, José Alberto* | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Forero Sarmiento, Juan Carlos* | | x | x | x | | | | | |
| PhD. Colegial Gutiérrez, Juan Diego* | | x | x | x | | | | | |
| PhD. Rodríguez, Laura Andrea | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Castro Ortiz, Henry * | | x | x | x | | | | | |
| MSc. Castañeda, Luis Fernando* | | x | x | x | | | | | |

*: los profesores están nombrados como directores de Trabajo de aplicación pero aún no cuentan con contrato de OPS hasta tanto el estudiante finalice su trabajo de grado.

La composición del cuerpo docente durante la vigencia del registro calificado varió respecto a lo planteado en el PEP para su creación, debido a que desde que se crea el Programa (2016-I) hasta el inicio de la primera cohorte (2017-II) los docentes tanto planta como externos emprendieron otras funciones misionales que limitaron su disponibilidad para la Maestría. Adicionalmente, se incorporó una profesora planta en la Escuela de Ingeniería Civil en el año 2020, quien asumió la labor docente en el Programa llevada a cabo por otra profesora quien se jubiló en el año 2017. Por otra parte, con la reforma del programa se eliminó una actividad académica del plan de estudios, y por lo tanto los profesores quienes estuvieron a su cargo no se incluyen para la vigencia futura (Tabla 38). No obstante, el Programa ha mantenido y seguirá manteniendo un cuerpo docente de alto nivel académico y profesional.

### 9.1.3 PLAN DE VINCULACIÓN DE PROFESORES PARA LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

Dada la suficiencia y calidad de la planta docente del programa, para la próxima vigencia del registro calificado se espera continuar con el mismo grupo de profesores, y con la vinculación de un profesor planta en el área de hidrogeología, quien resultó elegible en el concurso docente llevado a cabo durante el año 2021 y está pendiente de tomar posesión del cargo. El perfil docente solicitado se presenta en la Tabla 41.

Tabla 41 Plan de Vinculación Docente Escuela de Ingeniería Civil

| Área Disciplinar | Pregrado | Posgrado | Experiencia |
|---|---|---|---|
| Recursos Hídricos | Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Sanitaria, Ingeniería Sanitaria y Ambiental | Doctorado en: Ingeniería Civil, Ingeniería Sanitaria y/o Ambiental, Geociencias, y/o Ciencias agrarias o afines, con tesis de doctorado en el área de hidrogeología y/o aguas subterráneas. | Profesional: Un año de experiencia certificada en el área de desempeño (Hidrogeología y/o Aguas subterráneas) o investigador en el área de desempeño en una universidad o instituto de investigación.<br><br>Docente: Un año de experiencia certificada como docente en el área de recursos hídricos en una universidad. |

Adicionalmente, se contratarán los directores y evaluadores de los trabajos de aplicación de acuerdo al número de estudiantes que matriculen la actividad académica Trabajo de Aplicación y no se cuente con

disponibilidad entre los profesores del programa o por requerimiento de la especificidad del tema a desarrollar por el estudiante en su trabajo de aplicación.

### 9.1.4 JUSTIFICACIÓN Y RESULTADOS DE LA SUFICIENCIA DE PROFESORES, TIPO DE VINCULACIÓN Y DEDICACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS LABORES FORMATIVAS

El Programa recibe máximo 30 estudiantes por cohorte, quienes cursan las actividades académicas del plan de estudios de manera grupal, matriculando las mismas actividades en el mismo periodo académico, por lo cual no se tienen varios grupos para una misma actividad académica. En este sentido, el requerimiento de docentes es igual al número de actividades académicas del plan de estudios (18 actividades) más los directores de los trabajos de aplicación si es el caso. Durante el periodo de vigencia del registro calificado se cubrió el 100% de las actividades y cada estudiante contó con un director de trabajo de aplicación acorde con la temática de interés para desarrollar su trabajo de grado. Las formas de vinculación de profesores corresponden a las dos formas legales de contratación que tiene la UIS, tiempo completo con contrato a término indefinido y orden de prestación de servicios a través del rubro de honorarios, las cuales son seguidas a cabalidad en el Programa. Los profesores vinculados de tiempo completo a la Universidad ejercieron las funciones misionales de docencia, investigación y extensión. Los profesores externos ejercieron la función de docencia y dirección de trabajos de grado, cumpliendo con las labores formativas en el programa. Lo anterior demuestra la suficiencia de profesores para el desarrollo de las labores en el Programa, por lo cual para la siguiente vigencia del registro calificado se seguirá el mismo esquema de funcionamiento.

## 9.2 PERFILES

### 9.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PARA FORMULAR Y ACTUALIZAR PERFILES

Para la formulación y actualización de los perfiles docentes de profesores de planta, el Reglamento para la selección de profesores en la Universidad Industrial de Santander[195] establece que "*El perfil docente es la expresión de las necesidades académicas de una unidad académica, definida en términos de las áreas de desarrollo académico, científico-tecnológico, profesional y las competencias generales que permitan el desempeño de las funciones misionales: pedagogía, conducente a la formación de personas éticas, con visión política y excelencia académica; generación de conocimiento y proyección social.… El perfil docente que se convoca deberá ser consistente con el Proyecto Institucional, los lineamientos del Consejo Académico, las competencias de los planes de estudios o programas, los planes de mejoramiento resultado de procesos de acreditación y los grupos de investigación. El perfil docente deberá ser propuesto por el claustro de profesores y avalado por el Consejo de la unidad académico-administrativa a la que va a estar adscrito el profesor o a la que esté adscrita la unidad académico-administrativa*".

La Escuela de Ingeniería Civil actúa en consonancia con lo anterior, por lo tanto, para la formulación y actualización de los perfiles docentes, convoca en claustro de profesores a la presentación de las necesidades de los grupos de investigación, y se analizan los requerimientos de profesores para las áreas de la Ingeniería Civil, entre ellas el área de Recursos hídricos y saneamiento ambiental. Cabe resaltar que, como política particular de la Escuela, todo nuevo profesor deberá contar con título de doctorado, de manera que pueda realizar actividades docentes en los niveles de formación de pregrado, maestría y doctorado. En este contexto, los perfiles de los profesores planta del área de Recursos hídricos y saneamiento ambiental que soportan la Maestría tienen y tendrán un riguroso proceso de definición.

[195] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 045 de 2020. Reglamento de selección de profesores UIS.

De la misma forma, para asegurar una alta calidad en el proceso de formación, se realiza la formulación de los perfiles docentes de profesores externos; para ello, se identifican las necesidades de docentes en las actividades académicas que no están cubiertas con los profesores planta de la Escuela de Ingeniería Civil u otras unidades académico administrativas de la Universidad, y se realiza invitación directa a los posibles candidatos.

### 9.2.2 FORMACIÓN PROFESIONAL, FORMACIÓN PEDAGÓGICA, EXPERIENCIA PROFESIONAL Y EN INVESTIGACIÓN, Y COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS DE LOS PROFESORES DEL PROGRAMA

Teniendo en cuenta lo descrito en el numeral 9.2.1, se asegura la pertinencia y afinidad al campo de formación del Programa de los perfiles de los docentes para la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Las Tabla 42 y 43 da cuenta de la formación profesional, formación pedagógica, experiencia profesional y competencias tecnológicas de los profesores planta y externos del programa respectivamente. En cuanto a su experiencia en investigación el 100% de los profesores planta y el 64% de los profesores externos se encuentran reconocidos en la última convocatoria de MinCiencias (894 de 2021), no obstante, tal como se detalla en sus CvLac el 93% de los profesores tienen experiencia en investigación.

Tabla 42 Profesores planta Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nombre | Formación[a] | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) | | | Grupo de Investigación | Categoría según Escalafón Institucional | Dedicación[c] | Nivel Idioma Inglés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profesional[b] | Docente otras Universidades | Docente UIS | | | | |
| DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000286796 | ISn, PhD | -Curso Montaje del curso en línea CEDEDUIS, 2018.<br>-Curso Aplicaciones de la informática para el aprendizaje en línea CEDEDUIS, 2018.<br>-Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 17.8 | 2 | 7.1 | GPH | Asociado | T.C. | C1 |
| OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000286206 | ISn, PhD | -Curso Aprendizaje basado en la formación por competencias, CEDEDUIS, 2016.<br>-Curso Google: aplicaciones de la informática en la educación, CEDEDUIS, 2018.<br>-Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 16.9 | 5 | 8.4 | GPH | Titular | T.C. | B2 |
| MEJÍA AGUILAR, Guillermo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000609315 | IC, PhD | -Participación en programas de cualificación o formación, CEDEDUIS, 2016.<br>-Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 30.8 | 8 | 16.1 | INME-GEOMÁTICA | Titular | T.C. | B2 |
| VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv. | IC, PhD | -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020.<br>-Diplomado en Docencia Universitaria. Universidad | 20 | 6 | 1 | GPH | Asistente | T.C. | C1 |

| Nombre | Formación[a] | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) Profesional[b] | Docente otras Universidades | Docente UIS | Grupo de Investigación | Categoría según Escalafón Institucional | Dedicación[c] | Nivel Idioma Inglés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| do?cod_rh=0000526185 | | Pontificia Bolivariana, sede Floridablanca, 2016. | | | | | | | |
| ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000256595 | Psic. PhD. | -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 19 | | 5 | G-PAD | Asistente | T.C. | B1 |

**a** IC: Ingeniero Civil; ISn: Ingeniero Sanitario. Psic: Psicólogo
**b** Se consideró desde la graduación de pregrado
**c.** Tiempo completo

Tabla 43 Profesores externos Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nombre | Formación | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) Profesional[a] | Docente | Institución, Grupo de Investigación | Idiomas | Vinculación[b] | Dedicación[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GUZMÁN DUQUE, Fernando León https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000770558 | Ing. Químico, PhD. | Especialización en Docencia Universitaria. Universidad de Medellín, 2021 | 19 | 12 | Universidad de Antioquia<br>Grupo de Bioprocesos | Inglés<br>Francés | OPS | T.P |
| SILVA VINASCO, Juan Pablo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000092100 | Ing. Químico, Esp., MSc., PhD. | Profesor de la Dirección de Nuevas Tecnologías y Educación Virtual DINTEC de la Universidad del Valle. | 31 | 23 | Universidad del Valle<br>Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA) | Inglés<br>Portugués | OPS | T.P |
| ROJAS PADILLA, Jhohny Harold https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000469424 | Economista, MSc., PhD. | Diplomado Lectura y escritura para la enseñanza universitaria. Universidad del Valle, 2019. | 26 | 13 | Universidad del Valle<br>Comunidad, Ambiente y Sustentabilidad | Inglés | OPS | T.P |
| HOLGUÍN GONZÁLEZ, Javier Ernesto https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000521701 | Ing. Sanitario, MSc., PhD. | | 20 | 11 | Universidad Autónoma de Occidente<br>Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+) | Inglés | OPS | T.P |
| MADERA PARRA, Carlos Arturo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000038199 | Ing. Sanitario, MSc., PhD. | | 30 | 26.5 | Universidad del Valle<br>Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA).<br>Grupo de Saneamiento Ambiental. | Inglés | OPS | T.P |
| SIERRA RAMÍREZ, Carlos Alberto | Ing. Sanitario, MSc. | | 42 | 24 | N/A | Inglés | OPS | T.P |

| Nombre | Formación | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) | | Institución, Grupo de Investigación | Idiomas | Vinculación[b] | Dedicación[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profesional[a] | Docente | | | | |
| VALENCIA ZULUAGA, Viviana https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001015745 | Ing. Sanitaria, MSc. | E-Mediador en AVA (Ambientes Virtuales de Aprendizaje). Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), 2018. | 15 | 5.8 | Universidad del Valle<br>Grupo de Saneamiento Ambiental. | Inglés | OPS | T.P. |
| MARÍN BURBANO, Lina María https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000284939 | Ing. Sanitaria, MSc. | | 20 | 10 | Universidad del Valle<br>Grupo Abastecimiento de Agua | Inglés | OPS | T.P. |
| PINEDA VARGAS, Sergio Manuel https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000062839 | Ing. Civil, MSc. PhD. | Diplomado en Docencia Universitaria. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2016<br><br>Evaluación y calidad en el e-learning. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2020<br><br>Tutoría y moderación en Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2020<br><br>Diplomatura en Educación Virtual. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2020 | 20 | 16.5 | Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga<br>Grupo de Investigación de Ingeniería Civil, GRINDIC | Inglés | OPS | T.P |

**a** Se consideró desde la graduación de pregrado.
**b** OPS: Orden de Prestación de Servicios
**c** T.P. Tiempo Parcial

## 9.3 ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES

### 9.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES REALIZADAS DURANTE LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS; FORMA EN QUE SE ATENDIERON LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS, DOCENTES, CIENTÍFICAS, CULTURALES Y DE EXTENSIÓN; SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DE LOS PROFESORES

#### 9.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES REALIZADAS DURANTE LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

Dado que la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental tiene modalidad de profundización, y opera en el esquema de autofinanciación, en el cual los ingresos por matrícula y derechos académicos soportan todos los costos y gastos directos y algunos indirectos del Programa, (incluyendo el rubro de profesores tanto planta como externos), la forma de contratación de los profesores planta sigue el esquema de prestación de servicios con pago mediante bonificación extraordinaria no constitutiva de salario[196] por el número de horas asignadas a la actividad académica de la Maestría que vaya a ejecutar, ya

[196] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 067 de 2008. Por el cual se reestructura y reglamenta el reconocimiento y pago de bonificaciones extraordinarias no constitutivas de salario.

que es una labor adicional a su carga de trabajo como profesor UIS. Para la participación de los profesores planta en el Programa, se realizó consulta a todos los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, para establecer su disponibilidad para dirigir alguna de las actividades académicas planteadas en el plan de estudios, seleccionándose según su formación, competencias y experiencia acorde con la actividad académica a dirigir, y a algunos de otras escuelas de la Universidad relacionados con el área de formación de la Maestría.

Para la selección de profesores externos se tienen en cuenta las necesidades tanto para docencia como para la dirección del trabajo de grado o su evaluación, invitando a profesores o profesionales de amplia trayectoria en el campo de formación del programa a realizar estas actividades mediante su contratación en modalidad de prestación de servicios, la cual está regulada por el "Estatuto y la Reglamentación para la adquisición de bienes y servicios de la Universidad Industrial de Santander"[197]. En la selección se tienen en cuenta la formación, experiencia docente (metodologías pedagógicas, estrategias dinámicas de enseñanza) y de aplicación en las actividades académicas en las que contribuirán al programa.

El contacto con todos los profesores es realizado por la coordinación del programa, quien tiene dentro de sus responsabilidades la organización y programación de su contratación acorde con el cronograma de actividades previstas para la maestría en el Proyecto Educativo del Programa y el número de horas asociadas a cada una de ellas. El grupo de profesores y su forma de contratación se presenta ante Claustro de Profesores, Comité Asesor de Posgrados, y Consejo de Escuela para su aval y/o aprobación. El director de Escuela, como ordenador del gasto de la unidad académico administrativa, ejecuta la contratación del grupo de profesores que soporta la Maestría.

Por otra parte, los profesores planta realizaron labores de investigación y extensión como parte de las funciones misionales que asumen como profesores UIS según lo define el Reglamento del Profesor[198]. Esta normatividad establece el proceso para la formulación, seguimiento y evaluación de la asignación y gestión de las actividades de los profesores.

#### 9.3.1.2 FORMA EN QUE SE ATENDIERON LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS, DOCENTES, CIENTÍFICAS, CULTURALES Y DE EXTENSIÓN EN EL PROGRAMA

Tal como se mencionó en el numeral 9.1.2. y se detalló en las Tablas 38 y 39, se contó con 5 profesores planta, 9 profesores externos para dirigir actividades académicas y 13 profesores externos para dirigir trabajos de aplicación durante la vigencia del registro calificado. Así mismo, una profesora planta dirigió una actividad académica y simultáneamente desempeñó la función de coordinación del programa.

En cuanto a la forma en que los profesores atendieron la función de investigación en el programa, esta se realizó mediante la incorporación de estrategias y actividades para desarrollar competencias básicas de investigación aplicada para solución de problemas técnicos avanzados, en las actividades académicas "Seminario de profundización I, II, III, IV, Propuesta de Trabajo de grado, y Trabajo de grado I y II, y en las demás actividades del plan de estudios mediante revisión bibliográfica en bases de datos especializadas para ampliar el conocimiento, y documentar los trabajos de clase; lectura de artículos científicos en temas propios del programa suministrados por los docentes. Sumado a lo anterior, es de resaltar que el programa se nutre de la función de investigación que realizan los profesores como miembros activos de grupos de

[197] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 079 de 2019. Estatuto y la Reglamentación para la adquisición de bienes y servicios de la Universidad Industrial de Santander. Art 14.
[198] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 63 DE 1994 Reglamento del Profesor (compilación de normas vigentes a junio de 2010). Art. 20 – 32.

investigación, quienes se encuentran reconocidos y clasificados por MinCiencias (cf. numerales 7.2 y 7.3); por lo tanto, mediante la contratación de los 27 profesores (planta y externos) detallados en las Tablas 38 y 39 y los grupos de investigación de soporte al programa se cubrió la función de investigación totalmente.

Respecto a las labores culturales, es de aclarar que estas se abordaron en el marco del macrocurrículo y por tanto fueron desarrolladas por las unidades institucionales asignadas para este propósito, de tal manera que no se gestionó directamente esta actividad con los profesores contratados por el Programa.

Referente a la labor de extensión (entendida como la participación en cursos no formales, servicios de laboratorio, proyectos de consultoría, asesorías profesionales, etc.), dado que la maestría es un programa de posgrado en profundización, no se asigna esta función a los profesores por parte del programa, ya que esta actividad se realiza por los profesores planta dentro de sus asignaciones misionales, gestionándose a nivel de Escuela.

#### 9.3.1.3 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DE LOS PROFESORES

El coordinador(a) del programa es nombrado por el Rector por un periodo de dos(2) años, según recomendación del Consejo de Escuela de Ingeniería Civil, este último considera para la postulación a un profesor de planta adscrito a la Escuela y que pertenezca al campo de formación de la Maestría, en este caso, Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, cuya selección se ha realizado previamente por los profesores que integran el grupo de investigación que coordina el programa, en este caso el grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (GPH). El coordinador(a) del programa es quien propende por el buen funcionamiento administrativo del programa y vela por la asignación, gestión y cumplimiento de la actividad de docencia directa por parte de los profesores, así como del acompañamiento realizado por los docentes en el planteamiento y desarrollo del trabajo de grado de los estudiantes. Además, lleva a cabo procesos continuos de evaluación de los profesores en el desarrollo de la docencia, mediante el instrumento "Evaluación de Calidad en el Aula" (anexo VI), recibiendo la retroalimentación oportuna por parte de los estudiantes al final de cada una de las actividades académicas propuestas en el plan de estudios, de manera que se tomen prontas decisiones para mejoramiento de la Maestría. Al finalizar cada cohorte, el coordinador presenta ante el Comité Asesor de Posgrado un informe del funcionamiento de la misma, presentando indicadores asociados al número de estudiantes admitidos, matriculados, graduados, deserción, desempeño académico de los estudiantes, evaluaciones docentes, indicadores financieros, logros, dificultades, estrategias de mejora, entre otros. Esto también se discute en Consejo de Escuela, de manera que el Programa está en constante evaluación y seguimiento a los procesos de asignación y gestión de las actividades académicas de los profesores por parte de las autoridades institucionales encargadas para ello.

### 9.3.2 RESULTADOS DE LAS ACCIONES PREVISTAS PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES

Como resultado del seguimiento y evaluación de la asignación y gestión de las actividades de los profesores realizado por la coordinación del programa, se tiene la renovación por recomendación del Consejo de Escuela de dicha coordinación a la misma profesora que ha ejercido el cargo desde la creación de la Maestría, quien ha desempeñado una excelente labor en la asignación y gestión de las actividades académicas a profesores de altas cualidades y experiencia académica, investigativa y profesional.

### 9.3.3 COBERTURA PREVISTA DE LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS, DOCENTES, CIENTÍFICAS, CULTURALES Y DE EXTENSIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO, RELACIONADAS CON EL GRUPO DE PROFESORES

Las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión en el programa serán cubiertas por los profesores de la siguiente manera:

▪ Las labores formativas y académicas: Tal como se mencionó en los numerales precedentes, la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con el soporte directo de los catorce (14) docentes (5 planta y 9 externos) relacionados en las Tablas 42 y 43 para orientar cátedras, seminarios de aplicación, electivas, dirigir y/o evaluar trabajos de grado, quienes ven en el programa una oportunidad de crecimiento profesional y de aporte al desarrollo del país; y adicionalmente, se prevé que ante la necesidad de los estudiantes de contar con un profesor externo en una temática específica para desarrollo de su trabajo de aplicación, se contratará dicho profesor, de tal manera que el grupo docente propuesto, cubre ampliamente con las necesidades de recurso humano del programa.

▪ Las labores científicas son apoyadas por los grupos de investigación GPH, INME y Geomática, por los profesores investigadores que los integran, y los profesores externos que sean contratados para dirección de trabajos de aplicación.

▪ Las labores culturales y de extensión se abordan desde el macrocurrículo y corresponde a la Escuela o a las unidades institucionales la realización de las actividades que promueven la identidad y cultura.

## 9.4 PERMANENCIA, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN PROFESORAL

### 9.4.1 ESTRATEGIAS Y ACCIONES ACTUALIZADAS QUE PROMUEVEN LA PERMANENCIA DE LOS PROFESORES

La Universidad establece en el Estatuto General[199] que el tipo de vinculación del profesor con la UIS puede ser ocasional, ad-honorem, visitante y de carrera, y además según la dedicación laboral, el profesor puede ser de dedicación exclusiva, de tiempo completo, de medio tiempo y de cátedra. Con base en esto, los profesores planta de la maestría cuentan con un escalafón docente, el cual es el sistema que tiene establecido la UIS para clasificar sus profesores planta de acuerdo con sus méritos académicos, su producción intelectual y su antigüedad. El Escalafón Docente de la Universidad tiene las categorías de:

- Profesor auxiliar, estabilidad o tenencia de dos años calendario
- Profesor asistente, estabilidad o tenencia de tres años calendario
- Profesor asociado, estabilidad o tenencia de cuatro años calendario
- Profesor titular, estabilidad o tenencia de cinco años calendario

Respecto a la permanencia, el profesor de planta (carrera) ingresa al escalafón docente de acuerdo con la producción intelectual y experiencia previa. El ascenso en el escalafón está basado en desempeño meritorio en la categoría precedente, productividad académica, cualificación pedagógica y nivel de formación. El reglamento del profesor establece un marco para las actividades que puede realizar un docente en la UIS, de acuerdo con su categoría en el escalafón. La permanencia en el escalafón docente está garantizada durante el período de tenencia y depende de la evaluación de las actividades y méritos realizados durante

[199] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N°166 de 1993. Estatuto General (Compilación de normas vigentes a julio de 2012). Art. 12.

la vigencia de dicho periodo. La renovación de la tenencia se considera como una estrategia que promueve el reconocimiento del desarrollo profesoral y el seguimiento de las funciones asignadas. Para ello, el profesor presenta ante el Consejo de Escuela el informe de actividades, así como los resultados del proceso de evaluación docente, la producción intelectual y el avance en la carrera docente para solicitar la renovación o ascenso de categoría en el escalafón.

En cuanto a los profesores externos, su permanencia se garantiza a través de una orden de prestación de servicios por cada período académico, y la contratación en períodos posteriores dependerá de los resultados obtenidos en la evaluación docente realizada al finalizar la actividad académica a su cargo.

El programa seguirá manteniendo la estrategia para permanencia de la vinculación de los profesores planta, y externos expuesta en los párrafos anteriores, enmarcada en la normativa institucional para la siguiente vigencia del registro calificado.

### 9.4.2 INDICADORES QUE EVIDENCIEN LOS RESULTADOS DE LAS ESTRATEGIAS Y ACCIONES QUE PROMOVIERON LA PERMANENCIA DE LOS PROFESORES DE LOS ÚLTIMOS SIETE AÑOS.

En el periodo en análisis, el Programa ha implementado la normatividad relacionada con la permanencia de los profesores, en este sentido, siete (7) profesores planta del programa, durante los últimos siete años han ascendido o ingresado en el escalafón docente (cf. Tabla 44), gracias a sus méritos y el desarrollo de las funciones misionales, así:

Tabla 44 Ascenso en el escalafón profesores planta del Programa

| Nombre | Categoría | Año |
|---|---|---|
| DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina | Asociado<br>Asistente<br>Auxiliar | 2020<br>2016<br>2014 |
| OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo | Titular<br>Asociado<br>Asistente<br>Auxiliar | 2022<br>2018<br>2015<br>2013 |
| MEJÍA AGUILAR, Guillermo | Titular<br>Asociado | 2018<br>2014 |
| ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos | Asistente | 2020 |
| VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío* | Asistente | 2020 |

Nota: *profesora que ingresó al escalafón por ser posesionada como docente planta UIS.

Así mismo, los profesores externos han sido contratados de manera continua (cf. Tabla 39), gracias a los resultados de sus evaluaciones docentes, exceptuando una docente quien tuvo un desempeño deficiente según manifestaron los estudiantes de la cohorte en la Evaluación de Calidad en el Aula.

### 9.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN Y RESULTADOS DEL PLAN DE DESARROLLO Y CAPACITACIÓN DE LOS PROFESORES, DE ACUERDO CON EL TIPO DE VINCULACIÓN Y DEDICACIÓN, EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

Respecto a las estrategias de formación y capacitación de los docentes, el reglamento del profesor[200] establece que el profesor tiene derecho a participar en programas de perfeccionamiento, actualización y fortalecimiento de competencias acorde a las necesidades individuales enmarcadas en los planes y políticas institucionales.

[200] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 63 DE 1994 Reglamento del Profesor (compilación de normas vigentes a junio de 2010). Art. 62 – 64.

Periódicamente, la institución, según las necesidades de las Unidades Académicas y Administrativas, define el "Plan Institucional de Formación de Profesores Planta", en el que se incluyen los programas de formación a los que se prevé accederán los profesores para capacitación y perfeccionamiento docente a nivel de posgrado y pasantías de investigación. En este sentido, la UIS otorga a los profesores comisiones de estudio para estimular el desarrollo de su carrera profesional. Estas comisiones son otorgadas por el Rector[201] y pueden ser remuneradas o no remuneradas[202], de tiempo completo o medio tiempo, en la misma Universidad o en otras universidades. En concordancia con lo definido en el Plan Institucional de Formación de Profesores y para apoyar que los profesores realicen comisión de estudios remunerada en el exterior, se estableció un reconocimiento en dinero para la compra de un seguro de salud[203].

Adicionalmente, la UIS oferta cursos de perfeccionamiento docente, y de formación en TIC, de manera gratuita para los profesores de planta de la Universidad. Así mismo, promueve la formación en lenguas extranjeras de los docentes mediante, el subsidio del 100% del valor del curso (condicionado a su aprobación) a realizarse en el Instituto de Lenguas UIS, y por medio de la plataforma Altissia-UIS (https://altissia.org/es/UISe-idiomas/), portal de aprendizaje virtual de hasta veinticuatro idiomas.

Por otra parte, en la UIS se ha establecido el año sabático como "un año calendario en el cual un profesor de carrera que pertenezca al escalafón en la categoría Asociado o Titular, es exonerado de sus obligaciones docentes con el goce pleno de salarios y prestaciones sociales, incluidos los aumentos salariales que en forma general llegare a decretar la universidad para su personal docente, de acuerdo con la dedicación que tenga. Este periodo se concede con la finalidad que el profesor realice otras actividades inherentes a su profesión, a la docencia y a la investigación en la Universidad o en otras empresas o instituciones, que redunden en beneficio de la Universidad"[204]. Los profesores de carrera que hayan cumplido por lo menos siete años continuos de servicio en la universidad, que acrediten un desempeño meritorio igual o superior al 70% en la evaluación integral del profesor que contemple las actividades de docencia, investigación, extensión y/o administración durante los dos años anteriores a la solicitud, podrán disfrutar de este beneficio cada siete (7) años a lo largo de su permanencia en la institución.

Para el mejoramiento de las competencias pedagógicas de los profesores, se cuenta a nivel institucional con el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS (CEDEDUIS), que tiene como funciones: Fomentar, promocionar, fortalecer y ejecutar programas de formación docente con miras al mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos y acompañar procesos de diseño, rediseño y evaluación curricular.

Particularmente, debido a la emergencia sanitaria por el Covid-19, la Universidad consideró necesario fortalecer las competencias de los profesores en el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y para esto formuló y ejecutó un plan de formación y capacitación para el manejo eficiente de instrumentos, herramientas y programas, concretado en el "Curso de Formación Docente para la Enseñanza Apoyada con TIC". El curso implicó la realización de cuatro módulos:

1. Enseñanza Apoyada con TIC a partir de los Principios Fundantes del Modelo Pedagógico

[201] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 055 de 2008. Por el cual se delega en el Rector el otorgamiento de comisiones de estudios de la Universidad Industrial de Santander.
[202] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdos N° 082 de 1991(modificatorios N° 086 de 1993, N° 038 de 2010 y N° 062 de 2013), N° 063 de 1996, N° 063 de 2002, N° 095 de 2008 (modificatorio N° 093 de 2015).
[203] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 023 de 2011. Por el cual se establece un estímulo destinado a la compra de un seguro de salud para los profesores que se encuentren en comisión de estudios remunerada en el exterior y se dictan otras disposiciones.
[204] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo 037 de 2010. Por el cual se aprueba el reglamento del año sabático.

institucional
2. Planeación de la Enseñanza Apoyada con TIC desde los Planes de Actividad académica
3. Evaluación del Aprendizaje en la Enseñanza Apoyada con TIC.
4. Herramientas TIC para la Enseñanza.

Las anteriores estrategias de formación de los docentes, son coherentes con los objetivos estratégicos contemplados en el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030, aprobado mediante el Acuerdo del Consejo Superior No. 047 de 2019, encaminados a mejorar las competencias académicas de los profesores para el logro de las funciones misionales.

### 9.4.4 INDICADORES DEL PLAN DE DESARROLLO Y CAPACITACIÓN DE LOS PROFESORES, DE ACUERDO CON EL TIPO DE VINCULACIÓN Y DEDICACIÓN, EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

Durante los últimos siete años, los profesores del programa han propendido por su desarrollo mejorando sus competencias pedagógicas y tecnológicas (cf. Tablas 42 y 43) así como académicas (cf. Tabla 45), lo cual redunda en formación de calidad en la Maestría.

Tabla 45 Estudios de posgrado para desarrollo académico de los profesores del programa

| Nombre | Programa | Año |
|---|---|---|
| DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina | PhD in Agriculture, Food and Rural Development. University of Newcastle Upon Tyne. Reino Unido. | 2014 |
| OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo | Estancias cortas de investigación. Universidad Técnica de Dresden (Alemania), y Universidad Autónoma de Barcelona (España).<br><br>Doctorado en Ingeniería, Énfasis Ing. Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia | 2022<br><br>2015 |
| VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío | Estancia postdoctoral. Oregon State University. Estados Unidos.<br><br>Curso virtual "Predicciones y aplicaciones climáticas". Universidad Nacional de Colombia | 2019-2020<br><br>2021 |
| ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos | Estancia postdoctoral. Universidad de Sevilla. España. | 2019-2021 |
| SILVA VINASCO, Juan Pablo | Doctorado en Ingeniería Sanitaria. Wageningen University-Institute of Hydraulic Water Resource. Países Bajos. | 2020 |
| ROJAS PADILLA, Jhohny Harold | Doctorado en Ciencias Ambientales. Universidad del Valle. Colombia | 2018 |
| MADERA PARRA, Carlos Arturo | Doctorado en Ingeniería, Énfasis Ing. Sanitaria y Ambiental. Universidad del Valle. Colombia | 2015 |

### 9.4.5 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DEL PLAN DE DESARROLLO Y CAPACITACIÓN DE LOS PROFESORES, DE ACUERDO CON EL TIPO DE VINCULACIÓN Y DEDICACIÓN

Referente al plan de desarrollo profesoral para los próximos años, la Universidad mediante el Acuerdo del Consejo Superior No. 008 de 2021 aprobó el Plan Institucional de Formación de Profesores de Planta 2021 – 2023, en el que la Escuela de Ingeniería Civil proyectó dos acciones de formación docente (cf. Tabla 46), para ser realizadas por alguno de los docentes que soportan el Programa:

Tabla 46 Plan de Formación Docente Escuela de Ingeniería Civil 2021-2023

| AÑO DE INICIO DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN | NIVEL DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA O ESTANCIA POSDOCTORAL | AREA ACADÉMICA | JUSTIFICACIÓN |
|---|---|---|---|
| **2022** | Posdoctorado | Ingeniería Civil/Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental o Vías y Transportes | Las estancias posdoctorales fortalecerán las capacidades de investigación, así como la actualización y ampliación del conocimiento en técnicas, métodos, prácticas, y metodologías para el desarrollo de proyectos, especialmente de tipo interinstitucional e interdisciplinario contribuyendo a la consolidación de los grupos de investigación GPH, INME y GEOMÁTICA.<br>Estas estancias posdoctorales beneficiarán la formación de alto nivel académico e investigativo, especialmente en los programas de maestría y el futuro Doctorado en Ingeniería Civil de la Escuela, en las diversas líneas de profundización de la Ingeniería Civil.<br>Adicionalmente, las estancias posdoctorales propuestas se acogen a las disposiciones establecidas en el Plan de Desarrollo Institucional, específicamente con lo definido en el enfoque estratégico 5.1.4 "Diseño de soluciones compartidas para atender prioridades nacionales y retos globales", en el cual se plantea que al año 2030 la UIS cuente con: 30 profesores en el exterior realizando estancias posdoctorales; 45 redes de trabajo colaborativo establecidas y consolidadas para apoyar los ejes misionales de la Universidad que permitan atender los retos para el desarrollo sostenible a nivel local, nacional y global; y 50% de los Grupos de Investigación categorizados en A1 y A por MinCiencias. |
| **2023** | Posdoctorado | Ingeniería Civil/Estructuras y/o Construcción | |

## 9.5 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROFESORES

La UIS tiene definido un procedimiento para la evaluación de los dos primeros años de servicio de los profesores de carrera, que corresponde al periodo de prueba[205], durante el cual "el profesor llevará a cabo su proceso de adaptación a la Institución, se apropiará del Proyecto Institucional, de la reglamentación y del conocimiento institucional, dispondrá de espacios para la cualificación y el mejoramiento de las competencias para la docencia universitaria y se incorporará a un grupo de investigación"[206]. Para lograr estos propósitos se ofrece un acompañamiento en el diseño del proyecto docente, desarrollado durante el periodo de prueba; asimismo, los profesores vinculados pueden participar en un proceso de formación, que incluye los principios y las políticas del Proyecto Institucional, el diseño de actividades académicas por competencias, la mediación del aprendizaje, el manejo de TIC y de bases de datos bibliográficas ofertado por CEDEDUIS.

Así mismo, por medio del Reglamento del Profesor se establece la evaluación del desempeño docente[207], el cual hace parte del proceso de evaluación institucional y se concibe como un sistema de apreciación de la calidad del trabajo del profesor en el cargo y de su potencial de desarrollo, especificando que:

[205] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 040 de 2021. Reglamento para el período de prueba del personal docente en la Universidad Industrial de Santander. Art. 3.
[206] Ibíd.
[207] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 063 de 1994. Reglamento del Profesor. Art 57, Art 58, Art 59 y Art 60 y Art 61.

- El Consejo Académico establecerá las políticas generales de evaluación del desempeño docente y la reglamentación respectiva en cuanto a los entes encargados de realizar el proceso, los períodos de evaluación, los procedimientos y los instrumentos para realizarlo.
- El profesor participará en la evaluación de su desempeño y en el proceso de evaluación institucional, y deberá ser informado oportunamente acerca de los resultados.
- Los resultados de la evaluación del desempeño docente se tendrán en cuenta en el ingreso y ascenso en el escalafón docente, en la evaluación de la tenencia, en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño.
- Los resultados de la evaluación del desempeño docente serán analizados por los Consejos de Escuela, de Facultad y Académico para la formulación de políticas y planes de desarrollo y perfeccionamiento académico a nivel institucional.

En este sentido, la Universidad ha establecido un modelo de desempeño de evaluación docente[208] donde se encuentran los fundamentos del modelo, los instrumentos (formularios) de evaluación y el tratamiento previsto de los resultados. La evaluación docente es un proceso en el cual se valora la calidad y está en busca de mejorar la excelencia; de esta manera, el desempeño del docente es evaluado por él mismo, el estudiante y el Director de Escuela, cada uno desde su perspectiva y sobre las áreas donde se desempeñe como guía y orientador, específicamente en la docencia, formación para la investigación y formación para el diálogo Universidad – sociedad.

Para cada área de evaluación, se formulan características de calidad, atributos e indicadores, que se definen a continuación[209]:

**Características de calidad:** Es un conjunto de cualidades que denotan un desempeño docente ideal, de acuerdo con el Estatuto General y el Reglamento del Profesor.

**Atributos**: Son propiedades esenciales que denotan dimensiones o aspectos de características de calidad.

**Indicadores:** Son manifestaciones empíricas de los atributos, cualitativas o cuantitativas, con las que se pretende elaborar un juicio valorativo sobre el grado de cumplimiento de un aspecto o dimensión de una característica de calidad.

La evaluación consiste en valorar la congruencia del desempeño y las actitudes del profesor con las afirmaciones expresadas en los indicadores, de acuerdo con la siguiente escala[210]:

- Marque E: Si existe una congruencia EXCELENTE (mayor del 90%)
- Marque B: Si existe una congruencia BUENA (entre 70% y 90%)
- Marque A: Si existe una congruencia ACEPTABLE (entre 50% y 70%)
- Marque I: Si existe una congruencia INSUFICIENTE (entre 30% y 50%)
- Marque MI: Si existe una congruencia MUY INSUFICIENTE (entre 0 y 30%)
- Marque NR: Si no sabe o no desea responder

De acuerdo con las pruebas aplicadas, el Consejo de Escuela analiza las tendencias de los resultados de la evaluación docente global de los profesores de planta en los últimos tres procesos, asimismo, el Consejo identifica a los profesores que deben mejorar su desempeño docente porque evidencian tendencias

[208] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. N° 027 de 1996. Modelo de Evaluación Docente. Pág. 4.
[209] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. N° 027 de 1996. Modelo de Evaluación Docente. Pág. 6.
[210] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. N° 027 de 1996. Modelo de Evaluación Docente. Pág. 10.

uniformes por debajo de 70% del máximo resultado posible o tendencias de resultados descendentes, y también identifica a los docentes mejor evaluados en el programa académico.

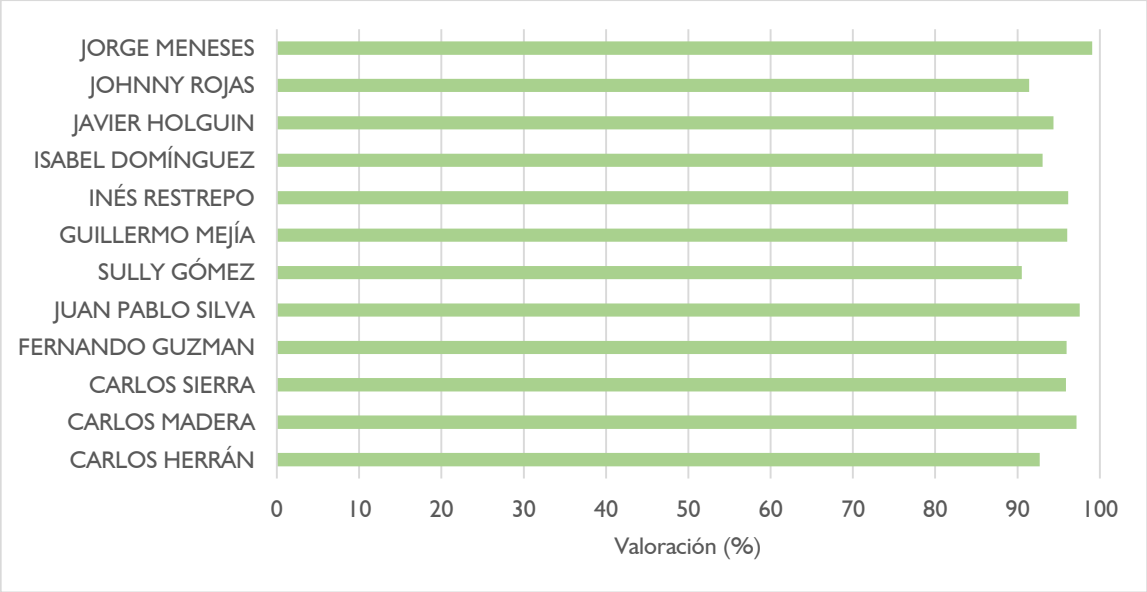
Los docentes que obtengan puntajes por debajo de lo requerido deben presentar al Consejo de Escuela un plan de mejoramiento que se pondrá en marcha y se evaluará en fechas establecidas por dicha instancia. Semestralmente, la Escuela debe enviar a la Vicerrectoría Académica un reporte de los seguimientos ejecutados, del estado del cumplimiento de los planes de mejoramiento y de los profesores con quienes se ha finalizado el seguimiento. Se resalta que, los profesores podrán participar en docencia en programas de posgrado autofinanciados, tal como la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, sin recibir bonificación por su servicio hasta tanto alcancen un resultado en la evaluación docente de mínimo el 70%.

Adicionalmente y de manera particular, el Programa realiza la "Evaluación de Calidad en el Aula" en todas las actividades académicas, con la cual se consulta a los estudiantes sobre el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje por parte de cada docente (planta, externo). Esta evaluación se lleva a cabo al finalizar cada actividad académica, utilizando el instrumento detallado en el anexo VI que incluye cuatro factores: planificación, proceso de enseñanza-aprendizaje, evaluación, valores y actitudes. Los resultados constituyen una estrategia para la aplicación de planes de mejoramiento de la calidad académica del Programa que proporciona una mediación de calidad por parte de los docentes en el proceso de enseñanza aprendizaje; en este sentido, la coordinación analiza los resultados de cada cohorte y plantea estrategias de mejoramiento según sea el caso, así mismo, envía el respectivo informe al docente evaluado para su respectivo análisis y retroalimentación. Según los resultados, se valora la continuidad de la vinculación de los docentes en el Programa.

### 9.5.1 RESULTADOS DE LOS PROCESO DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROFESOR

El principal instrumento para evaluación de los profesores en el programa es la Evaluación de Calidad en el Aula. Los resultados de esta evaluación durante la vigencia del registro calificado se presentan en la Figura 6, los cuales son altamente positivos, con valoraciones superiores a 90.

Figura 6. Resultados Evaluación Docente del Programa 2017-2020



### 9.5.2 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DE LOS PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROFESOR

Para la próxima vigencia del registro calificado se prevé continuar con el sistema de seguimiento y evaluación detallado en los párrafos anteriores, dada su pertinencia y utilidad.

# 10 MEDIOS EDUCATIVOS

## 10.1 SELECCIÓN Y COBERTURA DE MEDIOS EDUCATIVOS

### 10.1.1 SEGUIMIENTO Y VALORACIÓN DE LA DOTACIÓN DE MEDIOS EDUCATIVOS CON LOS QUE CUENTA EL PROGRAMA ACADÉMICO

Conscientes de las necesidades para llevar a cabo el proceso formativo y las diversas actividades planteadas en la propuesta curricular, se considera fundamental contar con material bibliográfico y bases de datos para las líneas de investigación que el programa desarrolla, disponibilidad de recursos informáticos (computadores, software, conexiones a redes y multimedia), una plataforma tecnológica que garantice buena conectividad y acceso a bases de datos o sistemas de información a nivel mundial, laboratorios, y recursos de aprendizaje, cuyo uso según ambiente de aprendizaje se describió en la Tabla 19 del apartado 5.7.4.

A continuación, se describen en detalle los medios educativos con que cuenta el programa a la fecha.

#### 10.1.1.1 BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Como apoyo importante a la actividad académica de la universidad, el campus universitario de la UIS cuenta con un moderno edificio dotado con material bibliográfico actualizado en todas las áreas del conocimiento que se mantiene en proceso de modernización y ofrece a los usuarios no sólo material en formato papel, sino también una extensa colección de recursos electrónicos de alta calidad, para ello existe la interface para consulta vía Internet del catálogo bibliográfico con acceso para toda la comunidad universitaria.

Los objetivos centrales de la biblioteca son[211]:

- Ofrecer servicios de información con criterios de calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Apoyar la docencia, la investigación y la extensión a través del suministro de información oportuna, utilizando tecnologías apropiadas que estimulen procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Generar las condiciones adecuadas que permitan el manejo de la información acorde con los avances del siglo XXI.
- Generar en los usuarios de la biblioteca una cultura de la lectura.
- Apoyar la política de regionalización de la Universidad, en lo relacionado con las Unidades de Información.

La Biblioteca Central de aproximadamente 4800 $m^2$ se distribuye de la siguiente forma:

- Piso uno: Colección de libros de reserva.
- Piso dos: Área de ciencias básicas.
- Piso tres: Área de ciencias aplicadas.
- Piso cuatro: Área de ciencias sociales y humanidades.
- Sótano interno: canje y donación.

[211] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 029 de 2008. Reglamento de biblioteca. Capítulo I.

- Sótano externo: archivo Histórico Regional de Santander.

En el Edificio Orlando Díaz de la Facultad de Salud funciona la Biblioteca de Ciencias Médicas y Paramédicas. El artículo 4 del Reglamento de la Biblioteca Central establece que las colecciones de la biblioteca están organizadas en las siguientes categorías (Tabla 47):

Tabla 47 Categorías de las colecciones de la Biblioteca Central de la Universidad Industrial de Santander

| Categoría | Descripción |
|---|---|
| Colección general | Volúmenes en formato libro y soporte en papel. Ubicados en estantería abierta para la consulta en sala y préstamo a domicilio.<br>Obras de las diferentes áreas del conocimiento que no se hallan incluidas en las colecciones de reserva y referencia. |
| Colección de referencia | Volúmenes en formato libro y soporte en papel. Ubicados en estantería abierta para la consulta en sala.<br>Por las características de esta colección (enciclopedias, diccionarios, biografías, atlas, entre otros), la consulta solo se realiza en las salas de lectura. |
| Colección de reserva | Volúmenes en formato libro y soporte en papel. Ubicados en estantería cerrada. Esta colección se constituye por los materiales que apoya el ciclo básico del programa. |
| Publicaciones periódicas | Títulos de publicaciones periódicas en formato revista y soporte en papel. Ubicados en estantería abierta para consulta en sala.<br>Esta colección denominada hemeroteca se conforma por las suscripciones y los convenios de canje bibliográficos establecidos por la Biblioteca. |
| Trabajos de grado | La colección está compuesta por volúmenes en formato libro y soporte en papel y documentos electrónicos en formato PDF y soportados en CD y DVD de Monografías, proyectos y tesis presentados por los estudiantes de pregrado y posgrado como requisito para optar a un título en la UIS. |
| Bases de datos especializadas nacionales e internacionales | Recursos bibliográficos en formato electrónico (revistas, libros, normas técnicas, proceedings, transactions, índices, etc.), que pueden ser consultados desde de los diferentes campus de la universidad (Central, Salud y Sedes) y desde fuera de ellos mediante validación establecida. |

En la Tabla 48 se muestran los indicadores de la biblioteca UIS del último año.

Tabla 48 Resumen de indicadores bibliográficos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander

| Resumen | | |
|---|---|---|
| Total Libros | 100.272 | Ejemplares |
| Total Trabajos de Grado | 38.642 | Títulos |
| Total Publicaciones Periódicas | 247.485 | Títulos |
| Total Colecciones Especiales | 4.387 | Títulos |
| Total Recursos Electrónicos | 508.203 | Títulos |
| Total Préstamos por día | 322 | |
| Consultas en Sala | 227.992 | Consultas / año |
| Consultas en Línea | 839.471 | Consultas / año |

Fuente: Biblioteca UIS

La Biblioteca ofrece los siguientes servicios:

- Salas de lectura: De acuerdo con la disposición de las mesas de trabajo, la Biblioteca ofrece salas de lectura, ubicadas en cada uno de los pisos de la Biblioteca central y en la Biblioteca de la facultad de salud.
- Consulta de material bibliográfico: Se realiza a través de las colecciones existentes en la Biblioteca, el sistema integrado de información de la Biblioteca y los recursos electrónicos.
- Referencia: Orientación y asesoría al usuario en la búsqueda y suministro de fuentes de información bibliográfica.
- Préstamo: Posibilidad de retirar de la biblioteca por un periodo determinado y de acuerdo con la reglamentación establecida, material bibliográfico requerido por el usuario.
- Bibliografía: Suministro de listados referenciales en formato papel y/o electrónico sobre temas específicos recuperados del sistema integrado de información de la biblioteca y de otras fuentes como la base de datos y/o recursos en línea.
- Difusión de Información: La Biblioteca informa a la comunidad, acerca de la documentación recibida mediante:

    a. Alerta Informativa: Divulgación masiva del material bibliográfico de reciente adquisición, a través de medios tradicionales como boletines, periódicos, fotocopias, exhibición del material y de tablas de contenido; y por medio de tecnologías informáticas como la página Web o por correo electrónico.
    b. Diseminación selectiva de información (D.S.I.): Programa orientado a informar a los investigadores y personas que adelantan proyectos especiales, acerca del nuevo material bibliográfico recibido sobre temáticas de su interés. La Biblioteca selecciona, evalúa, recupera y organiza la información para cada usuario, de acuerdo con un perfil previamente establecido.

- Conmutación bibliográfica: Los usuarios pueden obtener copias de documentos no disponibles en la Biblioteca, tales como artículos de publicaciones seriadas y/o capítulos de libros, con base en los contactos establecidos con otras bibliotecas del país y del mundo. La información es obtenida a través de tecnologías disponibles.

- Formación de usuarios: La Biblioteca ofrece programas de capacitación para generar en los usuarios una adecuada utilización de los servicios y recursos disponibles para la academia, la investigación y extensión.

- Reprografía de material bibliográfico: Al interior de la Biblioteca se ofrece el servicio de reproducción de material bibliográfico dentro del marco de la legislación vigente.

#### 10.1.1.1.1 Base de datos

La biblioteca central cuenta con diferentes recursos electrónicos, dentro de estos se destacan las bases de datos de ciencias aplicadas y multidisciplinarias. A continuación, se presentan las Bases de Datos que son herramientas clave para el programa:

- SCIENCE@DIRECT: Más de 2000 títulos de revistas electrónicas con información científica que cubre todas las áreas del conocimiento, publicadas por Elsevier, uno de los principales editores internacionales. Texto completo desde 1995 hasta la fecha.

- SPRINGER (Revistas y Libros): 1.300 títulos de revistas y 13 colecciones de Libros Electrónicos en varias áreas científicas.

- WEB OF SCIENCE®: Acceso referencial a información científica internacional, editadas por el Institute for Scientific Information (ISI). Cubre todas las áreas del conocimiento. Base de datos líder en la citación con la cobertura multidisciplinar de más de 10.000 revistas de alto impacto, así como la cobertura de los procedimientos internacionales de más de 120.000 conferencias. Las potentes herramientas incluyen búsqueda de referencias citadas, Citation Maps y la herramienta de análisis.

- EBSCO HOST: Base de datos multidisciplinaria incluye: Library Information Science & Technology Abstracts, ERIC, MEDLINE, Economía y Negocios, GeoREF, DynaMed, Newspaper Source, MasterFILE Premier, Medic Látina, Fuente Académica, Business Source Premier, Academic Search FullTEXT.

- EBSCO OPEN DISSERTATIONS: Base de datos de acceso abierto que se creó para ayudar a los investigadores a encontrar disertaciones y tesis históricas y contemporáneas.

- ASCE: Plataforma de artículos de revistas publicadas por American Society of Civil Engineers (ASCE). Proporciona acceso en texto completo en áreas como geomecánica, aeroespacial, de puentes, medioambiental, hidráulica, de sistemas de infraestructura, estática, dinámica, fenómenos de transporte y demás áreas de ingeniería civil. Esta fuente de información en línea incluye la totalidad de las revistas de la ASCE, con un retrospectivo desde 1995.

- ASME- American Society of Mechanical Engineers: Publicaciones editadas por American Society of Mechanical Engineers. Revistas en texto completo retrospectivo desde el año 1990.

- Knovel: Aplicación web basada en la integración de información técnica con análisis y herramientas de búsqueda para impulsar la innovación y ofrecer respuestas en las áreas de Ingeniería. Algunas áreas temáticas son: Ingeniería Civil, Ciencias de la Tierra, Ingeniería Industrial, Química, Ingeniería Química, Nanotecnología, etc.

- PROQUEST: Indiza revistas de renombre mundial en las diferentes áreas del conocimiento, contenidas en 26 bases de datos.

- JoVE: Base de datos que contiene video-journals dirigidos a investigadores que desean implementar la reproducibilidad de experimentos científicos avanzados en nuevas publicaciones académicas. Esta colección cuenta con 13 áreas temáticas, desde biología, genética, comportamiento, ciencias ambientales hasta cáncer.

- IEEE/IEE ELECTRONIC LIBRARY (IEL) [TC]: Contiene las imágenes completas de las publicaciones de la IEEE (Institute of Electric and Electronic Engineers) y de la IEE (Institution of Electrical Engineers). Las publicaciones corresponden a revistas, estándares y conferencias publicadas en el mundo por los dos institutos desde 1988 hasta la fecha. Más de 950.000 documentos de alrededor 12.000 publicaciones, incluyendo normas, conferencias, proceedings y IEEE Standards.

- CONSTRUDATA: Base de Datos en el área de Ing. Civil y Construcción. Contiene artículos de interés publicados desde el año 2000, organizados por grandes temas como Materiales y Construcción, Entidades del sector, Administración y gerencia, Diseños y proyectos, Vivienda y ciudad, Publicaciones Construdata, Datos y Estadísticas.

- AMS [TC]: Revistas en texto completo publicadas por la Sociedad Americana de Matemáticas. Información Retrospectiva http://www.ams.org/journals Acceso-campus universitario.

- E-LIBRO: Incluye más de 6.000 títulos de libros electrónicos en español, con las herramientas de Ebrary Reader e InfoTools desarrollados por Ebrary.

- V-LIBRARY ODILO: Servicio de UNIRED, con acceso a plataforma para la lectura digital de eBooks en todas las áreas del conocimiento. Permite el préstamo de contenido digital, visualización en streaming y descarga para lectura offline.

- INSTITUTE OF PHYSICS "IoP": Acceso en línea a 27 publicaciones en texto completo editadas por INSTITUTE OF PHYSICS, información retrospectiva desde 1874 hasta la fecha. Acceso perpetuo en algunos títulos.

- TAYLOR & FRANCIS: Colección de revistas con los artículos de alto impacto y visibilidad, publicados por la editorial Taylor & Francis, con enfoque a la investigación científica y cobertura desde 1997. Abarcan las áreas del conocimiento de ciencia, tecnología, humanidades y ciencias sociales.

- SCIENCE: Recurso electrónico que incluye toda la publicación de la prestigiosa revista SCIENCE, con contenidos en texto e imagen completa y retrospectivo desde 1995 a la fecha.

- SCIFINDER SCHOLAR: SciFinder es una herramienta de descubrimiento de la investigación que le permite explorar bases de datos con la literatura de muchas disciplinas científicas, incluidas las ciencias biomédicas, química, ingeniería, ciencia de materiales, ciencias agrícolas, Journals y patentes: más de 40 millones de registros.

- AAPG JOURNALS - The American Association of Petroleum Geologists: Acceso en línea a publicaciones en texto completo editadas por la American Association of Petroleum Geologists, información retrospectiva desde 1980.

- VIRTUAL PRO: Proporciona información en el ámbito de los procesos industriales a partir de una gran variedad de documentos, que incluye: artículos, manuales, tesis, guías, libros, software, material multimedia, entre otros.

- NORMAS A S T M [IC]: La base de datos ASTM American Society for Testing and Materials, es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrolla normas aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios. Es una vasta colección de estándares líderes de la industria y la información de ingeniería técnica. La Biblioteca abarca una amplia gama de disciplinas de ingeniería, incluyendo la aeroespacial, biomédica, química, civil, ambiental, geológica, la salud y la seguridad, industrial, ciencia de materiales, mecánica, nuclear, petróleo, ciencia del suelo, y la ingeniería solar.

- GESTIÓN HUMANA: Base de Datos con contenido especializado en el área de Talento Humano y Desarrollo empresarial, Salud ocupacional y Seguridad social.

- LEGIS: Colección Jurídica de LEGIS. Contiene información desde 1991 hasta la actualidad. Acceso a 25 obras en línea.

Para facilitar y promover el acceso a los recursos de la biblioteca, esta unidad realiza capacitación a los usuarios en lo referente al manejo de información, seminarios-talleres de nivel avanzado en herramientas

de búsqueda y gestión bibliográfica, manejo del software turnitin y booklick, así como cursos especiales organizados según las necesidades específicas de grupos de usuarios, estos últimos se pueden solicitar online en el enlace https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf5BCZhpeqraHx8Xa02C3FcvRnNSAE-bmME4K0lGwbmGKwqXA/viewform, disponible en la web institucional en la sección de biblioteca (http://tangara.uis.edu.co/).

#### 10.1.1.2 RECURSOS INFORMÁTICOS Y AUDIOVISUALES

La Universidad Industrial de Santander cuenta en el ámbito institucional con el Centro de Tecnologías de la Informática y Comunicación - CENTIC, administrado por la División de Servicios de Información – DSI, que se ha diseñado según el concepto de edificio inteligente – seguro (circuito cerrado de televisión), automatizado (sistemas de control de activos, control de accesos, detección de incendios, control de iluminación, control de aire acondicionado) y agradable (aire acondicionado, música ambiental, espacios amplios), para ofrecer a la comunidad, entre otros, los siguientes servicios: programación de actividades académicas por requerimiento de las diferentes escuelas, servicio de Internet, servicio de prácticas para diferentes actividades académicas, servicios de prácticas libres, servicios de impresión y escáner, y servicios de soporte a usuarios de la comunidad universitaria.

Dentro de la infraestructura y recursos necesarios para prestar los servicios del CENTIC se encuentran:

- 28 salas de informática (890 equipos de cómputo para usuarios)
- 1 sala de informática para educación especial
- 10 salas multimedia bipersonales para repaso de materiales en video
- 1 sala de informática para capacitación de profesores en producción multimedia
- 1 centro para computación de alto rendimiento
- 1 sala de informática para capacitación en computación de alto rendimiento
- 1 centro de producción audiovisual
- 3 salas de reuniones con posibilidad de interconexión por videoconferencia con pares nacionales e internacionales
- 1 auditorio de videoconferencia con capacidad para 80 participantes y posibilidad de interconexión hasta con 12 campus simultáneos nacionales e internacionales
- 1 laboratorio de investigación y desarrollo en TIC con 7 puestos de trabajo
- 1 centro de control de seguridad, accesos, telecomunicaciones y sonido, 1 oficina de dirección científica, 1 oficina de coordinación de soporte a usuarios, 4 puntos de información y de soporte a usuarios (1 por piso), 1 oficina de vigilancia tecnológica, 1 sala de equipos servidores que soportan los sistemas de información institucionales y 1 vestíbulo principal para consulta y reserva de recursos.

Los estudiantes, profesores, y administrativos pueden utilizar los servicios que presta el CENTIC mediante solicitud a través del módulo dispuesto para tal fin en la página web institucional (https://www.uis.edu.co/recursos_centic/reservar.jsp).

Sumado a lo anterior, la Universidad ha dotado las aulas de docencia para operación en modo híbrido, con el propósito de garantizar los recursos informáticos y de telecomunicaciones adecuados y necesarios para la realización de actividades académicas en presencialidad remota y normal. Dichos salones híbridos están provistos por un computador que controla los demás dispositivos, un monitor, una pantalla industrial de brillos especiales con una vida útil de 50 mil horas que puede permanecer las 24 horas del día en funcionamiento continuo, una cámara web, una barra de video conferencia, 6 micrófonos omnidireccionales, una cámara de video de alta resolución (4k con un enfoque de 6 metros), juego de

parlantes y un control remoto. En cada aula se hizo un análisis para revisar la conexión a internet, de manera que se determinara la necesidad de ampliar el canal y suplir las necesidades existentes.[212]

Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 3 tres salas de informática, dotadas de 32 puestos de trabajo en las salas 1 y 2, y de 20 puestos en la sala 3. Los computadores que se encuentran en las salas son IMAC 21.5", Intel I3 3.06/RAM 12GB/Disco Duro 500GB/ ATI Radeon HD4670 y HP, AMD Phenom II X4 3.00 GHz/RAM 12 GB/ Disco Duro 300GB/ ATI Radeon HD 4200.

#### 10.1.1.3 SOFTWARE

La Universidad Industrial de Santander cuenta con el licenciamiento Campus agreement con Microsoft de Colombia, el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft Enrollment for Education Solutions (EES) para satisfacer las necesidades de software para estudiantes, profesores y empleados. El licenciamiento incluye Office 365 Proplus, Windows Edu A3, Project Professional, Visio Professional, Visual Studio Professional, Correo Office 365.

Con el fin de brindar nuevas herramientas tecnológicas, desde el año 2016 la Universidad adquirió el licenciamiento corporativo del software: MATLAB (Matrix (Laboratory): Lenguaje de programación de alto nivel, de origen matemático, de fácil aprendizaje, orientado al cálculo científico, ingeniería y tecnología. Aproximadamente 6000 estudiantes y profesores gozan de este beneficio. Matlab se puede instalar en cualquiera de los laboratorios de la UIS del campus principal o de las sedes, en desktops, laptops y celulares de estudiantes, docentes e investigadores (local o remoto). Así mismo todas las salas del Edificio CENTIC cuentan con este software.

La Universidad cuenta con el software TURNITIN en línea que permite comparar originalidad de trabajos escritos y prevenir el plagio, con posibilidad de realizar retroalimentación formativa. Esta herramienta permite a las instituciones académicas determinar fácilmente si los estudiantes están escribiendo y presentando trabajos originales.

Así mismo, la UIS cuenta con la herramienta REFWORKS para gestionar referencias bibliográficas en entorno web, que proporciona a los investigadores recursos para simplificar el flujo de trabajo y maximizar la productividad en la investigación. Permite crear, editar e importar referencias de manera sencilla y eficiente. RefWorks requiere crear una cuenta y registrarse utilizando la dirección de correo electrónico institucional.

Particularmente, la Escuela de Ingeniería Civil ha adquirido licencias de software (cf. Tabla 49), las cuales pueden ser utilizadas por el programa.

Tabla 49 Software de la Escuela de Ingeniería Civil

| Tipo | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| **Educativa** | AutoDesk Master Suite 2012 | 25 |
| | Matlab, Matemática simbólica y Excel + Licencia Toolbox para usar con Matlab de 10 Usuarios | 50 |
| | ArcGIS Desktop. Incluye: Network Analyst, 3D Analyst, Spatial Analyst Tracking Analyst, Data Interoperability, Schematics, Geostatistical Analyst | 62 |
| | Plaxis 2D 2011, 2D Dinamics y 2D Plax Flow con suscripcion VIP | 25 |

[212] Universidad Industrial de Santander. Noticia web. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/rss/noticia.jsp?id=14212&canal=canalComunicaciones.xml&facultad=ppal.

| Tipo | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| | Antivirus Kaspersky Bussines Space Security (Estaciones de Trabajo y Servidores de Archivo) | 130 |
| | Windows Standard | 34 |
| | Flash Builder Prem 4.0 MLP AOO | 1 |
| | GeoStudio | 1 |
| | ARTeMIS Modal Pro | 1 |
| | PERFORM – 3D | 2 |
| | DIANA FEA | 3 |
| | MIDAS CIVIL | 27 |
| | MIDAS GEN | 15 |
| | MIDAS FEA | 15 |
| | SAP2000 | 20 |
| | CSI BRIDGE | 20 |
| | ETABS | 20 |
| | RocScience | 1 |
| **Comercial** | AutoCAD Civil 3D 2012 | 1 |
| | Acrobat Professional 10.0 WIN AOO | 1 |
| | Académica de software comercial ConstruData, planeación académica (Construplan-Construcad- Construanalisis- Construcontrol) | 21 |
| | Licencia TransCad | 1 |
| | Licencia TransModeler | 2 |
| | RocScience | 1 |
| | Enterprise Architect | 4 |

#### 10.1.1.4 LABORATORIOS

La Escuela de Ingeniería Civil cuenta con ocho laboratorios (Hidráulica, Procesos Ambientales, Mecánica de Fluidos, Estructuras, Resistencia de Materiales, Suelos y Pavimentos, Topografía, Geomática) para llevar a cabo labores de docencia e investigación en las áreas de actuación de la Ingeniería Civil, de los cuales se destacan para el Programa los de Hidráulica, Procesos Ambientales, Mecánica de Fluidos y Geomática.

##### 10.1.1.4.1 Laboratorio de Hidráulica

Este laboratorio está orientado hacia el estudio, experimentación y observación de fenómenos hidráulicos en conductos abiertos para lo cual se cuenta con un canal principal para pruebas (con pendiente variable) en el cual se realizan estudios sobre los distintos regímenes de flujo y fenómenos tales como resalto hidráulico, compuertas, vertederos, entre otros. La Tabla 50 muestra los equipos con los que cuenta este laboratorio:

Tabla 50 Equipos de laboratorio de hidráulica

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| Equipos | Motobomba centrífuga caracol | 2 |
| | Electrobomba sumergible MOD SC-53 con motor marca Barnes | 1 |
| | Medidor de Velocidad Tipo Molinete C-31 ref. 10.001.001.3.marca OTT | 1 |
| | Medidor de flujo FM657 marca Sparling | 1 |
| | Licencia Arc-GIS | 1 |
| | Licencia GROUNDWATER VISTAS | 1 |

10.1.1.4.2 Laboratorio de Procesos Ambientales

El laboratorio de procesos ambientales tiene como función primordial proporcionar al estudiante el conocimiento de las metodologías y ensayos básicos de laboratorio, toma de muestras, análisis y conclusiones e implicaciones de estos. La Tabla 51 muestra los equipos con los que cuenta este laboratorio:

Tabla 51 Equipos de laboratorio de procesos ambientales

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| Equipos | Electrodo de pH inlab expert pro ism (REF.30014096) | 1 |
| | Medidor multiparámetro portátil de conductividad eléctrica y pH serie sevengo duo pro, marca Mettler Toledo | 1 |
| | Medidor portátil de oxígeno disuelto serie seven2go, Mettler Toledo | 1 |
| | Sensor manual de oxígeno y temperatura combinado cm 37, marca Rottegrad | 1 |
| | Dispositivo de medición de calidad rm 82 básico con dos sondas de temperatura, dos vasos Dewar con soporte, marca Rottegrad | 1 |
| | Medidor de conductividad channelmulti-meter, 5014, 5070 electr, stirr, marca Hach. Incluye: avanzada de sobremesa mm374 ph, conductividad y ise varios metros, canal 1:ph, orp/redox y conductividad con la temperatura, canal 2:ph, orp/redox | 1 |
| | Hydrometer marca Seba (medidor de niveles de agua longitud 100 mts) | 1 |
| | Permeámetro de drenaje , marca Armfield, modelo: FEL10 | 1 |
| | Pluviógrafo automático integrado e+rain set with synthetic rain gauge, marca EIJKELKAMP | 3 |
| | Equipo para toma de muestras sin alterar marca Sata, incluye: barra de extensión de 50 cms, cruceta con pera para golpeo y rosca, cuchilla de corte, 10 anillos de 50 mm de altura en acero inoxidable, mazo de golpeo, espátula de corte marca Maser. | 1 |
| | Termómetro termopar tipo K: de -50 a 1350°C, marca Hanna | 1 |
| | Estación meteorológica marca Watchdog 2900ET | 2 |
| | Mufla digital 16 lt. Control PID con 8 rampas programables. Dimensión 23x30.5x23cm, temperatura máx. de uso 1100 °C, alimentación: 220v marca Aceq. Incluye 2 placas cerámicas de 21*30 cm aprox y 8 postes de 35x35x50cm | 1 |
| | Medidor multiparámetro portátil serie sevengo duo pro, mediciones de doble canal, gestión de sensores inteligentes (ISM) modelo: sg78 - fk2 marca Mettler Toledo. | 2 |
| | Medidor de conductividad hidráulica insaturada en muestras de suelo no perturbadas, UMS HYPROP2, marca Meter AG | 1 |
| | Turbidímetro portátil con maletín marca Hach modelo 2100Q | 1 |
| | Sensor de humedad de suelo, sm150t código: fsv-50021 marca: Delta-T | 6 |
| | Datalogger, gp1, código: fsv-50001, marca Delta-T | 3 |
| | Medidor magnético marca HACH modelo FH950 | 1 |
| | Pluviómetro HOBO con registrador de datos, marca Onset | 2 |
| | Autoclave eléctrica a vapor, ref: 01000776, marca All American | 1 |
| | Incubadora 53 Línea red line, marca Binder. | 1 |
| | Nevera HACEB mini bar gris 77 CM3 , 47 cm capacidad 87L | 1 |
| | Agitador magnético/calentamiento 10L MS7-H550-S 0-1500 RPM/LED/550°C, marca L.P. PRO | 1 |
| | Estación Meteorológica Vantage PRO-2 plus inalámbrica, incluye consola de visualización | 2 |
| | Báscula pesadora r31p6 marca Ohaus | 1 |
| | Espectrofotómetro dr1900 portable con usb + módulo de poder, marca Hach | 1 |
| | Equipos de computo | 4 |
| Licencias | ArcGIS for Desktop Advanced Concurrent Education and Research Lab Kit License | 1 |
| | ArcGIS Spatial Analyst for Desktop Concurrent Education and Research Lab Kit License | 1 |

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| | IBM SPSS statistics con un módulo base | 1 |

#### 10.1.1.4.3 Laboratorio de Mecánica de Fluidos

El laboratorio está orientado hacia la demostración y experimentación de los fenómenos estudiados en la Mecánica de Fluidos. Sus instalaciones cuentan con el equipamiento necesario para la realización de prácticas relacionadas con las propiedades de los fluidos (ej. Viscosidad, Densidad), así como su comportamiento estático y dinámico. Se realizan prácticas como la demostración del Teorema de Bernoulli, fricción en tuberías, demostración de Osborne-Reynolds, entre otros. La Tabla 52 muestra los equipos con los que cuenta este laboratorio:

Tabla 52 Equipos de laboratorio de mecánica de fluidos

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| Equipos | Módulo para estudiar presión hidrostática, modelo F1-12, marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración de estática de fluidos y manometría, modelo F1-29, marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración de propiedades de fluidos, modelo F1-30, marca Armfield | 2 |
| | Banco hidráulico, modelo F1-10-B, marca Armfield | 4 |
| | Equipo de demostración del teorema de Bernoulli, modelo F1-15, marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración de impacto de un chorro contra superficies, modelo F1-16, marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración de descarga por orificio y trayectoria de chorro libre, modelo F1-17, marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración de unidad de medición de fricción de fluidos, modelo C6-MKII-10, marca Armfield | 1 |
| | Manómetro de agua presurizada, modelo H12-2, Marca Armfield | 1 |
| | Medidor de presión portátil, modelo H12-8, Marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración de Osborne-Reynolds, modelo F1-20, marca: Armfield | 1 |
| | Módulo de demostración de caracterización de las bombas centrifugas, modelo F1-27-B, marca Armfield | 1 |
| | Equipo de demostración del tubo Pitot, modelo F1-33, marca Armfield | 1 |

#### 10.1.1.4.4 Laboratorio de Geomática

El laboratorio de Geomática presta servicios en los campos del conocimiento en Ingeniería, ciencias de la computación, ciencias de la tierra, sistemas de información y de decisión, ciencias de la ingeniería, telecomunicaciones, teoría de la información, de la señal y de las comunicaciones, construcción y temas relacionados; edificación, tecnología, construcciones, generalidades e ingeniería del medio ambiente. La Tabla 53 evidencia los equipos con los que cuenta este laboratorio:

Tabla 53 Equipos de laboratorio de Geomática

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| Equipo de cómputo de alto rendimiento CRAY CX1 | La CRAY CX1 es un arreglo de unidades de cómputo interconectadas con una red de datos de alta velocidad (Infiniban). Dos (2) de estas unidades son servidores de alto rendimiento y uno adicional tiene tarjeta de cómputo gráfico avanzado.<br>Cada servidor tiene al menos un procesador Intel Xeon. Los servidores se utilizan para prestar servicios de cómputo y de información geográfica por medio de servicios web y acceso remoto a la tarjeta gráfica. Se cuenta con una tarjeta gráfica NVidia Quadro utilizada para procesamiento gráfico. | 1 |

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| Sistema de almacenamiento integral SAN HP P2000G3 | Con capacidad actual de almacenamiento de 40 TB aprox., tres (3) *enclosure* con 6 discos de 2 TB de 3.5" con 7.2K, 18 discos de 600 GB de 3.5" con 15K y 25 discos de 900 GB de 2.5" con 10K. | 1 |
| Servidor HP Proliant DL180 G6 | Equipo de cómputo con procesador Intel Xeon Quad Core y conexión a la SAN para aplicaciones académicas. | 1 |
| Switch de comunicaciones HP 5130 JG932A | Dispositivo de interconexión de redes con 24 puertos Gigabit y 4 puertos SFP, para ofrecer red Giga Ethernet, con 1 GB SDRAM y conexión dedicada de fibra óptica desde el núcleo central de la Universidad. | 1 |
| Rack de servidores de 42 U | Equipado con sistema KVM de 8-puertos marca APC de 15" y conexión dedicada de fibra óptica. | 1 |
| Sistema de alimentación ininterrumpida - UPS | Sistema de alimentación APC de 30 KVA, para el centro de datos y las salas de cómputo, con autonomía para carga total de 1 hora. | 1 |
| Computador iMac de 21,5" | Computador iMac de 21,5" LED con procesador Intel I3 de 3,06 GHz, con 12 GB de memoria RAM, con tarjeta de video ATI Radeon HD 4670 y 500 GB de espacio en disco | 17 |
| Computador iMac de 21" | Computador iMac de 21.5" con procesador Intel Core I5 de 4 núcleos, 2,7 GHz, 8GB de RAM, disco duro de 1 TB. | 13 |
| Computador iMac de 27" | Computadores iMac de 27" LED Dual Boot | 5 |
| Computador HP COMPAQ 6005 Pro Business | Computador COMPAQ 6005 Pro Business PC con procesador AMD Phenom II X4 B95 3.0 GHz, 12 GB de memoria RAM y 300 GB de espacio en disco | 40 |
| Computadores Dell Optiplex 780 | Computador Dell Optiplex 780 minitower con procesador Intel Core 2 Quad 2.66 GHZ, RAM de 8 GB y disco duro de 300 GB | 6 |
| Computadores Dell Optiplex 790 | Computadores Dell Optiplex 790 con procesador Intel Core i7 de 2,6 GHz, 8 GB de memoria RAM, 1 TB de espacio en disco y tarjeta de video NVIDIA Quadro FX 580. | 10 |
| Computadores Dell Precision T1650 | Computadores Dell Precision T1650 con procesador Intel Xeon E3-1270, 8 GB de memoria RAM, 1 TB de espacio en disco | 7 |
| Computadores Dell Precision T5600 | Workstation compuesto por un procesador Intel Xeon E5, 32 GB de RAM DDR3 y tarjeta de video Nvidia Quadro 2000/4000 | 4 |
| Computadores HP WS Z200 | Computadores HP Z200 workstation, procesador Intel Xeon X3480 3,06 GHz 4 núcleos, motherboard tecnología Intel, memoria RAM de 8 GB con tecnología DDR3 ECC | 11 |
| Portátil THINKPAD T460P | Portátil Thinkpad T460P, procesador Intel Core I7 2.7 GHz con tarjeta de video integrada Intel *Graphics* 530, de 16 GB de RAM, disco duro 500 GB | 2 |
| Portátil Dell Latitude E6440 | Portátil Dell Latitude e6440 Intel Core I7 4600m, RAM de 16 GB, Disco duro de 1 TB con pantalla de 14" | 2 |
| Portátiles HP Elite Book 8540W | Portátiles HP Elite Book 8540W, con procesador Intel Core I7-620M, 2.66 GHZ, 4 MB cache 1.3, memoria RAM de 4 GB DDR3 | 1 |
| Pantallas ViewSonic V3D245 | Monitor Viewsonic V3D245 | 2 |
| Pantallas LCD LED 3D de 23" LG | Pantallas LCD LED de 23" marca LG para visualización Full HD en 3 dimensiones con 1 par de gafas incluidas. Tiene resolución 1920 x 1080, ángulo de visión de 170° H y 160° V, con puertos HDMI, DVI-D y D-Sub | 24 |
| Pantallas LED de 27 Apple | Pantallas LED de 27" marca Apple con resolución de 2560 x 1440, ángulo de visión 178° H y 178° V, con puertos Thunderbolt, USB 2.0, FireWire, Gigabit Ethernet | 4 |
| Tablet Lenovo Yoga Tab 3 10" | Tablet Lenovo Yoga Tab 3 10" color negro, resolución 1280X800 Sistema operativo Android OS V5.1, Memoria de 1 GB, disco duro 16 GB pantalla 10.1", HD, EIFI, cámara de 8 MP | 8 |
| Tableta IPAD Apple | Tablet IPAD WI-FI 4G 32GB white-SPA | 2 |
| Plotter | Plotter HP Design Jet 4520ps de alta velocidad, doble rollo | 1 |
| GPS de precisión marca Trimble GeoXM | Equipo GEOXM Handheld - 2008 Series | 2 |
| GPS GARMIN REF C TREX VISTA | GPS GARMIN REF C TREX VISTA | 2 |

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| KIT GPS RTK Topcon GR-5 | Tecnología GNSS que combina las tres constelaciones de posicionamiento: GPS, GLONASS y GALILEGO mejorando la precisión y confiabilidad de las posiciones de levantamiento. Incluye kit de sistema base y receptor GNSS GR-5, Colector FC-236, nivel de burbuja, trípode, bastón, cinta métrica y software, Utilizado para colectar datos de posicionamiento en forma rápida y precisa en las áreas de topografía, ingeniería civil, construcción, etc. | 1 |
| Vehículo aéreo no tripulado eBee | Vehículo aéreo no tripulado eBee plus con cámara de 16 MP + batería de 3 celdas de Litio Polímero, duración de vuelo de 40 – 45 minutos, velocidad de crucero de 10-16 m/s, radio de comunicación de hasta 3 km, resistencia al viento de 12 m/s, cobertura de imagen de 1.5 a 6 $km^2$ y resolución de imagen de 3-30 cm/píxel | 1 |
| Vehículo aéreo no tripulado Sensefly MX-12 | Vehículo Aéreo no Tripulado Sensefly GRAUPNER/SJ HOTT MX-12 | 1 |
| GPS de precisión marca Trimble GeoXM | Equipo GEOXM Handheld - 2008 Series | 2 |
| Drone Phantom 4 | Drone Phantom 4 (Quadrotor Dji Phantom 4, incluye Quadrotor Phantom y Gimbal estabilizador de cámara de 3 ejes cara 12 MP con resolución 4K video hasta 120 fps FHD control remoto sistema Dji Lightbridge Link FPV en HD integrado | 1 |
| Drone Phantom 4 Pro | Drone Dji Phantom 4 pro (incluye: Aircraft,1 control remoto, 1 batería inteligente, 1 cargador, 2 kit de hélices, estuche de transporte, memoria micro SD clase 10 de 16 GB y manuales de instrucción) | 1 |
| Manómetro digital de precisión | Manómetro digital de precisión - modelo CPG1500 WIKA versión estándar con rango de medición de mínimo 0 ... 15,000 PSI y partes en contacto con el medio en acero inoxidable con exactitud de 0.05 % fs y función de registro de 5 a 0 valores medidos por segundo. | 3 |
| Kit de visión estereoscópica | El kit de visión estereoscópica está compuesto de gafas de visión 3D activas, software de NVidia, cable de recarga y pantallas LCD LED de 23,6" marca VIEWSONIC V3D245 para visión estereoscópica en 3 dimensiones | 2 |
| Cámara Panorámica Ladybug 3 | Dispositivo que consiste de seis cámaras sincronizadas para captar y procesar videos esféricos en tiempo real de forma estática o en movimiento. Cada cámara tiene una resolución de 2 MP, que permite abarcar una visualización mayor al 80% de una esfera y obtiene imágenes JPEG con resolución de 12 MP a una velocidad de 15 FPS. | 1 |
| Cámara GOPRO Hero 5 Black | Cámara computador de seguimiento Timelapse - captura de ubicación GPS, campo de visión (fov) óptica + objetivo 4k 12 MP, velocidades de ráfaga, inalámbrica integrada wi-fi. | 2 |
| Láser Escáner Terrestre TLS – VZ-400 | Equipo Laser Terrestre 3D VZ-400 marca RIEGL basado en la tecnología láser que permite obtener la información topográfica y geométrica de cualquier objeto de forma rápida y con una precisión del orden de los milímetros. Incluye cámara Nikon D700 de alta precisión. Alcance mínimo 1.5 m, Alcance máximo 160 m – 600 m, Precisión 3 mm, Exactitud 5 mm, Velocidad 100 KHz – 300 KHz, Cantidad de puntos/segundo 42.000 – 120.000, Ángulo de alcance 100° en Vertical y 360° en Horizontal, Receptor GPS Integrado con antena L1 y almacenamiento SSD 32 GB. | 2 |
| Sistema de posición y orientación para vehículos terrestres POSLV Applanix | Integra un completo sistema de posicionamiento satelital GNSS, un sistema de medición inercial IMU, un sistema de control PCS, y un sistema de medición de distancia DMI. | 1 |
| Computador *Notebook Fully Rugged* GETAC B300 | Computador portátil robusto para uso en zonas de riesgo y condiciones extremas. Resistente a golpes y vibraciones, con tapas y puertas selladas para evitar daños por causa de partículas sólidas y humedad. MonitorPantalla táctil de 13,3" de 1400 Nits con tecnología QuadraClear, Procesador Intel Core i7 (2,3 GHz), Almacenamiento en unidad de estado sólido SSD (160 GiB), Memoria RAM 8 GiB DDR3, Interfaces de comunicación HDMI, VGA, USB 3,0, RJ45-11, IEEE 1394ª Ranura de expansión Express Card de 54 mm, Estándares de robustez MIL-STD-810G e IP65 | 1 |
| Cámara para medición en 3D de alta velocidad C4-2040-GigE | El cálculo completo de los datos en 3D se lleva a cabo dentro de la cámara mediante la tecnología C4 y la obturación se puede llevar a cabo mediante señal externa. Sensor CMOS Interfaz de comunicación Gigabit Ethernet, Resolución 2048 x 1088, Tamaño del píxel 5,5 x 5,5 $\mu$m, formato de datos 10 bits, tasa de líneas 180 – 32300 Hz, montaje de lente Tipo F-Mount, sincronización señal externa (Trigger), e iluminación control integrado. | 1 |

| Elemento | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| Generador de línea láser de alta potencia Lasiris Magnum II | Láser de alta potencia e intensidad para aplicaciones industriales, opera en conjunto con la cámara C4-2040 para la medición en 3 dimensiones. Longitud de onda 635, 665, 680, 808, 810 nm, distribución de intensidad longitudinal uniforme, Grosor de línea ajustable, Potencia de salida 500 – 7000 mW y diseño robusto. | 1 |
| Radio Motorola | Radio Motorola T460 2-way radio (Dark Blue 2-pack) paquete por 2 PN:T460. | 2 |
| Medidor láser de distancia | Medidor láser de distancia-Topone handheld digital laser Distancia 328 pies de medida láser con teorema de Pitágoras, auto calibración de almacenamiento (30 unidades) Range Finder. | 7 |
| Cámara autonivelante con carrete para inspección de tubería EMPSA | Cámara autonivelante con carrete para inspección de tubería. Capacidad de acometida de 5 – 30 cm. Longitud mínima de cable de 90 m. Trasmisor de sonda de 512 Hz. Resolución mínima de vídeo 768(H) x 494(V). Iluminación LED. Profundidad aprueba de agua de 100 m. Aplicación industrial. | 1 |
| Monitor de grabación digital RIDGID | Monitor de grabación digital compatible con carretes para captura de video e imágenes. Pantalla de mínimo 150 mm x 114 mm color LCD, con resolución mínima de 640 x 480. Micrófono y altavoces integrado. Incluye baterías y cargador. | 1 |
| Medidor de flujo ultrasónico portátil Flexim | Medidor de flujo ultrasónico portátil, tipo Clamp On, marca Flexim, modelo Fluxus f601 para medición de líquido. | 1 |
| Georadar de vehículo Multipropósito marca Geophysical Survey Systems | Utilizado para la localización de instalaciones subterráneas (gas, electricidad, alcantarillado) de manera no destructiva, así como para la inspección de vías, superficies de puentes, investigación arqueológica y geológica, recuperación ambiental, entre otros. Antena 400 o 270 MHz, Sistema de adquisición de datosGSSI SIR-3000, Puertos RS232, Memoria tipo Compact flash con sistema de posicionamiento y resistente al agua. | 1 |
| Tomógrafo geoeléctrico | Tomógrafo con Supersting r8/ip/sp/wifi resistivity meter complete, supersting r8 switch box 56 electrode system complete. El SuperSting es un instrumento medidor de resistividad, polarización inducida y potencial espontáneo. El equipo puede ser usado para sondeos eléctricos verticales (SEV), tomografías eléctricas en 2D, 3D y 4D (lapsos de tiempo) en superficies o con cables especiales, en perforaciones y bajo el agua en ríos, lagos, presas o mares para investigar las condiciones del fondo. | 1 |

#### 10.1.1.5 PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS

La Universidad Industrial de Santander reconoce la apropiación y uso adecuado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como una estrategia que genera posibilidades para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de una amplia gama de recursos y servicios. Es por esto que cuenta con la Política de apoyo a la formación mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y su respectivo programa de implementación, adoptando Moodle como plataforma institucional.[213]

En la plataforma Moodle los profesores cuentan con diferentes recursos para el desarrollo de las experiencias de aprendizaje que se brindarán a los estudiantes en la actividad académica que dirija, de tal forma que cada una de ellas tendrá su propia información, recursos y actividades. La plataforma está disponible en la web institucional en el enlace: https://tic.uis.edu.co/ava/login/index_ingreso.php.

Sumado a lo anterior, la Universidad cuenta con el licenciamiento Campus agreement con Microsoft de Colombia, el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft Open Value Suscription for Educations solutions (OVS-ES), incluye la plataforma Teams, la cual permite:

[213] Universidad Industrial de Santander. Informe de Autoevaluación Institucional 2021. Numeral 5.4.1, pág. 150. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/acreditacionInstitucional/documentos/InformeAutoevalucionInstitucional2021.pdf

- Comunicación y colaboración en encuentros sincrónicos y asincrónicos a través de chat.
- Compartir documentos, videos, audios.
- Administrar calendarios y sincronizarlos entre el profesor y sus estudiantes.
- Acoplamiento con otras aplicaciones cubiertas en el licenciamiento.

Adicionalmente, debido a la coyuntura generada por la pandemia por Covid-19, la Universidad dispone de 700 salas en la plataforma Zoom, como espacios de trabajo para actividades académicas presenciales sincrónicas en línea e híbridas. De manera particular, el área de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 8 salas zoom al servicio exclusivo de sus programas, para el desarrollo de las diferentes actividades que requieren de comunicación e interacción con sus estudiantes y profesores, conferencistas, consulta a expertos, entre otras. Las salas Zoom permiten:

- Comunicación y colaboración entre estudiantes, y estudiante-profesor por medio de salas de reuniones de video, uso compartido múltiple, encuestas y chats.
- Seguimiento de la participación de los estudiantes a través de paneles de gestión de usuarios para el seguimiento del uso, asistencia, datos de reuniones y más.
- Fácil integración con otras plataformas o software como: Moodle, Canvas, Desire2Learn, Sakai y Sistemas de gestión de aprendizaje Blackboard.
- Grabación de sesiones y transcripción automática, brindando la oportunidad a los estudiantes de ver nuevamente el contenido desarrollado en la actividad académica en sus horas de trabajo independiente.

Este recurso es administrado por la División de Servicios de Información y la comunidad académica puede hacer uso de él mediante solicitud a través de la página de la universidad. Para usar esta plataforma se requiere tener un correo electrónico activo con los dominios @uis.edu.co o @correo.uis.edu.co.

Las anteriores plataformas tecnológicas seguirán siendo utilizadas en el Programa, especialmente debido al mayor uso de espacios de interacción en línea definidos con la reforma de la Maestría, puesto que los estudiantes alternarán su uso en las horas de interacción con el profesor, de forma que un fin de semana tendrán actividades de manera presencial en el campus y la siguiente semana mediada por TIC, y así sucesivamente.

En cuanto la valoración de las suficiencia y pertinencia de los medios educativos presentados en los numerales 10.1.1.1 a 10.1.1.5, estos han sido valorados positivamente tanto por los estudiantes como por los profesores del programa, evidencia de ello se recopiló durante el proceso de autoevaluación de la Maestría llevada a cabo en el año 2021, cuyo informe se encuentra en el Anexo IX de este documento.

### 10.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN Y RESULTADOS DEL PLAN DE ADQUISICIÓN, CONSTRUCCIÓN, O PRÉSTAMO DE LOS MEDIOS EDUCATIVOS EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

Para la adquisición, actualización y reposición de los medios educativos, la Universidad cuenta con una herramienta de planeación institucional que se denomina Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPPI), por medio de la cual, las diferentes unidades académicas y administrativas gestionan recursos de inversión institucionales para actualizar o reponer diferentes equipos de laboratorio y de cómputo, así como los grandes proyectos de inversión en infraestructura física. El BPPI se encuentra debidamente organizado y reglamentado y luego de un proceso de revisión y viabilidad técnica, los proyectos elegidos son presentados ante el Consejo Superior de la Universidad, instancia que aprueba los proyectos y asigna los recursos, para luego ser ejecutados de acuerdo con la norma interna para la ejecución de proyectos de

inversión. En la Tabla 54 se presentan las partidas presupuestales asignadas para financiar la inversión institucional, en las últimas vigencias.

Tabla 54 Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión institucional (millones de pesos)

| Rubro | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Adquisición de bienes | 33.307 | 58.556 | 53.860 | 25.188 | 32.976 | 33.760 | 40.244 |

Fuente: Presupuesto de cada vigencia ejecutado, consolidado.

De la ejecución del presupuesto institucional se destinaron $19.424.426.704,79 para la adquisición de material bibliográfico en el periodo de vigencia del registro calificado, entre los cuales principalmente se invirtió en suscripción a las bases de datos, tal como se relaciona a continuación (cf. Tabla 55)

Tabla 55 Inversión anual en recursos bibliográficos

| Año | Libros | Bases de datos | Revistas especializadas (formato online) | Inversión total por año |
|---|---|---|---|---|
| 2016 | 374.555.677,0 | 723.060.603,50 | 91.372.760,00 | 1.188.989.040,5 |
| 2017 | 402.336.464,6 | 3.684.777.354,53 | 1.865.523.109,47 | 5.952.636.928,6 |
| 2018 | 40.738.294,0 | 3.702.119.351,72 | 980.679.197,10 | 4.723.536.842,8 |
| 2019 | 259.974.100,0 | 1.354.670.559,67 | 1.298.449.996,52 | 2.913.094.656,19 |
| 2020 | 7.111.486,0 | 2.983.307.663,61 | 1.655.750.087,09 | 4.646.169.236,7 |
| Total | **$ 1.084.716.021,6** | **$ 12.447.935.533,03** | **$ 5.891.775.150,18** | **$ 19.424.426.704,79** |

Fuente: Informe de Autoevaluación Institucional, 2021[214].

Para asegurar que se adquieren recursos bibliográficos pertinentes a cada programa académico de la UIS, la Universidad definió la función de "profesor enlace" para cada Escuela de la institución, quien se encarga de mantener el contacto permanente con la Biblioteca de la UIS. Durante la vigencia del registro calificado la Escuela de Ingeniería Civil contó con un profesor enlace, quien comunicó la apertura de las convocatorias que llevó a cabo la biblioteca para la recepción de los listados del material bibliográfico requerido por la Escuela para sus programas académicos, incluida la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, permitiendo que se mantuviera el material adecuado para el desarrollo del plan de estudios.

Así mismo, la Universidad incluyó partidas dentro de la ejecución presupuestal para adquisición de recursos informáticos, audiovisuales, software y plataformas tecnológicas, tal como se evidencia en la Tabla 56.

Tabla 56 Inversión recursos informáticos, audiovisuales, software y plataformas tecnológicas

| Recurso | Año | Descripción |
|---|---|---|
| Software | 2017 | Acuerdo 059 de 2017 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura excepcional del año 2018 para contratar la renovación del licenciamiento corporativo EES (Enrollment for Education Solutions) de Microsoft para la UIS.<br>$550.000.000 |

[214] Universidad Industrial de Santander. Informe de Autoevaluación Institucional 2021. Numeral 5.11.1, pág. 316. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/acreditacionInstitucional/documentos/InformeAutoevalucionInstitucional2021.pdf

| | | |
|---|---|---|
| | 2018 | Acuerdo 033 de 2018 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura excepcional del año 2019 para contratar la renovación del licenciamiento corporativo EES (Enrollment for Education Solutions) de Microsoft para la UIS.<br>$602.467.260 |
| | 2019 | Acuerdo 043 de 2019 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de las vigencias futuras excepcionales 2020 y 2021 para contratar la renovación del licenciamiento corporativo EES (Enrollment for Education Solutions) de Microsoft para la UIS.<br>$1.312.520.000 |
| | 2021 | Acuerdo 033 de 2021 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura excepcional para la vigencia 2022 para contratar la renovación del licenciamiento corporativo EES (Enrollment for Education Solutions) de Microsoft para la Universidad Industrial de Santander.<br>$696.400.875 |
| Equipos informáticos | 2016 | Acuerdo 092 de 2016 del Consejo Superior:<br>Comprometer presupuesto del año 2017 para contratar la extensión de garantía y soporte para los equipos y soluciones: servidores de alta capacidad y desempeño, sistemas de almacenamiento (san) y soluciones de respaldo (back up), así como el mantenimiento preventivo para impresoras de alta velocidad de la Universidad Industrial de Santander.<br>$270.953.496 |
| | 2017 | Acuerdo 054 de 2017 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura ordinaria con el propósito de adelantar la contratación de la extensión de garantía y soporte de los equipos y soluciones conformado por servidores de alta capacidad y desempeño, sistemas de almacenamiento (SAN) y soluciones de respaldo (Back up), así como el mantenimiento preventivo para impresoras de alta velocidad.<br>$ 638.962.230 |
| | 2018 | Acuerdo 042 de 2018 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura excepcional del año 2019 para la renovación de la plataforma de servidores de alto rendimiento, sistemas de almacenamiento, respaldo e impresoras para el soporte de las aplicaciones informáticas de misión crítica de la Universidad.<br>$6.800.000.000 |
| | 2019 | Acuerdo 066 de 2019 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura ordinaria del año 2020 para la adquisición de un equipo servidor y un sistema de almacenamiento que harán parte de la plataforma de desarrollo del proyecto de renovación de los sistemas de información administrativos de la UIS.<br>$ 313.568.696,05 |
| | 2020 | Acuerdo 047 de 2020 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura excepcional del año 2021 para adelantar el proceso de contratación para la adquisición de equipos de cómputo, en el marco del proyecto de inversión: "Renovación de equipos de cómputo del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación - CENTIC".<br>$3.118.000.000 |
| Equipo Audiovisual | 2020 | Acuerdo 049de 2020 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura excepcional del año 2021 para la contratación de bienes y servicios para la ejecución del proyecto: "Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, FASE I.<br>$2.776.000.000 |

Fuente: Sistema de Información INTRANET UIS, 2022.

Complementariamente a los recursos del presupuesto general, la Escuela de Ingeniería Civil genera recursos propios que provienen de actividades de extensión (posgrados de profundización, proyectos de extensión, cursos, etc.); con los excedentes invierte en insumos y equipos para uso de todos los programas adscritos a las EIC (entre ellos la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental), con el propósito de fortalecer el normal desarrollo de los mismos, tales como: equipo de cómputo, licencias para software especializado, equipos de laboratorio, equipos audiovisuales y equipos de oficina. A

continuación (cf. Tabla 57), se detallan los valores de inversión anuales en medios educativos de los últimos años en la EIC:

Tabla 57 Inversión en Medios Educativos en la Escuela de Ingeniería Civil

| MEDIOS EDUCATIVOS | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Equipos de laboratorio | 12.858.276 | 35.854.086 | 14.075.050 | 65.628.191 | 2.688.688 | 1.188.786 |
| Equipo audiovisual y de comunicaciones | 6.690.857 | | 7.829.262 | 14.289.329 | | 1.547.214 |
| Equipo de oficina | | 8.808.368 | 25.498.748 | 27.001.576 | | |
| Equipo de computo | 24.954.305 | 19.949.146 | 47.264.738 | 3.916.424 | 13.862.799 | 8.335.839 |
| Elementos de laboratorio | | | 1.204.796 | 1.577.083 | 6.849.594 | |
| Licencias de Software | 68.298.389 | 33.033.063 | 40.116.760 | 72.550.673 | 36.268.282 | 35.263.213 |
| Montaje e Instalaciones | | | 6.333.964 | | | 5.688.298 |
| **TOTAL ANUAL ($)** | **112.801.827** | **97.644.663** | **142.323.318** | **184.963.276** | **59.669.363** | **52.023.350** |

Otra fuente de recursos para la inversión que apoya la adquisición, actualización y reposición de los medios educativos, especialmente equipos de laboratorio y de cómputo, son los proyectos que los grupos de investigación logran financiar con recursos tanto externos como internos; una vez se termina el respectivo proyecto, los equipos quedan como apoyo al desarrollo de investigación en donde participan estudiantes de todos los programas de la EIC.

### 10.1.3 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DEL PLAN DE ADQUISICIÓN, CONSTRUCCIÓN O PRÉSTAMO DE LOS MEDIOS EDUCATIVOS

Como se mencionó en el numeral anterior, en la Universidad, las unidades académicas y administrativas gestionan recursos institucionales para inversión mediante el Banco de Programas y Proyectos de Inversión, los cuales, luego de un proceso de revisión y viabilidad técnica, pueden ser elegidos e incluídos en el Programa Operativo Anual de Inversiones (POAI), es decir que la inversión se realiza de manera anualizada, por lo tanto, no se tiene un plan de adquisición de medios educativos para los próximos siete años.

A nivel de la Escuela de Ingeniería Civil se prevé continuar invirtiendo en medios educativos para el desarrollo de los programas adscritos a ella, incluyendo la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, de tal forma que para la próxima vigencia del registro calificado se proyecta el plan de adquisición/reposición, mantenimiento y/o actualización de medios educativos descrito en la Tabla 58.

Tabla 58 Plan de adquisición/reposición, mantenimiento y/o actualización, de medios educativos en la Escuela de Ingeniería Civil

| ACCIÓN | MEDIOS EDUCATIVOS | UBICACIÓN | FUENTE DE RECURSOS |
|---|---|---|---|
| Mantenimiento | Equipos de laboratorio | Laboratorios de la EIC | EIC |
| | Equipo audiovisual y de comunicaciones | Salones EIC, Oficinas de profesores/administrativas EIC | EIC |
| | Equipo de oficina | Oficinas de profesores/administrativas EIC | EIC |
| | Equipo de computo | Salas de cómputo, Oficinas de profesores/administrativas, sala de estudiantes de posgrado, EIC | EIC |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Reposición | Elementos de laboratorio | Laboratorios de la EIC | UIS y EIC |
| Renovación | Licencias de Software | - | EIC |

Adicionalmente, el Grupo de Investigación GPH ha definido y presentado el proyecto de repotenciación del laboratorio de Procesos Ambientales a la Universidad a través de la Decanatura de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, con el fin de conseguir los recursos que permitan finalizar la compra de equipos requeridos para su consolidación, por un monto de aproximadamente $404.000.000. Se espera que a corto plazo la UIS asigne los recursos para materializar este proyecto.

## 10.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LOS MEDIOS EDUCATIVOS

### 10.2.1 RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE ASIGNACIÓN DE MEDIOS EDUCATIVOS

Los medios educativos correspondientes a la Biblioteca (numeral 10.1.1) están abiertos para uso por toda la comunidad universitaria, esto quiere decir, que no están asignados exclusivamente para un programa o tipo de usuario, solicitando su préstamo ya sea en forma presencial en el edificio de biblioteca, o mediante la web institucional en la sección de biblioteca (http://tangara.uis.edu.co/), utilizando el código estudiantil o docente.

Así mismo, los estudiantes, profesores, y administrativos pueden utilizar todos los servicios que presta el CENTIC (numeral 10.1.1.2) mediante solicitud a través del módulo dispuesto para tal fin en la página web institucional (https://www.uis.edu.co/recursos_centic/reservar.jsp).

Los medios educativos correspondientes a la Escuela de Ingeniería Civil son administrados generalmente por los técnicos de laboratorio, y en algunos casos por los profesores, quienes capacitan a los estudiantes en el uso apropiado de los equipos y/o software, y asignan su préstamo para desarrollo de actividades de docencia, investigación y/o extensión de manera organizada y planificada. Para el préstamo de equipos de laboratorio, los estudiantes deben contar con el respaldo de su director de trabajo de grado. Si los equipos se utilizarán fuera del campus universitario se debe gestionar el permiso de salida de bienes ante la División de Planta Física y la Sección de Inventarios, contando con la autorización del servidor responsable del equipo. La solicitud de salida de equipos se puede realizar a través del sistema de información de la universidad, siguiendo la ruta: Pág. Web UIS/intranet/Pestaña Planta Física/ Solicitudes/ Salida de equipo UIS. Para el préstamo de salas de informática o equipo de cómputo en la EIC, se cuenta con una oficina de coordinación, ubicada en los espacios físicos asignados al grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas, quienes administran el acceso, manejan la disponibilidad de horario, dan soporte técnico a los estudiantes y realizan el mantenimiento preventivo a los equipos.

Los anteriores procesos de asignación de medios educativos se han seguido a cabalidad en la Institución, la Escuela y la Maestría, garantizando que el desarrollo de las actividades académicas y formativas se realizara de manera organizada. Como resultado todos los estudiantes y profesores cuentan con código y cuenta de correo institucional, lo cual les permitió la comunicación y solicitud de servicios relacionados con los medios educativos (préstamo de recursos bibliográficos, consulta en línea de recursos electrónicos, cursos en la plataforma Moodle, etc.), el acceso a las plataformas tecnológicas en las que se llevaron a cabo las actividades académicas durante el periodo de presencialidad remota debido a la pandemia por Covid-19 para las clases en línea. Así mismo, el programa contó con un salón de los asignados a la Escuela de Ingeniería Civil para el desarrollo de las actividades académicas, el cual está dotado con los recursos audiovisuales necesarios para el proceso formativo.

### 10.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN Y RESULTADOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE MEDIOS EDUCATIVOS EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

En la UIS los planes de mantenimiento, actualización y reposición de los medios educativos con que cuentan los programas académicos no están bajo la responsabilidad directa de las escuelas o departamentos que los dirigen y administran, en su lugar, estas actividades se ejecutan de manera mancomunada entre cada Unidad Académico Administrativa (UAA) y la administración central de la Universidad, de acuerdo con los recursos financieros disponibles, la estructura organizacional y los procesos diseñados para estos fines, tal como se explica a continuación:

Como una institución de educación superior pública, del orden departamental, la Universidad es financiada con los aportes de la nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias. En cumplimiento de las normas institucionales y nacionales pertinentes, los recursos financieros disponibles se programan mediante un presupuesto general anual, que incluye de una parte la estimación de los ingresos que se reciben de las fuentes arriba enunciadas y de otra, la asignación de los recursos para atender el gasto de funcionamiento y de inversión de todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad.

De otra parte, se debe informar que dentro de la estructura organizacional se cuenta con dos dependencias adscritas a la Vicerrectoría Administrativa que son la División de Mantenimiento Tecnológico y la División de Planta Física, las cuales cuentan con personal, instalaciones y demás recursos logísticos para atender el mantenimiento y actualización de los medios educativos, según las necesidades y solicitudes de las escuelas que se tramitan por medio de un sistema de información interno diseñado para recibir, organizar y atender estos requerimientos. A estas dependencias se les asigna, durante cada vigencia presupuestal anual, las partidas requeridas para su normal funcionamiento, tal como se muestra en la Tabla 59, para las últimas vigencias presupuestales.

Tabla 59 Presupuesto aprobado 2015-2021 – División de Mantenimiento Tecnológico y Planta Física

| Dependencia | Presupuesto aprobado 2015-2021 (millones de pesos) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| División Mantenimiento Tecnológico Funcionamiento | 1.119 | 1.286 | 1.194 | 1.194 | 1.904 | 2.008 | 2.009 |
| División Planta Física Funcionamiento | 9.774 | 12.092 | 13.026 | 14.987 | 17.886 | 19.274 | 18.716 |
| **Total** | **10.893** | **13.378** | **14.221** | **16.892** | **19.929** | **21.283** | **20.725** |

Fuente: Presupuesto aprobado en cada vigencia

### 10.2.3 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE MEDIOS EDUCATIVOS

Como todas las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad, tanto la División de Mantenimiento Tecnológico como la División de Planta Física elaboran y presentan un plan de gestión anual, en donde se registran los compromisos de mantenimiento preventivo que se ha diseñado el año anterior y, además, durante todo el año, reciben y atienden solicitudes de mantenimiento correctivo de las dependencias de la Institución. De esta forma, el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo empleado por la UIS, no se proyecta por planes periódicos, por ejemplo, de siete años, sino que es una

actividad permanente que cuenta con los recursos suficientes para garantizar el normal funcionamiento del equipamiento institucional al servicio de los diferentes programas académicos.

Complementariamente, la Escuela de Ingeniería Civil tiene presente su compromiso con el mantenimiento y modernización tecnológica de los medios educativos necesarios para el desarrollo de las funciones misionales de docencia, investigación y extensión, de tal forma que identifica periódicamente las necesidades y oportunidades de mejora para realizar inmediatamente la respectiva inversión, tal como lo demuestran las cifras presentadas en la Tabla 57 del numeral 10.1.2 y los medios educativos de la Escuela descritos en los numerales 10.1.1.2 a 10.1.1.5. En ese sentido, se prevé continuar con su mantenimiento, actualización, y/o adquisición/reposición a través del plan presentando en la Tabla 58 del numeral 10.1.3

### 10.2.4 PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS FRENTE A LOS PROCESOS DE CAPACITACIÓN Y APROPIACIÓN EN EL USO DE MEDIOS EDUCATIVOS

La UIS cuenta con una Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aprobada mediante Acuerdo N° 277 de 2011 del Consejo Académico, en la que CEDEDUIS es la dependencia encargada de garantizar el soporte técnico y la capacitación del talento humano para el uso de estrategias didácticas que requieren el uso de las TIC en el proceso de formación.

Adicionalmente, la unidad de formación de la Biblioteca ofrece diferentes cursos y asesorías sobre temas específicos relacionados con:

- conocimiento y uso de base de datos y recursos electrónicos UIS: tiene como objetivo profundizar en el conocimiento y uso de las bases de datos y recursos electrónicos suscritos por la universidad, con apoyo de los auxiliares especializados y los proveedores de dichos recursos.

- estrategias de búsqueda y recuperación de información: tiene como propósito profundizar en el conocimiento de la Biblioteca Virtual UIS y proporcionar los pasos necesarios para realizar búsquedas especializadas mediante estrategias de recuperación de información.

- Scopus / WOS: Herramientas bibliométricas para investigación: conocer las características y uso de herramientas bibliométricas para optimizar procesos de investigación, mediante estrategias de revisión sistemática y análisis de métricas en revistas de impacto (Scopus/Web of Science).

- Turnitin: Uso ético de la información e integridad académica: Dar a conocer los principios éticos para el buen uso de la información y recomendaciones para incorporar buenas prácticas que fomenten y promuevan la integridad académica, evitando el plagio.

Sumado a lo anterior, el Programa cuenta con una jornada de inducción para presentar las particularidades de la Maestría, entre ellas lo referente a los medios educativos y de infraestructura física de la respectiva UAA disponibles para los estudiantes.

La capacitación en el uso apropiado de equipos y/o software de la Escuela de Ingeniería Civil se realiza por los profesores y los profesionales de sala de informática respectivamente, quienes son sus administradores, y asignan su préstamo para desarrollo de actividades de docencia, investigación y/o extensión de manera organizada y planificada.

Para fomentar el uso de los medios educativos en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, los profesores presentan al inicio de cada actividad académica, el programa

respectivo, y los recursos que los estudiantes necesitarán para un adecuado proceso de aprendizaje, tal como bibliografía especializada, software, recurso TIC, o equipo de laboratorio.

Aunque se cuenta con estrategias para capacitación y apropiación en el uso de medios educativos, no se cuenta con registro de la percepción de los usuarios sobre dichas estrategias. Es un compromiso del programa implementar un mecanismo para recolectar dicha percepción durante la vigencia del próximo registro calificado.

### 10.2.5 RESULTADOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA GARANTIZAR QUE LOS MEDIOS EDUCATIVOS ATENDERÁN LAS BARRERAS DE ACCESO Y LAS PARTICULARIDADES DE LAS PERSONAS QUE REQUIERAN DE AJUSTES RAZONABLES

Con miras a garantizar que los medios educativos atenderán las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, la Universidad ha establecido la Política de Educación Inclusiva[215], en la que declara que fomentará espacios físicos, académicos, e informáticos inclusivos, y ha venido trabajando para materializar dicha política mediante diversas acciones, tal como el Programa de inclusión de estudiantes en situación de discapacidad PIESD, en el que adelantarán acciones relativas a la accesibilidad a espacios, información y comunicación en coordinación con las Direcciones de Escuela a las que pertenecen los estudiantes, que permitan la consecución, adjudicación y evaluación de elementos o ayudas educativas necesarias para la inclusión, acordes con el tipo de discapacidad con característica temporal o permanente, que presente el estudiante (intérprete del lenguaje de señas, personal de apoyo en el aula, auxiliares docentes, tutores, monitores, guías intérpretes, reubicación de aulas, entre otros).

En el programa PIESD, se realizará según el caso, un trabajo coordinado con las unidades académicas y administrativas al interior de la Universidad: Biblioteca, Dirección de Admisiones y Registro Académico, Vicerrectoría Académica, Vicerrectoría Administrativa, División de Planta Física, División de Mantenimiento Tecnológico, Direcciones de Escuela y División de Recursos Humanos, así como con aquellas instituciones que tienen bajo su responsabilidad brindar atención y apoyo a las personas en situación de discapacidad, tales como el Instituto Nacional para Ciegos e Instituto Nacional para Sordos entre otros, con el objetivo de informar, sensibilizar y propiciar una cultura que favorezca la inclusión en el entorno universitario, en concordancia con el capítulo 4. Dimensión Administrativa, Artículo 16 de la Política de Educación Inclusiva[216], el cual cita: "Apoyos Institucionales Inclusivos: Responde a la materialización de estrategias de promoción y reconocimiento de los esfuerzos adicionales para fomentar el cumplimiento satisfactorio de las responsabilidades y deberes académicos, así como la favorabilidad en el logro de objetivos individuales, grupales y la comunidad universitaria. Con tal finalidad la universidad podrá adelantar acciones y estrategias de fomento a la educación inclusiva en el marco de su autonomía universitaria y según disponibilidad presupuestal, tales como: Intérpretes de lengua de señas colombiana, guías intérpretes, residencias universitarias, comedores, tarifa diferencial de matrícula, caracterización de ingreso, subsidios de sostenimiento, otorgamiento de créditos condonables, entre otras"[217].

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se alinea con esta política y las estrategias que la Universidad plantee para llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje inclusivo, lo

[215] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 032 de 2019. Política de educación inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la Universidad Industrial de Santander.
[216] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 032 de 2019. Política de educación inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la Universidad Industrial de Santander.
[217] Universidad Industrial de Santander. Guía de atención programa de inclusión de estudiantes en situación de discapacidad (PIESD), 2021. Disponible en: https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar_estudiantil/guias/GBE.72.pdf

cual requiere contar con los medios educativos necesarios para ello. Es de aclarar que hasta el momento no se ha contado con estudiantes que hayan requerido para el proceso de formación aplicar estas estrategias.

# 11 INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Los recursos físicos disponibles para uso del programa son de dos (2) tipos: a) Aquellos que son comunes para toda la comunidad educativa de la Universidad como los auditorios, las bibliotecas, salas de cómputo, los espacios deportivos, las zonas de recreación, cafeterías, entre otras; y b) Instalaciones disponibles para el programa de manera más específica. La infraestructura tecnológica es común para toda la Universidad con acceso dependiente del rol del usuario.

## 11.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

### 11.1.1 SEGUIMIENTO Y VALORACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA: CANTIDAD, CALIDAD Y CAPACIDAD

#### 11.1.1.1 INFRAESTRUCTURA FÍSICA COMUNIDAD UIS

La Universidad cuenta con una planta física comprendida por un Campus Central, la Facultad de Salud y las sedes UIS-Bucarica, UIS-Floridablanca, y UIS-Guatiguará; adicionalmente, la Universidad tiene sus sedes regionales en los municipios de Barbosa, Málaga, Socorro y Barrancabermeja.

El Campus Central de la UIS cuenta con 136.906,30m$^2$ de área total construida, 39 edificios en los que se adelantan labores de docencia, investigación, extensión y de apoyo administrativo, distribuidos en 307 aulas,192 laboratorios y talleres especializados, 58 salas de cómputo. Asimismo, dispone del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación – CENTIC, la Biblioteca Central, el Auditorio Luis A. Calvo y 16 auditorios auxiliares.

La Universidad cuenta, además, con bibliotecas, centros de estudios, aulas máximas, salas de conferencias, cafeterías, áreas libres, recreativas y deportivas y zonas verdes, espacios destinados a la consulta bibliográfica, el estudio y la realización de eventos académicos y de bienestar. Además, es importante destacar el espacio de zonas verdes y sociales, adecuadas con bancas y sitios de descanso, distribuidos por el campus, que facilitan el intercambio entre estudiantes y, en general, entre todos los miembros de la comunidad.

En la sede de Investigaciones en Guatiguará, ubicada en la zona suburbana del municipio de Piedecuesta, se propicia un clima favorable para la investigación, dotada con aulas, laboratorios, salas de informática, salas de estudio, oficinas docentes, oficinas administrativas y auditorio.

Los recursos de infraestructura física de la Universidad Industrial de Santander, en caso de requerirlos para fines académicos, pueden ser utilizados por cualquier programa académico de la UIS teniendo en cuenta la disponibilidad.

#### 11.1.1.2 PLATAFORMA TECNOLÓGICA Y DE COMUNICACIONES UIS[218]

[218] Estado de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en La Universidad Industrial de Santander, 2021. Disponible en: https://www.uis.edu.co/intranet/documentos/dsi/estadoTICs.pdf .

Como soporte principal de sus actividades misionales, la UIS dispone de una red de datos LAN institucional implementada con una topología soportada en 3 grandes capas (CORE, DISTRIBUCION, ACCESO) esto garantiza que la infraestructura de red sea escalable y pueda mantener un desempeño óptimo. Los switches CORE y DISTRIBUCIÓN se interconectan por medio de enlaces de fibra óptica al igual que los switches de DISTRIBUCION y ACCESO que son los centros de cableado en cada uno de los edificios de todos los campus y sedes de la universidad, estos switches de ACCESO reciben la conexión de los equipos de cómputo, access point outdoor e indoor y equipos de telefonía IP. A la fecha, la red LAN institucional cuenta con aproximadamente 7600 computadores para profesores, estudiantes y empleados, 220 switches, 660 Access Points's, más de 1500 extensiones telefónicas, 70 equipos servidores y más de 7500 puntos de red cableados.

Para protección de la red, se cuenta con equipos dedicados para control y mitigación de vulnerabilidades de red (firewalls, solución IPS y anti-spam) y herramientas de monitoreo de la misma, que permiten reaccionar oportunamente ante fallas.

Esta infraestructura de red cubre tanto a las sedes metropolitanas de la universidad (campus central, Facultad de Salud, Bucarica, Floridablanca y Guatiguará), como a sus sedes regionales.

La red LAN institucional permite a la comunidad universitaria el acceso de manera rápida y eficiente a todos sus servicios, tales como correo electrónico, navegación web, y uso de aplicaciones informáticas de misión crítica.

Las aplicaciones de misión crítica que soportan las funciones misionales de la universidad, diseñadas e implementadas por el personal de la División de Servicios de Información (DSI) de la universidad, operan sobre equipos servidores redundantes de alta capacidad y alto rendimiento, alojados en data centers ubicados en sitios geográficos diferentes, administrados y operados por personal de la DSI.

Para la conexión a internet, la Universidad Industrial de Santander cuenta con dos enlaces dedicados de acceso independiente contratados con dos firmas proveedoras, los cuales operan con protocolos de balanceo de carga que ofrecen a los usuarios de la comunidad universitaria un único enlace agregado de conexión a internet de 6000 Gbps.

Como solución de telefonía IP, la universidad cuenta con una plataforma de telefonía IP marca AVAYA que cuenta actualmente con 1800 usuarios de extensiones internas y 9 canales PRI para el servicio convencional de llamadas locales, larga distancia nacional e internacional y a teléfonos celulares. Actualmente esta infraestructura está conformada por 2 equipos servidores AVAYA configurados en alta disponibilidad activo-activo y equipos Media Gateway en el campus principal de la universidad; las demás sedes de la universidad cuentan cada una con su respectivo equipo Media Gateway, todos marca AVAYA. El servicio de telefonía IP utiliza la red LAN institucional de la universidad como medio de transporte.

Así mismo, se tiene el acceso al servicio mundial de movilidad segura - Eduroam, desarrollado para la comunidad académica y de investigación, que permite a estudiantes, investigadores y personal de instituciones de enseñanza superior tener conectividad a redes académicas a través de su propio campus y cuando visiten otras instituciones en todos los lugares del mundo que cuenten con este servicio, desplegado en 650 Access points.

La Institución cuenta con sistemas de información diseñados, desarrollados y soportados al interior de la Universidad, por personal de la División de Servicios de Información y contratistas de desarrollo de software con supervisión de ingenieros de ésta división. Este software ha otorgado beneficios a la Universidad como

la capacidad de adaptación a la dinámica de los procesos misionales, la escalabilidad de los mismos, el establecimiento de controles que garanticen el cumplimiento de normas y reglamentos existentes, y el contar con la oportunidad de la información para la toma de decisiones y la presentación de informes y reportes ante entes de control. Entre ellos, a continuación (cf. Tabla 60), se destacan los de mayor pertinencia para la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental:

Tabla 60 Sistemas de información Universidad Industrial de Santander para uso principal del Programa

| Aplicativo | Descripción |
|---|---|
| Académico | Sistema que permite la administración y ejecución de los procesos académicos de la Universidad en todas sus modalidades y seccionales. Estudiantes web, Admisiones, Matrículas, Registro de notas para docentes, Detección de estudiantes en riesgo, Solicitudes Académicas, Trabajos de Grado, Ser pilo paga, Certificados Académicos y validación de los mismos por entidades externas, Integración plataforma Moodle, Sedes regionales. |
| Recurso Centic | Sistema que permite a la comunidad estudiantil y docente de la Universidad, realizar reservas de salas o equipos de cómputo del CENTIC. |
| SIVIE | Sistema que permite el registro y control en línea de todas las solicitudes que hacen los investigadores sobre los proyectos asociados a la Vicerrectoría de Investigación, generando los contratos que afectan la ejecución del sistema financiero. |
| CIARP | Sistema que permite el registro y control en línea de todas las solicitudes que hacen los docentes para su reconocimiento de la producción intelectual. |
| Gestión de Solicitudes | Sistema que permite el registro y control en línea de todas las solicitudes que hacen los usuarios a las diferentes dependencias de la Universidad que hacen uso del mismo. |
| PQRS | Sistema de información que le permite a la comunidad en general registrar sus quejas, preguntas, reclamos o sugerencias hacia la Universidad Industrial de Santander; así como hacer su seguimiento, realizar todo el trámite para resolver las inquietudes y consultar su respuesta. |
| Elecciones | Permite la realización de procesos de votación en forma electrónica, registrando la información del voto y del votante en forma independiente para garantizar la confidencialidad del mismo. Permite registrar los procesos a realizar por los jefes de las unidades responsables de los mismos, especificando el detalle de la población autorizada: docentes, administrativos, estudiantes. Permite el escrutinio de los procesos luego del cierre de la votación. Permite la activación de votantes cuando los procesos son con coordinadores de votación, realiza el control de IPs autorizadas y permite la reapertura de procesos cuando la duración es de más de un día. Soporta el proceso de Consulta de opinión para la elección de Rector, generando el resultado del Factor de Opinión del proceso completo. |
| Planta Física | Permite tramitar solicitudes de servicio, de autorización de salida de elementos de inventario a cargo de personal vinculado y de autorización de ingreso de personal en horario adicional de las diferentes UAA. Permite el monitoreo y seguimiento de las solicitudes registradas en el sistema. |
| Mantenimiento Tecnológico | Sistema de información que soporta los servicios ofrecidos por la División de Mantenimiento Tecnológico. Permite al administrador del sistema, la reasignación de una solicitud de servicio. Almacena la información asociada con los costos ocasionados por una solicitud de servicio. Permite la programación automática del mantenimiento preventivo de los equipos. |

11.1.1.3 INFRAESTRUCTURA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

La Maestría en en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se desarrolla específicamente en el campus central, en los espacios asignados a la Escuela de Ingeniería Civil, entre ellos:

- El Edificio de Laboratorios Pesados (32 en la Figura 7): en la planta baja y parte de la primera planta del edificio se encuentran el área administrativa, oficinas de docentes, el centro de estudios para los estudiantes; siete (7) aulas de clase; tres (3) salas de informática, la sala de visualización y el laboratorio de Geomática.

- El Edificio del Laboratorio de Hidráulica (28 en la Figura 7): en este edificio se encuentran dos (2) aulas de clase, oficinas de docentes planta, instalaciones del Grupo de investigación GPH y el laboratorio de hidráulica.

- El Edificio Centro de Caracterización de Materiales (48 en la Figura 7): en este edificio se encuentra el laboratorio de topografía, suelos y pavimentos, estructuras, y resistencia de materiales; estos laboratorios tienen como función primordial la enseñanza y el aprendizaje teórico – práctico de los diferentes ensayos, equipos, métodos y prácticas.

Figura 7. Edificios con espacios asignados a la Escuela de Ingeniería Civil en Campus Central UIS




Los anteriores espacios comprenden un área total de 4553 $m^2$, 1263 $m^2$ en laboratorios, 846 $m^2$ en aulas, 446 $m^2$ en oficinas, 189 $m^2$ en salas de informática, y 97 $m^2$ para el centro de estudios. En la Tabla 61 se relaciona el área en $m^2$ utilizada para el desarrollo de los programas.

Tabla 61 Distribución de espacios de la Escuela de Ingeniería Civil

| Edificio | Descripción | Cantidad | Área m² | Capacidad |
|---|---|---|---|---|
| Laboratorio Hidráulica | Aula | 2 | 159,59 | 109 |
| | Laboratorio de hidráulica | 1 | 340,94 | 45 |
| | Bodega | 1 | 10,51 | |
| | Baño mujeres | 1 | 10,81 | |
| | Baño hombres | 1 | 10,98 | |
| | Centro de documentación | 1 | 9,96 | |
| | Oficinas Docentes | 2 | 20,76 | |
| Laboratorios Pesados | Aulas | 8 | 595,44 | 359 |
| | Sala reuniones geomática | 1 | 49,65 | |
| | Patio central | 1 | 558,04 | |
| | Centro de estudios ing, civil | 1 | 97,23 | |
| | Salas informática | 4 | 188,86 | 79 |
| | Cuarto servidores | 1 | 6,38 | |
| | Oficinas | 18 | 366,52 | |
| | Baño mujeres | 2 | 21,07 | |
| | Baño hombres | 2 | 21,02 | |
| Centro de Caracterización de Materiales | Laboratorios | 7 | 922,95 | 135 |
| | Oficinas | 14 | 123,68 | |
| | Baño hombres | 2 | 29,3 | |
| | Baño mujeres | 2 | 28,79 | |
| | Cubículos estudiantes posgrados investigación | 20 | 93,19 | |
| | Aula topografía y fotogrametría | 1 | 90,98 | 20 |
| | Sala de reuniones | 1 | 58,95 | |
| | Terrazas | 2 | 257,36 | |

El espacio destinado para el desarrollo de los programas de posgrado de la Escuela de Ingeniería Civil incluye tres aulas de clase para 30 estudiantes, tres aulas de clase para 50 estudiantes y un aula de clase para 60 estudiantes. Todas las aulas (cf. Figura 8) disponen de aire acondicionado, video proyector y de punto de conexión de red. Las aulas de 50 y 60 estudiantes cuentan con un conector a la red eléctrica disponible en cada puesto. Existe conexión a Internet a través de sistema Wifi.

Figura 8. Muestra de Aulas de la Escuela de Ingeniería Civil



Se dispone de tres salas de informática (Figura 9) ubicadas en la planta sótano del edificio Laboratorios Pesados, dotadas de 32 puestos de trabajo en las salas 1 y 2, y de 20 puestos en la sala 3, con su respectivo mobiliario, equipo de cómputo y software propio del programa. Estas salas de informática cuentan con una oficina de coordinación ubicada en el grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas con el fin de administrar el acceso de los estudiantes, manejar la disponibilidad de horario, dar soporte técnico a los estudiantes y realizar el mantenimiento preventivo a los equipos de cómputo.

Figura 9. Salas de Informática de la Escuela de Ingeniería Civil



Así mismo, se cuenta con la sala de visualización (Figura 10), dedicada a la representación gráfica de información geodésica, que dado su carácter científico implica un importante grado de precisión en la visualización.

Figura 10. Sala de Visualización




11.1.1.4 VALORACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Según los resultados del proceso de autoevaluación del programa, realizado en el año 2021, la infraestructura física y tecnológica ha sido valorada positivamente por los profesores (estamento al cual se consultó sobre este aspecto), así:

- Las aulas de clase cuentan con una infraestructura adecuada (se cumple en alto grado: 21.4%, se cumple plenamente: 78.66%).
- Los laboratorios cuentan con una infraestructura adecuada (se cumple en alto grado: 35.7%, se cumple plenamente: 21.4%).
- La biblioteca cuenta con una infraestructura adecuada (se cumple en alto grado: 14.3%, se cumple plenamente: 64.3%).

- Las salas de informática cuentan con una infraestructura adecuada (se cumple en alto grado: 28.6%, se cumple plenamente: 50%).

- Las oficinas administrativas del programa cuentan con una infraestructura adecuada (se cumple en alto grado: 42.9%, se cumple plenamente: 50%).

- Las zonas deportivas, los pasillos, las cafeterías, los baños y los espacios libres cuentan con una infraestructura adecuada (se cumple en alto grado: 35.7%, se cumple plenamente: 50%).

- Los sistemas de información permiten realizar de manera eficaz los procesos académicos y administrativos (se cumple en alto grado: 57.1%, se cumple plenamente: 35.7%).

- La información disponible en los sistemas de información facilita la toma de decisiones en procesos académicos y administrativos (se cumple en alto grado: 35.7%, se cumple plenamente: 42.9%).

- La información de los sistemas de información se caracteriza por ser confiable (se cumple en alto grado: 50%, se cumple plenamente: 35.7%).

### 11.1.2 EJECUCIÓN Y RESULTADOS EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS, DE LA PROYECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Para orientar su desarrollo, la UIS cuenta con un sistema de planeación institucional compuesto por instancias organizacionales y procesos de planeación debidamente articulados que permiten contar con los instrumentos de planeación, que en su conjunto y manera sintética funciona de la manera como se muestra en los siguientes párrafos.

Técnicamente, todo el proceso de planeación institucional se concentra en Planeación, en donde se administran los procesos de planeación y programación de la actividad institucional, con la participación de las diferentes unidades académicas y administrativas y contando con el direccionamiento de las instancias de gobierno constituidas por el Consejo Académico y el Consejo Superior, en que se definen y aprueban las decisiones que definen el desarrollo institucional.

Desde la perspectiva operativa, el principal instrumento es el Plan de Desarrollo Institucional que se formula con fundamento en el Proyecto Institucional (PI) y la Misión y Visión Institucional y demás elementos requeridos, en cuya elaboración participa toda la comunidad universitaria. Los planes de desarrollo institucional no responden específicamente a un programa académico, sino a la institución como un todo, en donde caben todos y cada uno de los programas académicos y su duración se define en cada caso en particular, por ejemplo, el actual plan de desarrollo institucional se formuló y aprobó para el periodo comprendido entre los años 2019 y 2030.

Los objetivos estratégicos consignados en el plan de desarrollo institucional vigente para cada periodo, constituyen el horizonte en que se formulan los programas anuales de gestión, que formulan todas y cada una de las instancias de gobierno de la Universidad, soportadas en los recursos financieros definidos en los presupuestos anuales respectivos y en el caso de la infraestructura física, se consignan los proyectos de construcción que se iniciarán en la respectiva vigencia anual, previa aprobación por parte del Consejo Superior de la Universidad, después de contar con el concepto de viabilidad por parte de la oficina de planeación y otras instancias administrativas que participan en el proceso.

Actualmente, para direccionar el desarrollo de la infraestructura física, la Universidad cuenta con los Planes Maestros Integrales de Desarrollo Físico para las sedes de la Universidad, materializados en un conjunto de acciones de planificación y gestión, denominado el Taller del Plan Maestro de Infraestructura (T+PM) de la UIS. Este Plan Maestro (PM) se constituye en el instrumento de planificación de la infraestructura física, que proporciona un marco integrador de la política institucional de la UIS con sus objetivos, metas y estrategias, bajo criterios de eficiencia, funcionalidad y desarrollo sostenible. Asimismo, proporciona estrategias para guiar el desarrollo de las distintas propuestas en el corto, mediano y largo plazo.

El PM de infraestructura de la UIS se ha concebido como el instrumento rector de la planificación física de la Institución con un horizonte de 30 años, estructurado en fases complementarias e interrelacionadas. Asimismo, y en el marco de las directrices institucionales se busca crear, desde la arquitectura, edificaciones sostenibles que favorezcan la actividad académica.

El T+PM, realizado durante el periodo de 2016 a 2018, obtuvo como resultado los Planes Maestros de los campus de la sede central "Ciudad Universitaria", de la Facultad de Salud, de la sede de Floridablanca, del Parque Tecnológico de Guatiguará, y de las sedes de los municipios del Socorro, Málaga y Barbosa y, la priorización de iniciativas y proyectos, incorporadas al PM desde 2017.

El PM del campus Ciudad Universitaria considera intervenciones en varias edificaciones, espacio público, verde y libre, y predios aledaños al campus de la siguiente manera:

- En edificaciones: remodelación o ampliación de edificios existentes, restauración, demolición y reemplazo, y nuevas edificaciones.
- En espacio público, verde y libre: adecuación según el Manual de Paisaje UIS, creación de nuevo espacio público y liberación de zonas ocupadas por vehículos en superficie.
- En predios aledaños al campus: intervenciones en el espacio público de la ciudad adyacente al campus y consideración de adquisición de predios para futura expansión.

A continuación, se presentan los recursos destinados para inversión física por parte de la Institución, en los últimos 7 años:

Tabla 62 Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión física (millones de pesos)

| Rubro | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Inversión física | 6.018 | 9.858 | 42.683 | 25.014 | 66.901 | 72.713 | 63.571 |

Fuente: División Financiera UIS

Algunos de los proyectos del plan maestro de infraestructura de la UIS finalizados y en ejecución, en el área metropolitana de Bucaramanga son los siguientes:

- Construcción de nuevos edificios: Edificio de laboratorios de Ing. Mecánica, Edificio de Gestión Logística, Edificio de Administración 3, Edificio de Ciencias Humanas 2, Edificio de Investigaciones de la Facultad de Ciencias - EDIC, Edificio en Floridablanca, Edificio de Bienestar Profesoral y Edificios de Gestión Empresarial en Ciencia y Tecnología (GECT) 1 y 2 en el Parque Tecnológico de Guatiguará.
- Rehabilitación de edificios: residencias universitarias, Aula Máxima de Ingeniería Mecánica, Edificio Jorge Bautista Vesga - costado oriental, UISALUD, Aula Máxima de Ciencias, Edificio de Administración 1, Edificio Camilo Torres y Edificio de Bienestar Universitario.

- Rehabilitación de espacios abiertos: nuevas plazoletas, rehabilitación de muros perimetrales, rehabilitación de la plazoleta Camilo Torres, rehabilitación de espacio de estancia sobre la calle de los estudiantes y nueva escultura, y parque lineal oriental junto al Colegio Tecnológico Damaso Zapata.

En cuanto a la infraestructura tecnológica, la Universidad ha hecho grandes inversiones en el periodo de análisis, tal como se evidencia en los siguientes acuerdos para inversión (cf. Tabla 63).

Tabla 63 Inversión en infraestructura tecnológica

| Infraestructura | Descripción |
|---|---|
| Canales de internet | Acuerdo 090 de 2016 del Consejo Superior<br>Por el cual se autoriza comprometer presupuesto del año 2017 para contratar un canal de acceso dedicado a internet, internacional y nacional (nap Colombia) con un ancho de banda 650 mbps (mega bits por segundo) con último kilómetro de fibra óptica monomodo, canal de datos con la sede Guatiguará a través de fibra óptica monomodo (fibra oscura), y canal de datos con las sedes Barrancabermeja, Barbosa y Socorro, cada una con ancho de banda de 50 mbps, para la Universidad Industrial de Santander.<br>$365.337.091 |
| | Acuerdo 055 de 2017 del Consejo Superior<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura excepcional del año 2018 para contratar el suministro de una solución de conectividad para la UIS: canales de internet dedicado para el campus principal y sedes regionales, y enlaces de datos para las sedes regionales.<br>$1.165.192.566 |
| | Acuerdo 032 de 2018 del Consejo Superior<br>Por el cual se autoriza el compromiso presupuestal de vigencia futura excepcional del año 2019 para contratar el suministro de una solución de conectividad para la universidad industrial de Santander: canales de internet dedicado para el campus principal y las sedes regionales; así como enlaces de datos para las sedes regionales.<br>$1.289.467.669 |
| | Acuerdo 042 de 2019 del Consejo Superior<br>Compromiso presupuestal de las vigencias futuras excepcionales 2020 y 2021, para contratar el suministro de una solución de conectividad para la UIS: canales de internet dedicado para el campus central y las sedes regionales; así como los enlaces de datos para las sedes regionales.<br>$1.513.088.023 |
| Equipo servidor | Acuerdo 066 de 2019 del Consejo Superior<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura ordinaria del año 2020 para la adquisición de un equipo servidor y un sistema de almacenamiento que harán parte de la plataforma de desarrollo del proyecto de renovación de los sistemas de información administrativos de la UIS. |

Fuente: Sistema de Información Intranet,2022.

La Escuela de Ingeniería Civil, también ha realizado proyectos de inversión a través del BPI, consiguiendo en el año 2016 los recursos para el proyecto "Dotación de laboratorio: componente de Mecánica de Fluidos en Laboratorio integrado para la línea de Agua y Saneamiento en la Escuela de Ingeniería Civil". A través de este proyecto se adquirieron cuatro bancos hidráulicos y 11 unidades de demostración, con una inversión de $360'773.446. Adicionalmente, la EIC invirtió $ 25'000.000 para adecuaciones físicas y mobiliario en el laboratorio. Este laboratorio está al servicio de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.

### 11.1.3 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS, DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA, PLAN DE ADQUISICIÓN, CONSTRUCCIÓN O PRÉSTAMO

Como resultado del plan de desarrollo de la infraestructura de la Universidad, a futuro, la Maestría se verá impactada por el reemplazo de los edificios en los cuales se desarrolla, ya que actualmente la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 4553 $m^2$ para funcionamiento de sus programas, y se beneficiará con un número superior de área (≈6500 $m^2$) disponible para el desarrollo de sus funciones misionales mediante el proyecto "Edificio de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas" incluido en el Plan Maestro de Infraestructura de la Universidad (PM), no obstante aún no se cuenta con una fecha estimada para el inicio de dicho proyecto.

Particularmente, mientras se materializa el proyecto asociado a la Escuela de Ingeniería Civil del PM, se llevará a cabo el reforzamiento estructural del edificio "Centro de Caracterización de Materiales" en el que funcionan algunos laboratorios. Para su ejecución contará con recursos financieros Institucionales y de la Escuela de Ingeniería Civil (excedentes de los proyectos de extensión y posgrados de profundización) por alrededor de $1.500.000.000.

## 11.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

### 11.2.1 INDICADORES Y RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE ASIGNACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA A LA COMUNIDAD ACADÉMICA DEL PROGRAMA PARA SU USO

En la Universidad, cada unidad académico administrativa tiene asignados determinados espacios físicos para el desarrollo de sus funciones misionales, de manera que tiene responsabilidad sobre su uso y préstamo. La Escuela de Ingeniería Civil tiene asignados los espacios físicos que se detallaron en el numeral 11.1.3.

La administración de las aulas y laboratorios asignados a la Escuela se realiza por el Director de Escuela y la secretaria, quienes al inicio de cada semestre académico organizan y programan los horarios de uso para todos sus programas académicos. La asignación de oficinas de docentes planta se realiza a medida que se vincula un nuevo profesor, la cual será su área de trabajo por el tiempo que dure su contratación. Los profesores externos cuentan con una oficina para su uso durante el periodo de su vinculación y en el horario de desarrollo del programa en la jornada de presencialidad física en el campus (viernes de 6:00 a 10:00 p.m. y sábado de 7:00 a 1:00 p.m.). Adicionalmente, si se requiere utilizar espacios de otras Escuelas, estos se solicitan mediante comunicación electrónica a la dependencia respectiva, la cual realiza el préstamo según la disponibilidad en la fecha y horario solicitado.

Para la asignación de los recursos tecnológicos, los miembros de la comunidad académica ingresan al módulo de préstamos de espacios y equipos del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación CENTIC con un usuario y contraseña asignados.

Como resultado de los procesos de asignación de la infraestructura física y tecnológica a la comunidad académica del programa, se han llevado a cabo los procesos formativos y académicos de manera organizada y acorde con los requerimientos para su ejecución, es decir, por ejemplo, en el caso de docencia se contó un aula específica para la Maestría, dotada con acceso a internet y recursos audiovisuales; y durante el tiempo de pandemia se contó con una plataforma tecnológica adecuada para el acceso a los sistemas de información, la biblioteca, y las clases a través de las plataformas institucionales.

### 11.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN Y RESULTADOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

Para el mantenimiento de la planta física se cuenta con la División de Planta Física, encargada de mantener los espacios físicos en condiciones ambientales y de seguridad que permitan desarrollar las actividades académicas y administrativas y, además, responder por la oportuna asesoría y la eficaz prestación de los servicios de albañilería, plomería, carpintería, soldadura, pintura, jardinería, celaduría, transporte y aseo[219].

Asimismo, para el mantenimiento de la infraestructura tecnológica se cuenta con la División de Mantenimiento Tecnológico, la cual se encarga de gestionar la reparación y conservación adecuada de los equipos y maquinaria de las Unidades Académico Administrativas, laboratorios y Sedes de la Universidad; igualmente recibir, instalar y realizar mantenimiento a equipos y conceptuar técnicamente sobre bajas de equipos y nuevas adquisiciones.

Para su operación, se cuenta con procedimientos debidamente establecidos y aprobados en el Sistema de Gestión Integrado para el mantenimiento, reparación, adecuación o remodelación de los espacios físicos y la infraestructura tecnológica. De esta manera, se garantiza que todos los miembros de la comunidad universitaria dispongan de instalaciones, bienes y servicios requeridos para el desarrollo de las actividades misionales.

Como todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad, tanto la División de Planta Física como la de Mantenimiento Tecnológico elaboran y ejecutan un plan de gestión anual, en donde se registran los compromisos de mantenimiento preventivo que se ha diseñado el año anterior y, además, durante todo el año, recibe y atiende solicitudes de mantenimiento correctivo de las dependencias de la Institución. A estas dependencias se les asigna, durante cada vigencia presupuestal anual, las partidas requeridas para su normal funcionamiento, tal como se muestra en la siguiente tabla, para las últimas vigencias presupuestales.

Tabla 64 Presupuesto aprobado División de Planta Física y División de Mantenimiento Tecnológico (millones de pesos)

| Dependencia | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| División de Planta física<br><br>Funcionamiento | 9.774 | 12.092 | 13.026 | 14.987 | 17.886 | 19.274 | 18.716 |
| División de Mantenimiento Tecnológico<br><br>Funcionamiento | 1.119 | 1.286 | 1.194 | 1.194 | 1.904 | 2.008 | 2.009 |

Fuente: Presupuesto aprobado para cada vigencia.

Algunos ejemplos en cuanto al mantenimiento de la infraestructura tecnológica que la Universidad ha hecho se presenta en los siguientes acuerdos (cf. Tabla 65).

[219] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 057 de 2004. Numeral 5.5

Tabla 65 Inversión en mantenimiento de infraestructura tecnológica

| Infraestructura | Descripción |
|---|---|
| Plataforma de telefonía de voz IP (VOIP) | Acuerdo 091 de 2016 del Consejo Superior:<br>Comprometer presupuesto del año 2017 para contratar el servicio de soporte y mantenimiento de la plataforma de telefonía de voz IP (VOIP) marca avaya de la Universidad Industrial de Santander.<br>$44.267.364 |
| Infraestructura de red | Acuerdo 097 de 2016 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura excepcional del año 2017 para la actualización de la infraestructura de red para la Universidad Industrial de Santander, que contempla la renovación de los equipos activos de red, el cableado de la red lan, la adecuación de los centros de cableado y la actualización de la plataforma de telefonía VOIP.<br>$14.748.864.583,88 |
| | Acuerdo 042 de 2018 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura excepcional del año 2019 para la renovación de la plataforma de servidores de alto rendimiento, sistemas de almacenamiento, respaldo e impresoras para el soporte de las aplicaciones informáticas de misión crítica de la universidad.<br>$6.800.000.000 |
| | Acuerdo 042 de 2019 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de las vigencias futuras excepcionales vigencias 2020 y 2021, para contratar el suministro de una solución de conectividad para la Universidad Industrial de Santander: canales de internet dedicado para el campus central y las sedes regionales; así como los enlaces de datos para las sedes regionales.<br>$1.513.088.023 |
| | Acuerdo 032 de 2021 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de vigencia futura excepcional para la vigencia 2022 para contratar el suministro de una solución de conectividad para la Universidad Industrial de Santander: canales de Internet dedicado para el campus principal y las sedes regionales; así como enlaces de datos para las sedes regionales.<br>$672.061.202 |
| Equipos varios | Acuerdo 063 de 2017 del Consejo Superior:<br>Compromiso presupuestal de la vigencia futura excepcional del año 2018 para contratar el mantenimiento preventivo, atención de emergencias y suministro de repuestos para los sistemas de aire acondicionado, plantas eléctricas de emergencias y ascensores de la Universidad Industrial de Santander.<br>$498.720.250 |

Queda así claro, que el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo empleado por la UIS, no se proyecta por planes periódicos, por ejemplo, de siete años, sino que es una actividad permanente que cuenta con los recursos suficientes para garantizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la planta física institucional al servicio de todos los programas académicos y dependencias administrativas.

Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería Civil mantiene un alto nivel de confort y seguridad en los espacios físicos utilizados para el desarrollo de sus actividades de docencia, investigación y extensión (cf. Figuras 8-10); para ello, realiza constantemente revisión de la planta física y lleva a cabo mantenimiento y/o mejoramiento de la misma, tal como se evidencia en las inversiones realizadas en los últimos cinco años (cf. Tabla 66):

Tabla 66 Inversión en Infraestructura Física de la Escuela de Ingeniería Civil

| Inversión | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muebles y enseres | 16.577.671 | 24.525.134 | 37.510.243 | 1.914.005 | 983.048 | 5.692.680 |
| Adecuaciones de Infraestructura Física | 25.952.445 | - | 4.999.920 | 22.096.797 | - | - |
| TOTAL ANUAL ($) | **42.530.116** | **24.525.134** | **42.510.163** | **24.010.802** | **983.048** | **5.692.680** |

### 11.2.3 PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE (7) AÑOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y REPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Tal cómo se mencionó en el numeral anterior, la planeación del mantenimiento de la planta física y la infraestructura tecnológica se realiza de manera permanente y se programa de forma anual, por lo que a nivel institucional no se cuenta con una proyección a siete años. No obstante, las acciones de mejoramiento y mantenimiento de infraestructura física adscrita a la EIC se mantendrán para los años de vigencia del registro calificado de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, para ello se define el siguiente plan de mantenimiento y mejoramiento (cf. Tabla 67).

Tabla 67 Plan de mantenimiento y mejoramiento de infraestructura física y tecnológica en la Escuela de Ingeniería Civil (7 años)

| ACCIÓN | INFRAESTRUCTURA | UBICACIÓN | FUENTE DE RECURSOS |
|---|---|---|---|
| Mantenimiento | Aires acondicionados | Salones EIC, oficinas administrativas, sala de estudiantes de posgrado, sala de reuniones. | EIC |
| | Aulas (tarimas, paredes) | Salones EIC | EIC |
| | Baños | Edificios: Laboratorios Pesados, Centro de Caracterización de Materiales, y Laboratorio de Hidráulica | UIS y EIC |
| | Equipos de seguridad industrial (botiquines, extintores, etc.) | Aulas y laboratorios en Edificios: Laboratorios Pesados, Centro de Caracterización de Materiales, y Laboratorio de Hidráulica | UIS y EIC |
| | Señalización laboratorios | Centro de Caracterización de Materiales<br>Edif. Laboratorio de Hidráulica | EIC |
| | Planta Física laboratorios (reforzamiento estructural) | Centro de Caracterización de Materiales | UIS y EIC |
| Reposición | Muebles y Enseres | Salones y oficinas profesores/administrativas EIC | EIC |

### 11.2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MECANISMOS QUE GARANTIZARÁN QUE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA PERMITIRÁ SUPERAR BARRERAS DE ACCESO DE LAS PERSONAS QUE LO REQUIERAN

La planta física en la Universidad se ha ido acondicionando, en la medida de las posibilidades y necesidades, para facilitar el acceso y tránsito de las personas con limitaciones físicas; esto se evidencia en la creación de políticas[220] que fomentan los espacios físicos inclusivos y, en el Plan Maestro de Infraestructura de la UIS,

[220] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 32 de 2019. Política de educación inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la Universidad Industrial de Santander. Artículo 12.

que contempla la adecuación de obras existentes y nuevas mediante acciones que eviten, disminuyan y eliminen las diferentes barreras en el diseño, construcción o restructuración de edificios para facilitar la accesibilidad.

Así mismo, se han definido en dicha política, los espacios informáticos inclusivos en la UIS, los cuales responden a los sitios de generación, recepción e interacción con las tecnologías de la información y las comunicaciones, y procuran el acercamiento y complementariedad de los procesos desarrollados en los ámbitos de la enseñanza y el aprendizaje (CENTIC, aulas virtuales de aprendizaje, software especializado, audiolibros, traductores de señas, impresora braille, medios audiovisuales, sistemas de subtitulado automático, magnificadores de imagen, lectores de pantalla, audífonos, micrófonos, entre otros).

### 11.2.5 DISPOSICIÓN DE ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES QUE LE FACILITEN AL ESTUDIANTE LA PARTICIPACIÓN EN COMUNIDADES DE APRENDIZAJE POR FUERA DEL AULA

En cuanto a la disposición de espacios físicos y virtuales que le faciliten al estudiante la participación en comunidades de aprendizaje por fuera del aula, la Universidad cuenta con las aulas híbridas que se mencionaron en el numeral 10.1.1.2, así como varias plataformas tecnológicas entre ellas:

- Moodle: Escenario institucional de encuentro en línea para apoyar estrategias didácticas con soporte TIC en los procesos de formación, que provee servicios como correo electrónico, listas de discusión, chat, tablón de mensajes, trabajos en grupo, entre otros. Disponible en la web institucional en el enlace: https://tic.uis.edu.co/ava/login/index_ingreso.php

- Teams: Plataforma unificada de comunicación y colaboración que combina chat persistente en el lugar de trabajo, reuniones de video, almacenamiento de archivos (incluida la colaboración en archivos) y acoplamiento de aplicaciones. El servicio se integra con el paquete de productividad de Office al cual se encuentra suscrita la Universidad mediante el licenciamiento Campus agreement con Microsoft de Colombia, el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft Open Value Suscription for Educations solutions (OVS-ES).

- Zoom: Software que permite realizar reuniones, seminarios web con video, salas de conferencia, sistema telefónico, mensajería instantánea. Para poder hacer uso de esta plataforma se requiere de tener un correo electrónico activo con los dominios @uis.edu.co o @correo.uis.edu.co.

Los instructivos de uso y acceso a las plataformas Zoom y Teams se encuentran en la web institucional (https://ntic.uis.edu.co/estudiantes/).

Los anteriores recursos pueden ser utilizados por docentes y estudiantes de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, permitiendo la interacción y el desarrollo de actividades académicas de manera sincrónica y asincrónica.

# 12 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

La Universidad Industrial de Santander establece en su Estatuto General[221] y en su Proyecto Institucional[222] que ofrecerá un servicio de excelencia en todos sus programas, los cuales deben estar comprometidos con un proceso permanente de mejoramiento de su calidad y pertinencia. Por ello, estableció la autoevaluación y la evaluación externa como herramientas que contribuirán con la excelencia académica y la vigencia social de los programas.

La Vicerrectoría Académica será la encargada de liderar la evaluación de los procesos académicos de la Universidad y para ello tiene establecida en su interior la Coordinación de Evaluación de la Calidad Académica[223], la cual es responsable de proponer las políticas y lineamientos de la autoevaluación, promover la revisión continua y asesorar a las Unidades Académico-Administrativas (UAA) en los procesos de autoevaluación, y difundir los resultados de las evaluaciones realizadas. Son funciones de la Coordinación de Evaluación de la Calidad Académica[224]:

a) Proponer las políticas y lineamientos generales de los procesos de evaluación.
b) Promover la revisión continua de los procesos de evaluación, mediante la generación de mecanismos participativos para la construcción en colectivo.
c) Asesorar a las Unidades Académico-Administrativas en la implementación de sus procesos de evaluación para generar la autoevaluación y el mejoramiento continuo, como cultura institucional.
d) Producir y difundir los resultados de las evaluaciones realizadas para nutrir la reflexión - acción a nivel institucional.

La Coordinación de la Evaluación de la Calidad Académica, contará con el soporte de la Red de Apoyo para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos (RAEMA)[225], la cual tiene el propósito de lograr un acompañamiento durante el desarrollo de los Procesos Académicos, así como el intercambio de experiencias y la cooperación entre las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad, orientada a desarrollar de una manera más organizada y efectiva sus procesos académicos y de evaluación, logrando mayor calidad, coherencia y unidad de criterios en su desarrollo.

Acorde con los lineamientos Institucionales establecidos en el Estatuto General y el Proyecto Institucional, la Escuela de Ingeniería Civil, asegura la calidad del Programa manteniendo la cultura de la autoevaluación, de tal forma que durante la vigencia del registro calificado del Programa realizó un proceso de autoevaluación cubriendo los años 2017-2021, cuyo informe detallado se presenta en el Anexo IX, el cual permitió detectar las siguientes fortalezas, aspectos susceptibles de mejora y debilidades, así como definir un plan de mejoramiento a ejecutarse en los años 2021-2026.

---

[221] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N°166 de 1993. Estatuto General (Compilación de normas vigentes a julio de 2012). Art. 11, Art 12 y Art 13.
[222] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 26 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 23
[223] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 072 de 2005. Reorganiza la Vicerrectoría Académica y se modifica la planta de personal de la Universidad Industrial de Santander.Art. 4 y 5.
[224] Ibíd. Art 5.
[225] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 100 de 2006. Estrategia Organizacional para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos.

**Fortalezas**

- El Perfil de formación, objetivos y propósitos realistas del programa, alineados con la misión, visión y el Proyecto Institucional, que han permitido a los graduados desempeñarse con éxito en el área del conocimiento del programa, aportando soluciones a problemas de la sociedad a nivel regional.

- El marco normativo de la Universidad que orienta con claridad y transparencia el quehacer institucional para desarrollar las funciones misionales, el cual ha sido adoptado rigurosamente por el Programa.

- Los procesos de admisión, rigurosos y transparentes, que permiten el ingreso de estudiantes con excelentes cualidades académicas y profesionales, quienes pueden llevar a cabo satisfactoriamente su proceso de aprendizaje y culminar su formación de maestría, demostrando la coherencia entre el perfil del aspirante y el perfil de formación.

- Las estrategias y oportunidades de acompañamiento y seguimiento estudiantil ofrecidas por el programa, que favorecen la permanencia y graduación oportuna de los estudiantes.

- Los escenarios de formación de carácter colectivo e interdisciplinario propiciados por las actividades académicas electivas y los trabajos de aplicación, que permite a profesores y estudiantes compartir diferentes puntos de vista y experiencias desde su área de interés.

- La capacidad de autoevaluación que permite un proceso de restructuración permanente, para ofrecer un programa de calidad.

- La formación avanzada de graduados altamente capacitados, que a través de sus trabajos de aplicación han aportado a la solución de problemas del entorno regional.

- Los grupos de investigación de amplia trayectoria que apoyan las actividades del programa, contribuyen a la formación integral de los estudiantes, a través de la transferencia de conocimiento en la docencia y/o la dirección de trabajos de aplicación.

- La trayectoria académica, profesional y el alto nivel de formación de los profesores, y directores de los trabajos de aplicación, lo cual fortalece la formación de los estudiantes.

- Los procesos de selección de profesores rigurosos y transparentes que permiten asegurar la calidad del programa, a través de la contratación de docentes con amplia experiencia en el área de formación del Programa.

- La participación de profesores externos y visitantes en la Maestría, que enriquece la formación de los maestrandos a partir de su experiencia y diversidad de puntos de vista en el área de formación del Programa.

- La existencia de convenios con universidades nacionales e internacionales, que complementan las estrategias para la formación de los estudiantes, brindándoles la oportunidad de interactuar con programas similares. Así mismo, favorecen la creación de redes para trabajo colaborativo de profesores y grupos de investigación.

- Los programas, servicios y las actividades de bienestar ofrecidos a través de la División de Bienestar Universitario, los cuales, se traducen en elementos que contribuyen en la formación integral, bienestar individual y colectivo.

- La disponibilidad de variados y actualizados recursos bibliográficos e informáticos que permiten atender apropiadamente las necesidades de la comunidad del programa.

- El liderazgo, la idoneidad y calidad de la gestión de la Coordinación del Programa y del personal administrativo.

- La disponibilidad y gestión transparente y responsable de los recursos para el desarrollo de las funciones misionales.

- La sólida estructura organizacional que favorece el desarrollo de las funciones misionales, de bienestar y administrativas.

**Aspectos susceptibles de mejora**

- La interacción con los profesionales inscritos al programa, para garantizar su matrícula en la Maestría.

- La participación de los estudiantes del programa en las diferentes actividades académicas y de investigación (simposios, congresos, cursos, entre otros) de la Universidad o de otras universidades y el registro de asistencia, que permita evidenciar su participación.

- La participación en actividades culturales y de bienestar de la Universidad por parte de los estudiantes del programa, y el registro de asistencia que permita evidenciar su participación.

- La generación de productos académicos (ponencias, posters, publicación de artículos, etc.) por parte de los estudiantes del programa, lo cual contribuye en su formación profesional.

- La divulgación de información relacionada con convenios institucionales, para conseguir una mayor apropiación de estos por parte de la comunidad del programa, especialmente, de los estudiantes, con el fin de dar mayor aprovechamiento a estas oportunidades.

- La infraestructura y dotación del laboratorio de procesos ambientales de manera que apoye en mayor medida el desarrollo del componente práctico de las actividades académicas.

- El número de horas de las actividades académicas, en especial aquellas que cuentan con componente práctico en laboratorio.

**Debilidades**

- Baja tasa de graduación en el programa.

- Tiempo de graduación de los estudiantes superior a los 4 semestres estipulados en el PEP.

**Plan de Mejoramiento**

El plan de mejoramiento del programa está conformado por cuatro (4) proyectos[226] y dos (2) acciones[227] relacionados con las siguientes áreas de mejora: Comunicación y apropiación de la información, Graduación de estudiantes, Mejoramiento curricular, Infraestructura física y Aspectos financieros. En la Tabla 68, se encuentra el cronograma resumen del plan de mejoramiento.

Tabla 68 Resumen del plan de mejoramiento del programa

| Área de mejora | Proyecto o acción | 2021 | 2022 | | 2023 | | 2024 | | 2025 | | 2026 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I |
| Comunicación y apropiación de la información | Acción 1: Fortalecimiento de la comunicación con aspirantes al Programa. | | | | | | | | | | |
| | Proyecto 1: Promoción de Actividades de formación integral. | | | | | | | | | | |
| Graduación de estudiantes | Acción 2: Intensificación del acompañamiento en el Trabajo de Aplicación. | | | | | | | | | | |
| | Proyecto 2: Fortalecimiento de la competencia de comunicación escrita. | | | | | | | | | | |
| Mejoramiento curricular | Proyecto 3: Reforma Curricular del Programa. | | | | | | | | | | |
| Infraestructura física | Proyecto 4: Proyecto de Inversión del laboratorio de Procesos Ambientales. | | | | | | | | | | |

Para la nueva vigencia del registro calificado, en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se realizará mínimo un proceso de autoevaluación, empleando el modelo de evaluación establecido en el Acuerdo No. 02 del Consejo Nacional de Educación Superior del año 2020[228], con los debidos ajustes de acuerdo con la naturaleza del programa (profundización) y el nivel de formación (maestría), debido a que este modelo logra la articulación de los procesos de acreditación con los procesos de Registro Calificado descritos en el Decreto 1330 de 2019.

Este modelo está estructurado, de manera jerárquica, por la conformación de factores, características y aspectos. Los factores son los pilares de la calidad del programa de maestría y deben ser vistos desde una perspectiva sistémica, ya que ellos se expresan de una manera interdependiente. Las características se encuentran relacionadas con los factores, ya que son los elementos que describen cada factor y determinan su potencial de calidad, permitiendo así la diferenciación de uno con otro. Los aspectos son los elementos que permiten conocer y medir las características conforme a información cuantitativa y cualitativa de la institución y del programa; asimismo, permiten observar o apreciar su desempeño y el mejoramiento continuo en un contexto dado, con el ánimo de hacer evidente, hasta donde sea posible y confiable, el grado de calidad alcanzado.

[226] Corresponden a un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas para alcanzar un determinado objetivo con miras a consolidar o proyectar las fortalezas, eliminar vulnerabilidades latentes de algunas de estas y superar las debilidades del programa; pueden exigir o no recursos financieros adicionales.

[227] Corresponden a actividades o tareas puntuales enfocadas al mejoramiento continuo del programa y que no requieren recursos financieros adicionales.

[228] Consejo Nacional de Educación Superior (CESU). Acuerdo 02 del 01 de julio de 2020 - Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad.

La autoevaluación tiene como fin emitir un juicio sobre la calidad del programa para el logro de los resultados de aprendizaje establecidos en el perfil de egreso, constituido principalmente por las fortalezas y debilidades identificadas, y proponer un plan de mejoramiento que será ejecutado durante el periodo de registro calificado, permitiendo evidenciar el mejoramiento proveniente del ejercicio de autoevaluación. En la Tabla 69 se presenta el modelo de evaluación propuesto:

Tabla 69 Modelo de evaluación adoptado para el Programa

| Factor | Característica |
|---|---|
| 1. Proyecto educativo del programa e identidad institucional | 1. Proyecto educativo del programa. |
| | 2. Relevancia académica y pertinencia social del programa académico. |
| 2. Estudiantes | 3. Participación en actividades de formación integral. |
| | 4. Orientación y seguimiento a estudiantes. |
| | 5. Capacidad de trabajo autónomo. |
| | 6. Reglamento estudiantil y política académica. |
| | 7. Estímulos y apoyos para estudiantes. |
| 3. Profesores | 8. Selección, vinculación y permanencia. |
| | 9. Estatuto profesoral. |
| | 10. Número, dedicación, nivel de formación y experiencia. |
| | 11. Desarrollo profesoral. |
| | 12. Estímulos a la trayectoria profesoral. |
| | 13. Producción, pertinencia, utilización e impacto de material docente. |
| | 14. Remuneración por méritos. |
| | 15. Evaluación de profesores. |
| 4. Egresados. | 16. Seguimiento de los egresados. |
| | 17. Impacto de los egresados en el medio social y académico. |
| 5. Aspectos académicos y resultados de aprendizaje | 18. Integralidad de los aspectos curriculares. |
| | 19. Flexibilidad de los aspectos curriculares. |
| | 20. Interdisciplinariedad. |
| | 21. Estrategias pedagógicas. |
| | 22. Sistema de evaluación de estudiantes. |
| | 23. Resultados de aprendizaje. |
| | 24. Competencias. |
| | 25. Evaluación y autorregulación del programa académico. |
| | 26. Vinculación e interacción social. |
| 6. Permanencia y graduación | 27. Políticas, estrategias y estructura para la permanencia y la graduación. |
| | 28. Caracterización de estudiantes y sistema de alertas tempranas. |
| | 29. Ajustes a los aspectos curriculares. |
| | 30. Mecanismos de selección. |
| 7. Interacción con el entorno nacional e internacional | 31. Inserción del programa en contextos académicos nacionales e internacionales. |
| | 32. Relaciones externas de profesores y estudiantes. |
| | 33. Habilidades comunicativas en una segunda lengua. |
| 8. Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación, asociados al programa académico. | 34. Formación para la investigación, desarrollo tecnológico, la innovación y la creación. |
| | 35. Compromiso con la investigación, desarrollo tecnológico, la innovación y la creación. |
| 9. Bienestar de la comunidad académica del programa. | 36. Programas y servicios. |
| | 37. Participación y seguimiento. |
| 10. Medios educativos y ambientes de aprendizaje. | 38. Estrategias y recursos de apoyo a profesores. |
| | 39. Estrategias y recursos de apoyo a estudiantes. |

| Factor | Característica |
|---|---|
| | 40. Recursos bibliográficos y de información. |
| 11. Organización, administración y financiación del programa académico. | 41. Organización y administración. |
| | 42. Dirección y gestión. |
| | 43. Sistemas de comunicación e información. |
| | 44. Estudiantes y capacidad institucional. |
| | 45. Financiación del programa académico. |
| | 46. Aseguramiento de la alta calidad y mejora continua. |
| 12. Recursos físicos y tecnológicos. | 47. Recursos de infraestructura física y tecnológica. |
| | 48. Recursos informáticos y de comunicación. |

El modelo propuesto incluye características institucionales (según lo regulado en el Decreto 1330 del MEN), que también serán tenidas en cuenta en la autoevaluación dado que es importante conocer al interior del programa cómo estas condiciones han contribuido al logro de los resultados de aprendizaje.

En el proceso de autoevaluación del programa y la elaboración del respectivo plan de mejoramiento, se realizará una minuciosa revisión documental que permita identificar cómo el programa ejecuta la propuesta educativa planteada en el Proyecto Educativo del Programa con una mirada a través de los factores y características propuestas en el modelo, así como evidenciar la evolución del cumplimiento de las condiciones de calidad de los resultados académicos. En esta tarea será fundamental la participación de directivos, profesores, estudiantes, administrativos y graduados del programa, así como los empleadores.

Una vez culmine la recolección de información, se procede a la interpretación. En primer lugar, se analizarán los resultados de la evaluación y se elaborará el juicio de cumplimiento de cada característica. Posterior a esto, se analizan las características correspondientes a cada uno de los factores para elaborar los juicios de cada uno de los factores considerados en el modelo. Finalmente, se elabora el juicio del programa resaltando las fortalezas, las debilidades y las tareas que se deben emprender para asegurar el mejoramiento continuo en pro del logro de los resultados de aprendizaje pretendidos por el Programa. Todo el proceso será integrado en un informe de autoevaluación que incluirá:

1. Presentación.
2. Información del programa.
3. Proceso de autoevaluación.
4. Resultados de la autoevaluación.
5. Conclusión de la calidad del programa para el logro de los resultados de aprendizaje.
6. Plan de mejoramiento.

# 13 RECURSOS FINANCIEROS

La Universidad Industrial de Santander – UIS- es una universidad pública del orden departamental con autonomía administrativa, financiera y académica; se financia con los aportes de la Nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias.

La ejecución de los recursos obtenidos, de las fuentes anteriormente mencionadas, se organiza mediante un presupuesto general, es decir, que incluye la programación de los ingresos y egresos para todas y cada una de las dependencias que conforman la Universidad.

El presupuesto General se elabora siguiendo la normatividad institucional establecida mediante el Acuerdo del Consejo Superior No. 067 del año 2003, denominado Estatuto Presupuestal de la Universidad Industrial de Santander, y además se tienen en cuenta todas las normas legales vigentes que aplican para la Universidad.

El Estatuto establece los procesos de programación, elaboración, presentación, aprobación, modificación y control presupuestal, al cual deben ceñirse todas las dependencias de la Universidad.

Planeación, es la unidad encargada de preparar anualmente el Proyecto de Presupuesto para ser presentado al Consejo Académico y Consejo Superior, consolida las proyecciones de ingresos y gastos que elaboran todas las dependencias a través de los diferentes fondos definidos en la Universidad:

- **Común:** comprende los fondos disponibles para el desarrollo de las operaciones ordinarias de la Universidad generados por conceptos de aportes gubernamentales, ingresos propios por concepto de matrículas de pregrado presencial y posgrados no autofinanciables, entre otros.

- **Ajenos:** administra los recursos aportados por diferentes entidades u organismos para el desarrollo de programas de investigación y proyectos especiales, con destinación específica.

- **Patrimonial:** maneja los recursos por concepto de donaciones para financiar estudiantes de bajos recursos.

- **Rentas Especiales:** maneja los dineros generados por prestación de servicios, consultoría, educación continuada, programas de extensión, educación a distancia y posgrados semiescolarizados, entre otros.

- **Estampilla Pro-UIS:** maneja los recursos provenientes del recaudo de la estampilla para financiar la inversión.

- **Estampilla ProUnal y demás universidades estatales de Colombia:** maneja los recursos provenientes del recaudo de la estampilla en el Fondo Nacional de las Universidades Estatales de Colombia para financiar inversión.

La División Financiera, es la dependencia encargada de la ejecución presupuestal, control de recursos físicos y financieros, brinda asesoría y apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas en el manejo de los

recursos, y se encarga de presentar los informes financieros a la Dirección de la Universidad y las entidades externas que lo requieran.

Para la vigencia fiscal del año 2022, el Consejo Superior aprobó el Programa Anual de Gestión y el Presupuesto General de la UIS, por cuatrocientos nueve mil seiscientos sesenta y dos millones ciento ochenta y tres mil novecientos veinte pesos m/cte. ($409.662.183.920) según el Acuerdo Superior No. 058 del 13 de diciembre de 2021.

Las fuentes de financiación de la Universidad están conformadas por:

1. Aporte del Gobierno Nacional:

   - La partida incluida en el Presupuesto Nacional para la Universidad asciende a $176.015.266.830 correspondiente al aporte ordinario para funcionamiento.
   - El aporte para cesantías por $2.700.980.261, que corresponde al 81,6% de las cesantías causadas a diciembre de 1997 y pagadas durante los años 2008 al 2019, a los empleados que se retiraron durante este período o se cambiaron al régimen de la Ley 50, en trámite de cobro.
   - Aporte por $1.000.000.000, atendiendo el artículo 87 de la Ley 30 de 1992.
   - Reembolso de $1.200.000.000, por descuentos realizados a los estudiantes que hayan ejercido el derecho al voto, en atención a lo establecido en la Ley 403 de 1997 y sus modificaciones posteriores.
   - Otros aportes, por $9.303.177.560 correspondientes a otros recursos adicionales así: $8.003.177.560 para la financiación del Plan de Fomento a la Calidad (PFC) y $1.300.000.000 de excedente de cooperativas.

2. Aporte del Departamento de Santander:

   - Partida asignada en la Ordenanza No. 016 del 27 de agosto de 2008, por valor equivalente a 20.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes, distribuidos así:

     · 10.000 SMLMV para Inversión en la sede central

     · 10.000 SMLMV para desarrollo del programa de regionalización.

   - Aporte para cesantías $242.949.130, corresponde al 10,04% de las cesantías causadas a diciembre de 1997 y pagadas durante los años 2008 al 2019.

3. Las rentas propias están constituidas por los ingresos corrientes, recursos de capital, venta de bienes y servicios, estampilla pro UIS y los recursos administrados, fondos ajenos destinados a la actividad de investigación. Los ingresos por concepto de Estampilla PRO-UIS programados para el 2022 ascienden a $36.504.000.000, en el marco de la normatividad vigente.

## 13.1 RECURSOS FINANCIEROS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y DEL PROGRAMA

El funcionamiento de la Escuela de Ingeniería Civil se registra en el fondo común (6540) de la Institución. Para el periodo 2022 el presupuesto aprobado para la Escuela de Ingeniería Civil de este fondo es de $5.333.448.630

Adicionalmente, la Escuela cuenta con subcuentas en el fondo especial, que corresponden a fondos para administración de recursos adquiridos por la venta de servicios a la comunidad en general, tales como

Consultorías, Asesorías, Convenios, Programas de Extensión, Educación a Distancia y Matrículas de Posgrado, entre otros, cuyos presupuestos de ingresos y gastos aprobados para la vigencia fiscal 2022 se relaciona a continuación:

- Escuela de Ingeniería Civil (7008), $191.000.000
- Maestría en Geotecnia (7730), $ 228.000.000
- Centro de Caracterización de Materiales (7781), $ 33.000.000
- Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción (7817), $244.078.000
- Especialización en Estructuras (7970), $427.000.000
- Maestría en Ing. Estructural (9112), $ 17.000.000
- Maestría en Recursos Hídricos (9318), $154.000.000
- Especialización en Estructuras, sede Bogotá (9398), $686.000.000

Particularmente, en el fondo especial subcuenta 7008 se ejecutan gastos como honorarios, papelería y materiales, insumos de laboratorio, gastos de viaje por movilidad de los profesores y/o estudiantes de posgrado de investigación a eventos académicos/científicos, y otros rubros indispensables para el funcionamiento general de la Escuela.

Durante los seis años, la Escuela ha realizado inversiones (cf. Tabla 70) a través de los diversos fondos especiales con el fin de mejorar la infraestructura física, comprar equipos de cómputo y laboratorio, comprar o renovar licencias de software, mobiliario, entre otros, fortaleciendo así los medios educativos y la infraestructura física adecuada para el desarrollo de las funciones misionales de docencia, investigación y extensión.

Tabla 70 Valores Anuales de Inversión de la Escuela de Ingeniería Civil

| Año | 7008- Escuela de Ingeniería Civil | 7730- Maestría en Geotecnia | 7781- Centro de Caracterización de Materiales | 7817- Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción | 7970- Especialización en Estructuras | 9112 - Maestría en Ingeniería Estructural | 9318- Maestría en Recursos Hídricos | 9398- Especialización en Estructuras, sede Bogotá |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2016 | 96.627.591 | | | 6.006.899 | 52.697.454 | | | |
| 2017 | 46.882.529 | 12.474.895 | | 16.707.762 | 20.208.919 | 14.778.963 | 11.116.729 | |
| 2018 | 114.481.887 | | | 11.341.051 | 51.414.260 | 7.596.284 | | |
| 2019 | 58.939.611 | 7.070.708 | | | 70.190.904 | | 65.628.191 | 7.144.664 |
| 2020 | 983.048 | 1.756.297 | 9.538.282 | | 36.172.235 | | | 12.202.549 |
| 2021 | 5.692.680 | | 5.688.298 | | | | 2.162.515 | 44.172.537 |
| Total Fondo | 323.607.346 | 21.301.900 | 15.226.580 | 34.055.712 | 230.683.772 | 22.375.247 | 78.907.435 | 63.519.750 |
| **Total Escuela** | **$ 789.677.742** | | | | | | | |

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental es un programa que funciona en el esquema de autofinanciación según el Reglamento de Posgrado, artículo 11 del Acuerdo Superior No.075 de 2013, entendiéndose autofinanciado como:

*"Son aquellos programas académicos de posgrado creados con una estructura financiera cuyos ingresos por inscripción, matrícula, derechos académicos, materiales y bienestar universitario soportan todos los costos y gastos directos y algunos indirectos generados en el desarrollo del programa. Sus recursos de operación son*

*manejados por los fondos especiales de las unidades académicas. Los derechos pecuniarios de estos programas se establecen de acuerdo al estudio financiero elaborado por la unidad académico-administrativa, avalado por Planeación y aprobado por el Consejo Superior de manera que se garantice la viabilidad financiera autónoma del programa".*

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con el fondo especial 9318, donde se registran ingresos por concepto de matrícula y derechos académicos. De este fondo se ejecutan los gastos relacionados con honorarios, papelería, materiales, gastos de viaje, entre otros, requeridos para el funcionamiento del Programa. El presupuesto de ingresos aprobado para el año 2022 de este fondo especial es de $154.000.000. Para la gestión financiera y administrativa del Programa se cuenta con un Coordinador(a), así como dos profesionales para apoyo financiero y académico-administrativo. Adicionalmente, es de mencionar que, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 2 profesionales (financiera, calidad), 4 técnicos de laboratorio, 2 secretarias y 3 auxiliares administrativos, que dan apoyo complementario al programa cuando se requiere.

Los aspectos financieros considerados para el funcionamiento de la Maestría fueron modificados durante la vigencia del registro calificado, aprobándose según Acuerdo Superior No.36 del 23 de agosto de 2019. Esta modificación estuvo sustentada en que luego del desarrollo de la primera cohorte del programa en el año 2017, donde se contó con 21 estudiantes, se tuvo disponible información de los costos reales que implica ofrecer el programa. Por otro lado, teniendo en cuenta, que se abrieron inscripciones para la segunda cohorte en cuatro oportunidades, sin alcanzar el número de estudiantes requerido para la apertura del programa, y considerando la apertura reciente de posgrados similares en otras universidades de la región con derechos pecuniarios menores, así como las modificaciones curriculares propuestas en la reforma, se consideró pertinente revisar el Documento de Recursos Financieros del Programa, concluyendo a partir de dicha revisión de los aspectos financieros de la Maestría, que *no es necesario modificar los derechos pecuniarios del programa*.

# 14 PLAN DE TRANSICIÓN

El Decreto 1075 de 2015 del Ministerio de Educación Nacional, artículo 2.5.3.2.10.5 establece definir un régimen de transición que garantice los derechos de los estudiantes para los programas que realicen reforma de su plan de estudios. Este plan de transición considera los siguientes aspectos:

• Se establece como fecha de entrada en vigencia, el periodo académico posterior a la fecha de aprobación del nuevo plan de estudios por el Ministerio de Educación Nacional.

• Bajo ninguna circunstancia un estudiante podrá terminar su programa con un creditaje total inferior al contemplado en la reforma curricular.

Estudiantes nuevos admitidos.

Los estudiantes admitidos a la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental a partir del período académico siguiente a la aprobación de la reforma curricular por el Ministerio de Educación Nacional, se regirán por el plan de estudios presentado en el numeral 5.5.1.

Estudiantes regulares

A los estudiantes regulares de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, a partir del período académico siguiente a la aprobación de la reforma curricular por el Ministerio de Educación Nacional, se les garantizará continuar con su formación en las condiciones con que ingresaron y como opción tendrán la posibilidad de acogerse voluntariamente al nuevo plan de estudios, de acuerdo al plan de equivalencias establecido (Tabla 71), y podrán realizar la solicitud de homologación, considerando el procedimiento establecido por el Comité Asesor de Programas de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Civil.

Estudiantes readmitidos

Los estudiantes que, a partir del período académico siguiente a la aprobación de la reforma curricular por el Ministerio de Educación Nacional, sean readmitidos al programa, se regirán por el nuevo plan de estudios descrito en el numeral 5.5.1.

Tabla 71 Plan de Transición de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| ACTUAL | | | | | | PROPUESTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NIVEL | CÓDIGO | ACTIVIDAD ACADÉMICA | HIP | HTI | CRÉDITOS | NIVEL | CÓDIGO | ACTIVIDAD ACADÉMICA | HIP | HTI | CRÉDITOS |
| I | 28469 | Química ambiental | 40 | 120 | 3 | I | P.A. | Química Ambiental | 50 | 150 | 4 |
| I | 28470 | Procesos ambientales | 40 | 120 | 3 | I | P.A. | Procesos Ambientales | 50 | 150 | 4 |
| I | 28471 | Gestión de recursos hídricos | 30 | 90 | 3 | I | P.A. | Gestión de Recursos Hídricos | 40 | 106 | 3 |
| I | 28472 | Hidrología aplicada | 40 | 120 | 3 | II | P.A. | Hidrología y clima | 50 | 150 | 4 |
| I | 28473 | Propuesta de trabajo I | 10 | 30 | 1 | I | P.A. | Seminario de Profundización I | 20 | 60 | 2 |
| II | 28474 | Sistemas de Información Geográfica | 30 | 90 | 3 | II | P.A. | Sistemas de Información Geográfica | 30 | 120 | 3 |
| II | 28475 | Seminario de profundización I | 20 | 60 | 2 | II | P.A. | Seminario de Profundización II | 20 | 60 | 2 |
| II | 28476 | Propuesta de trabajo II | 30 | 90 | 3 | II | P.A. | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | 56 | 2 |
| II | | Electiva I | 40 | 120 | 3 | II | P.A. | Electiva I | 40 | 120 | 3 |
| II | | Electiva II | 40 | 120 | 3 | III | P.A. | Electiva II | 40 | 120 | 3 |
| III | | Electiva III | 40 | 120 | 3 | III | P.A. | Electiva III | 40 | 120 | 3 |
| III | | Electiva IV | 40 | 120 | 3 | III | P.A. | Electiva IV | 40 | 120 | 3 |
| III | 28477 | Seminario de profundización II | 32 | 96 | 3 | III | P.A. | Seminario de Profundización III | 20 | 60 | 2 |
| III | 28478 | Trabajo de grado I | 48 | 144 | 4 | III | P.A. | Trabajo de Grado I | 16 | 56 | 2 |
| IV | 28480 | Trabajo de grado II | 80 | 240 | 7 | IV | P.A. | Trabajo de Grado II | 32 | 144 | 4 |
| | | | | | | IV | P.A. | Seminario de Profundización IV | 20 | 60 | 2 |
| | | | | | | IV | P.A. | Electiva V | 40 | 120 | 3 |
| | | | | | | IV | P.A. | Electiva VI | 40 | 120 | 3 |

Nota: P.A Por Asignar

**ELECTIVAS**

| ACTUAL | | | | | PROPUESTO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CÓDIGO** | **ACTIVIDAD ACADÉMICA** | **HIP** | **HTI** | **CRÉDITOS** | **CÓDIGO** | **ACTIVIDAD ACADÉMICA** | **HIP** | **HTI** | **CRÉDITOS** |
| 28482 | Manejo de Inundaciones | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | - |
| 28483 | Hidrogeología | 40 | 120 | 3 | P.A. | Hidrogeología | 40 | 120 | 3 |
| 28484 | Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua | 40 | 120 | 3 | P.A. | Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua | 40 | 120 | 3 |
| 28485 | Gestión de Residuos Sólidos | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | - |

| ACTUAL | | | | | PROPUESTO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CÓDIGO** | **ACTIVIDAD ACADÉMICA** | **HIP** | **HTI** | **CRÉDITOS** | **CÓDIGO** | **ACTIVIDAD ACADÉMICA** | **HIP** | **HTI** | **CRÉDITOS** |
| 28481 | Tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 | P.A. | Tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 |
| 28486 | Sistemas de abastecimiento de agua | 40 | 120 | 3 | P.A. | Sistemas de abastecimiento de agua | 40 | 120 | 3 |
| 28492 | Modelación de la calidad del agua superficial | 40 | 120 | 3 | P.A. | Modelación de la calidad del agua superficial | 40 | 120 | 3 |
| 28487 | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 | P.A. | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 |
| 28488 | Drenaje urbano | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | |
| 28489 | Modelación de aguas subterráneas | 40 | 120 | 3 | P.A. | Modelación de aguas subterráneas | 40 | 120 | 3 |
| 28490 | Diseño de sistemas de tratamiento y disposición final de residuos | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | |
| 28491 | Diseño de plantas de potabilización | 40 | 120 | 3 | P.A. | Diseño de plantas de potabilización | 40 | 120 | 3 |

Nota: las actividades académicas que no tienen datos en el plan propuesto corresponden a electivas que se eliminaron del plan de estudios.

# 15 ANEXOS

## 15.1 ANEXO I. PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

### 15.1.1 PRIMER NIVEL

<table>
<tr><th colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</th></tr>
<tr><th colspan="4">QUÍMICA AMBIENTAL</th></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 50</td><td rowspan="2">HTI: 150</td></tr>
<tr><td>Teóricas:38</td><td>Prácticas: 12</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>Los problemas relacionados con la salud pública y el ambiente adquirieren cada día más importancia. El deterioro de la calidad del agua, el aire y el suelo debido a la contaminación que se genera por parte del hombre trae como consecuencia alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, afectando y poniendo en riesgo las distintas formas de vida en el planeta.<br><br>El curso de Química Ambiental soporta todas las áreas de profundización del Programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental mediante el desarrollo de unidades de aprendizaje que profundizan en aspectos claves sobre los procesos físicos y químicos involucrados en el agua, aire y suelo, para entender cómo los sistemas naturales pueden verse afectados a partir de las acciones humanas. El curso contribuirá a que los estudiantes reconozcan estas problemáticas, estén bien informados y fortalezcan sus competencias cognitivas y actitudinales durante su formación en el posgrado, para que tengan la capacidad de proponer soluciones a problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>El propósito de la cátedra es que los estudiantes fortalezcan sus fundamentos teóricos de química ambiental, para desarrollar en ellos destrezas que les permitan interpretar y comunicar de manera adecuada algunos fenómenos que ocurren en las distintas matrices ambientales, agua, aire y suelo.<br><br>De igual manera, se espera que los estudiantes adquieran la capacidad de encontrar posibles alternativas para prevenir, controlar y solucionar problemas de contaminación.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar la cátedra el estudiante será capaz de:<br><br>• Comprender los fundamentos de la química del agua, del aire y del suelo y el comportamiento químico de las sustancias contaminantes en el ambiente, al igual que el efecto adverso que causan estas sustancias en los ecosistemas y sobre la salud pública.<br>• Evaluar teóricamente la calidad y la contaminación (debido a compuestos orgánicos e inorgánicos) en muestra de agua mediante el uso de indicadores.<br>• Identificar los principios y teorías de la química ambiental para su posterior aplicación en los procesos de tratamiento de agua potable, aguas residuales y residuos sólidos.<br>• Conocer las diferentes técnicas analíticas que permiten identificar y cuantificar cantidades de contaminantes en muestras ambientales.</td></tr>
</table>

- Analizar la información para la toma de decisiones y así intervenir los problemas de contaminación que afectan al ambiente y a la sociedad

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Química general**

- Sistema de unidades y factores de conversión
- Materia (clasificación, propiedades físicas y químicas)
- Ecuaciones químicas y reacciones químicas
- Estequiometría

**Unidad 2. Química Ambiental**

- Introducción a la química ambiental.
- Movimiento de los contaminantes en el ambiente.

**Unidad 3. Agua**

- Importancia del recurso agua, el agua en el ambiente (ciclo del agua), los recursos hídricos en Colombia, usos del agua, legislación.
- Estructura molecular, propiedades físico, químicas y biológicas del agua.
- Contaminación del agua (Concepto, principales contaminantes orgánicos, inorgánicos y biológicos).
- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.
- Efectos de los contaminantes del agua en los ecosistemas y la salud humana.
- Métodos generales de muestreo y análisis.
- Indicadores de la calidad e indicadores de la contaminación del agua.
- Introducción a los procesos de tratamiento.

**Unidad 4. Suelo**

- Conceptos generales, usos del suelo
- Tipos de suelo
- Estructura de los suelos, propiedades físicas y químicas de sus principales constituyentes
- Contaminantes del suelo
- Efectos de los fertilizantes, herbicidas e insecticidas en los ecosistemas y la salud humana.
- Reacciones químicas en suelos e intercambio iónico
- Métodos de muestreo y análisis
- Métodos de recuperación de suelos

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

En el desarrollo de la cátedra se promoverá la presencia y participación activa durante todas las clases por parte de todos los estudiantes, con el fin de cumplir con el propósito del curso. Se estimulará la participación socializando los resultados provenientes de datos experimentales sea en campo, laboratorio o proyectos de investigación mediante foros, debates y conversatorios. Así mismo se socializarán los ejercicios propuestos durante el curso, para que todos aporten sus ideas y se construya un conocimiento colectivo.

Los temas se desarrollarán con exposiciones magistrales por parte del profesor, y foros, debates, conversatorios, talleres, discusión de artículos relacionados con el tema y ejercicios de aplicación. Los estudiantes realizarán videos que demuestren la realización de actividades prácticas que serán asignadas a ellos con la intención de articular adecuadamente la teoría y la práctica y de esta forma facilitar el entendimiento del contexto ambiental, la contaminación, sus causas y consecuencias.

En la clase se utilizarán ayudas audiovisuales y plataformas digitales como complemento.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito esta cátedra, el estudiante:

- Utiliza sus propias palabras para establecer los conceptos básicos necesarios, identificar las situaciones, los problemas ambientales y sobre la salud de la población que ocurren debido a la contaminación.
- Emplea indicadores ambientales para establecer la calidad y el grado de contaminación.
- Utiliza principios y teorías de la química ambiental para el análisis, diagnóstico y control de la contaminación.
- Utiliza gráficas y análisis de datos provenientes de resultados de laboratorio, de campo o proyectos relacionados para llegar a conclusiones y proponer alternativas para prevenir, controlar y solucionar problemas de contaminación.
- Explica de forma oral y escrita la problemática ambiental relacionada con la contaminación empleando la terminología adecuada.

**Estrategias de Evaluación**

La cátedra se evalúa por medio de: Foros, debates, conversatorios, talleres, discusión de artículos relacionados con el tema, ejercicios de aplicación (seguimiento), videos (experiencia práctica) y exámenes (parcial y final).

**Equivalencia Cuantitativa**

El curso se evalúa de la siguiente forma:

- Seguimiento (25%)
- Experiencia práctica (25%)
- Examen parcial (25%)
- Examen final (25%)

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**

**Unidad 1**

- Raimond Chang. Química. Mc Graw Hill
- UMLAND, J. & BELLLAMA J. Química la ciencia central. México, Thompson Editores. 2000

**Unidad 2**

- Sawyer, C.; McCarty, P. and Parkin, G. Química para Ingeniería Ambiental. 4 Ed. McGraw Hill. Colombia. 2001
- Manahan, Stanley E. Introducción a la química ambiental. Ed. Reverté, México, 2007
- Baird. Colin. Química ambiental. Editorial Reverté S.A. Barcelona, 2012
- Orozco C. y otros. Contaminación Ambiental: una visión desde la Química. Thomson Editores. 2004

**Unidad 3**

- Manahan, Stanley E. Introducción a la química ambiental. Ed. Reverté, México, 2007
- Verrey, J.M. Agua: su Calidad y tratamiento. Ed. Uteha. México. 1968

**Unidad 4**

- Barbara J. Finlayson-Pitts and James N. Pitts, Jr. "Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere. Theory, Experiments, and Applications". 1ra. Edición.Elsevier Inc. 2000
- Stephen T. Holgate, Jonathan M. Samet, Hillel S. Koren and Robert L. Maynard. "Air Pollution and Health". Ira. Ed. Elsevier Inc. 1999
- Ritchie, G. Atmosferic Chemistry: From the Surface to the stratosphere. WSPC (Europe).2017.

**Unidad 5**

- Bohn, H.L.; McNeal B.L.; O'Connor G.A. 1993. Química del Suelo. Ed. Limusa. 1993
- Sparks, Donald L. Environmental Soil Chemistry. Academic Press. 2003.
- Tan, K. Principles of soil chemistry. 4 ed. CRC Press. 2010

<table>
<tr><th colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</th></tr>
<tr><td colspan="4">PROCESOS AMBIENTALES</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Química Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 50</td><td rowspan="2">HTI: 150</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 38</td><td>Prácticas:12</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>El abordaje de problemas relacionados con el recurso hídrico y el saneamiento ambiental, en aspectos como la modelación superficial de la calidad del agua, los sistemas de potabilización del agua, el diseño de las tecnologías para el tratamiento de aguas residuales y de residuos sólidos, requieren del conocimiento y comprensión de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el medio ambiente y que se emplean para el diseño de estas tecnologías.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Con esta cátedra se busca que los estudiantes aborden los fundamentos teóricos que se requieren para la comprensión de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el medio ambiente y que son empleados en tecnologías para el control de la contaminación su aplicación en la modelación de la calidad del agua, el diseño de tecnologías de potabilización y de tratamiento de aguas residuales, así como el análisis de los fenómenos e interacciones que ocurren entre los recursos hídricos, suelo y aire.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar la cátedra el estudiante será capaz de:<br><br>• Analizar los procesos ambientales que se presentan en sistemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Aplicar conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con procesos ambientales en temas de recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br>• Aplicar procesos ambientales requeridos para el diseño de tecnologías para potabilización de agua o depuración de aguas residuales.<br>• Participar de manera efectiva en equipos de trabajo que buscan de manera conjunta la solución de problemas de procesos ambientales relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con procesos ambientales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">CONTENIDO<br>- Balance de Masa<br>- Cinética Química y Reactores<br>- Análisis de Reactores<br>- Procesos de Transporte de Masa en interfases<br>- Procesos Bioquímicos en el medio ambiente<br>- Procesos de Transporte de Masa</td></tr>
<tr><td colspan="4">ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE<br><br>La cátedra se desarrollará a través de charlas magistrales y seminarios temáticos. Se promoverá la participación de los estudiantes por medio de talleres y ejercicios en clase. Se emplearán medios audiovisuales que faciliten la comprensión de temáticas del curso y se complementarán con la lectura de textos clave.</td></tr>
</table>

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito esta cátedra, el estudiante:

-Aplica los balances de masa en los conceptos relacionados con la cinética y comportamiento hidrodinámico de reactores, así como en el transporte de masa en sistemas naturales como de ingeniería.
-Articula los principios teóricos de las ciencias ambientales y de la Ingeniería al estudio de los procesos químicos, biológicos y físicos que inciden en la liberación, circulación y transformación de sustancias contaminantes en el ambiente.
-Describe los conceptos básicos de los procesos que ocurren en los recursos aire, agua y suelo.
-Elabora y sustenta documentación técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica propias de la ingeniería.

**Estrategias de Evaluación**

La cátedra se evalúa mediante las siguientes actividades:
-Realización de talleres prácticos
-Evaluación de conocimientos por medio de exámenes escritos

**Equivalencia Cuantitativa**

La cátedra se evalúa de la siguiente forma:
- Dos exámenes : 60%
- Tareas y Cuestionarios cortos: 20%
- Estudio de caso (artículo científico): 20%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Chapra, S.C. (2008) Surface Water – Quality Modeling. International ed. McGraw Hill Book Co, Singapore.
- Christensen, T. (2010). Solid Waste Techonologya & Management. ISWA – IWWG. Wyley.
- Droste, R. (1997) Theory and practice of waste and wastewater treatment. Jhon Wiley and sons, NY.
- Metcalf and Eddy. (2003) Wastewater Engineering Treatment and Reuse. 4th Ed. Revised by George Tchobanoglous, Franklyn L. Burton, and H. David, McGraw Hill, New York.
- Silva, J.P. (2008) Notas del curso de fundamentos de procesos. Universidad del Valle, Cali.
- Sperling Von M., Lemos Chernicharo, C.A. (2005). Biological wastewater treatment in warm climate regions. International Water Association. Parte II.
- Tchobanoglous, G.; Crites, R. (2000). Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Traducido de la primera edición en inglés "Small Decentralized Wastewater Management Systems": Ed. McGraw-Hill.
- Weber, W. (2001). Environmental Systems and Processes. Principles, Modeling, and Desing. Wiley-Interscience.


Nota: Se promoverá el uso de publicaciones científicas disponibles en bases de datos tales como Sciencedirect, Scopus.

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="4">GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 40</td><td rowspan="2">HTI: 106</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 30</td><td>Prácticas: 10</td></tr>
</table>

**JUSTIFICACIÓN**

A nivel mundial, las sociedades enfrentan un creciente deterioro de los recursos hídricos generado por patrones inadecuados de desarrollo y limitaciones para la gobernabilidad. Esta situación no es ajena a Colombia donde los desafíos relacionados con el manejo del agua incluyen: i) variabilidad en la distribución espacial y temporal; ii) reducción por procesos de deterioro de cuencas; iii) disminución de la regulación natural del régimen hidrológico; iv) proliferación de proyectos de infraestructura en zonas estratégicas de conservación; v) concentración de población y actividades económicas en zonas de oferta hídrica desfavorable; vi) déficit en el tratamiento de aguas residuales; vii) alta vulnerabilidad a los riesgos relacionados con la calidad del recurso, cambio y variabilidad climática.

Los retos en el manejo del agua a nivel mundial han dado lugar a enfoques como la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH). Estos enfoques propenden por un manejo del agua y los recursos naturales, reconociendo que las actividades humanas, el uso del suelo asociado a éstas, y los eventos naturales dentro de las cuencas, influencian la disponibilidad y calidad del recurso y tienen impactos sobre la calidad de vida de las poblaciones.

Esta cátedra examina los retos actuales para el manejo del agua, presenta los marcos conceptuales, principios y herramientas para la gestión de recursos hídricos. La cátedra busca complementar la formación técnica de los profesionales en temas del agua, proporcionándoles una perspectiva de elementos clave para contribuir con soluciones a los problemas del recurso hídrico, desde las dimensiones: social, económica, política e institucional. Además, se abordan herramientas de gestión específicas para materializar la integración de estas diferentes dimensiones para mejorar el manejo del agua.

**PROPÓSITO**

Brindar al estudiante los fundamentos teóricos, conceptuales y metodológicos para proponer soluciones técnicas a los problemas relacionados con la gestión de los recursos hídricos, involucrando consideraciones sociales, económicas, políticas e institucionales.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar la cátedra el estudiante será capaz de:

- Explicar de manera integral los retos relacionados con la gestión del agua y los diferentes marcos conceptuales y perspectivas para su abordaje.
- Integrar conceptos, enfoques, metodologías, técnicas y herramientas de las dimensiones social y económica que buscan materializar los principios de la gestión integrada del recurso del recurso hídrico.
- Aplicar herramientas que permiten integrar múltiples dimensiones y disciplinas a procesos de toma de decisiones relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
- Usar procedimientos sistemáticos de búsqueda de información para el análisis y solución de problemas sobre recursos hídricos y saneamiento ambiental
- Procesar y gestionar la información recabada utilizando procedimientos sistemáticos de organización, integración, análisis e interpretación cuantitativa y cualitativa.
- Participar de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares e intersectoriales

- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Contexto y enfoques para la gestión del recurso hídrico**

- Retos globales para la gestión de los recursos hídricos
- Respuestas a los retos para la gestión del recurso hídrico

**Unidad 2. Dimensión social de la gestión del recurso hídrico**

- Principios y conceptos para promover la participación en la gestión del recurso hídrico
- Herramientas para la participación y la gestión de conflictos

**Unidad 3. Dimensión económica de la gestión del recurso hídrico**

- Conceptos y enfoques de la economía para el análisis de la distribución, uso, acceso, apropiación y degradación del agua
- Instrumentos económicos para la gestión del recurso hídrico
- Métodos de valoración económica del recurso hídrico
- Servicios ecosistémicos

**Unidad 4. Dimensión económica de la gestión del recurso hídrico**

- Introducción al análisis multicriterio
- Definición de criterios y alternativas
- Herramientas multicriterio aplicadas a la gestión del recurso hídrico: Suma ponderada, Proceso Analítico Jerárquico, TOPSIS

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

La cátedra se desarrollará a través de clase expositiva, ejercicios participativos en el aula, discusiones grupales, lectura de textos, material hipertextual y audiovisual, exposiciones. Se emplearán medios audiovisuales que faciliten la comprensión de temáticas del curso, recursos y herramientas de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), complementadas con la lectura de textos clave. Se ejercitará el análisis de temáticas a través de discusiones en clase y compresión de textos.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito esta cátedra, el estudiante:

- Justifica la solución a un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos.
- Propone la integración de herramientas y técnicas participativas relevantes para el análisis de un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.
- Identifica los fundamentos, potencialidades y limitaciones de los distintos enfoques y metodologías de valoración económica del agua para ser utilizadas en el contexto de problemas y proyectos de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.
- Selecciona de manera integral la mejor alternativa de solución en un problema recursos hídricos y saneamiento ambiental, aplicando metodologías multicriterio.
- Articula diversas fuentes de información en propuestas de análisis y solución de problemas sobre recursos hídricos y saneamiento ambiental.
- Expresa opiniones favorables a la interdisciplinariedad en el abordaje de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
- Expresa una actitud positiva ante la intervención de diversos actores en los equipos de trabajo.
- Expone oral y públicamente sus análisis y soluciones, empleando un lenguaje apropiado a la audiencia a la que se dirige

- Expone por escrito sus análisis y soluciones, empleando un lenguaje apropiado a la audiencia a la que se dirige.
- Utiliza los recursos estilísticos y gráficos adecuados para ilustrar adecuadamente sus ideas y propuestas.

**Estrategias de Evaluación**

La cátedra se evalúa por medio de: presentaciones orales, informes, textos de reflexión, ejercicios participativos, preparación de hojas electrónicas, poster, videos, debates.

**Equivalencia Cuantitativa**

La cátedra se evalúa de la siguiente forma:

- Presentación corta sobre respuestas a los retos para la gestión del recurso hídrico (3%).
- Documento que enmarca un tema de interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos (7%).
- Exposición de la aplicación de una técnica participativa indicando sus objetivos, procedimientos y materiales (15%).
- Documento reflexivo sobre el enfoque participativo en la gestión del recurso hídrico (10%).
- Documento síntesis de conceptos y enfoques de la economía usados para analizar problemas del agua (15%).
- Trabajo sobre métodos de valoración e instrumentos económicos (30%).
- Poster y presentación oral de un caso de estudio en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental empleando herramientas multicriterio (20%).

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**

**Unidad 1**

- GWP-TAC, 2000. Integrated Water Resource Management, Global Water Partnership - Technical Advisory Committee, Stockholm, Sweden.
- Minambiente, 2010. Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, DC.
- Shah, T., 2016. Aumentando la seguridad hídrica: la clave para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Global Water Partnership (GWP), Stockholm, Sweden.
- UNESCO-WAPP, 2020. United Nations World Water Development Report (UN WWDR 2020): 'Water and Climate Change' United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris.
- UNESCO, W., 2021. United Nations World Water Development Report (UN WWDR 2021): 'Valuing Water', United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) and Intergovernmental Hydrological Programme (IHP), Paris.

**Unidad 2**

- Jiménez, Alejandro; LeDeunff, Hélène; Giné, Ricard; Sjödin, Johanna; Cronk, Ryan; Murad, Sofia; Takane, Marina & Bartram, Jamie (2019). The Enabling Environment for Participation in Water and Sanitation: A Conceptual Framework. Water, 11(2), 308; https://doi.org/10.3390/w11020308
- Johnsona, Nancy; Ravnborgb, Helle Munk; Westermanna, Olaf & Probst, Kirsten (2001). User participation in watershed management and research. Water Policy, 3(6), 507–520; https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00014-4
- Wehn, Uta; Collins, Kevin; Anema, Kim; Basco-Carrera, Laura & Lerebours, Alix (2018) Stakeholder engagement in water governance as social learning: lessons from practice, Water International, 43(1), 34-59, DOI: https://doi.org/10.1080/02508060.2018.1403083
- van Buuren, Arwin; van Meerkerk, Ingmar & Tortajada, Cecilia (2019). Understanding emergent participation practices in water governance. International Journal of Water Resources Development, 35(3), 367-382, DOI: https://doi.org/10.1080/07900627.2019.1585764

**Unidad 3**

- Gomez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economy theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. Ecological Economics 69, 1209-1218.
- Pearce, D. y Turner, R.K. (1994). Economía de los recursos naturales y del medio ambiente, Celeste Ediciones, Madrid.
- CEPAL (2015). Guía metodológica: instrumentos económicos para la gestión ambiental. Naciones Unidas, Chile.
- Ministerio de Ambiente de Colombia (2018). Guía de aplicación de la valoración económica ambiental. Bogotá, Colombia.
- Evaluación Ecosistemas del Milenio (2005). Marco teórico.
- Instituto Alexander von Humdboltd (2016). Valoración integral de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos. Bogota, Colombia.

**Unidad 4**

- Figueira, J., Greco S. and Ehrgott M. 2005. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. Boston: Springer Science
- Munda, G. 2008. Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy. Springer-verlag berlin Heidelberg
- Stewart, t. 2013. Journal of multi-criteria decision analysis. Optimization, learning, and decision support. Online issn: 1099-1360.

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **SEMINARIO DE PROFUNDIZACIÓN I** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 2 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos: |
| HIP: 20 | | HTI: 60 | |
| Teóricas: 10 | Prácticas: 10 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

Todo candidato a título de maestría de profundización debe presentar como requisito un trabajo de aplicación, por lo tanto, y según el reglamento, "*antes de finalizar el primer período académico matriculado el estudiante deberá presentar ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado el tema del trabajo de aplicación*"[229].

Con este seminario se ofrece un espacio para discutir los principios básicos y la fundamentación teórica necesaria para que el estudiante pueda identificar y concretar el tema de su trabajo de aplicación.

**PROPÓSITO**

Esta actividad académica tiene como propósito brindar herramientas teóricas y conceptuales para que el estudiante identifique el problema, defina el tema y el objetivo general de su trabajo. Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de plantear formalmente el tema de trabajo de aplicación.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar el seminario el estudiante será capaz de:

- Discriminar, interpretar, integrar y analizar información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental para la estructuración de su tema de trabajo de aplicación.
- Realizar la búsqueda de información que le permita identificar un problema o situación particular del entorno a fin de convertirlo en su trabajo de aplicación.
- Comprender los criterios necesarios para formular el tema del trabajo de grado.
- Comprender la estructura de la propuesta de trabajo de aplicación.
- Avanzar en la formulación preliminar de la revisión de literatura de su trabajo de aplicación.
- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza de los problemas relacionados con su trabajo de aplicación ante diferentes audiencias.
- Manifestar sus puntos de vista para contribuir con la mejora de los trabajos propuestos.
- Asumir una actitud crítica frente a las opiniones intelectuales de los demás.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Presentación de las líneas de profundización**

- Introducción.
- Presentación de docentes potenciales directores de proyectos.
- Presentación de temas para proyectos, áreas que abarcan, importancia.
- Propuesta de temas nuevos.
- Definición del tema de trabajo.

**Unidad 2. Socialización de los requisitos, compromisos y tiempos para la presentación de la propuesta de trabajo de aplicación**

- Requisitos para la presentación del tema del trabajo de aplicación
- Requisitos para la presentación de la propuesta de aplicación
- Características del director del trabajo de aplicación

[229] Reglamento General de Posgrado, acuerdo 075 de 2013 del Consejo Superior, artículo 98

- Características de la evaluación de la propuesta y del trabajo de aplicación

**Unidad 3. Presentación de la estructura de la propuesta de trabajo de aplicación**
- Componentes internos de la propuesta (i.e. título, resumen, descripción del problema, justificación, objetivos y metodología).
- Componentes externos de la propuesta (i.e. alcances, presupuesto, bibliografía, resultados esperados).

**Unidad 4. Identificación del problema**
- Características de los problemas científicos y de aplicación.
- ¿Cómo redactar problemas?
- Árboles de problemas, causas y consecuencias.

**Unidad 5. Búsqueda y gestión de información**
- Importancia.
- Estrategias para la búsqueda y gestión de la información.
- Bases de datos y recursos bibliográficos disponibles.
- Herramientas para la gestión bibliográfica.

**Unidad 6. Planteamiento del problema**
- Criterios
- La pregunta de investigación, importancia
- Objetivos

**Unidad 7. Formulación del tema de trabajo de grado**
- Elección del tema
- Delimitación del tema de estudio
- Planteamiento preliminar del problema
- Planteamiento preliminar del objetivo general

**Unidad 8. Formulación de la revisión de literatura**
- Componentes de la revisión de literatura
- Definición de palabras claves
- Estructura del marco de referencia y del estado del arte
- Aspectos asociados a una buena revisión de literatura
- Herramientas para la gestión de información

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Se realizarán sesiones magistrales y seminarios donde se comparten con los estudiantes las bases teóricas necesarias para la identificación del problema, la formulación del título del tema y el objetivo general para el trabajo de aplicación, complementado con la revisión de los trabajos realizados a nivel de grupo.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito este seminario, el estudiante:

- Identifica ideas de proyectos surgidas a partir de problemas o necesidades con el fin de encontrar soluciones viables para estas.
- Plantea su tema de trabajo de aplicación, esbozando el título preliminar, la naturaleza del problema, objetivos preliminares, alcances generales y el avance en la revisión de literatura.
- Demuestra tolerancia y respeto al intervenir aportando y recibiendo sugerencias en las discusiones y el desarrollo de las exposiciones de los temas trabajados.

**Estrategias de Evaluación**

El seminario se evaluará por medio de las siguientes actividades:

- Exposición inicial del tema escogido para el proyecto de aplicación
- Exposición final del tema acogiendo las sugerencias y aportes realizados en el transcurso de la materia
- Elaboración de un informe que sustenta el trabajo realizado, este informe contendrá:
    - Identificación del problema
    - Definición del tema del trabajo de aplicación
    - Objetivo General
    - Avance en la revisión de literatura de su trabajo de aplicación

**Equivalencia Cuantitativa**

El seminario se evalúa de la siguiente forma:

- Exposiciones: 60%
- Informe: 40%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004.
- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000.
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003.
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006.
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, McGraw-Hill, 2003.
- Tamayo y Tamayo, Mario. Reflexiones acerca de la enseñanza de la investigación. ICESI, 2000.

### 15.1.2 SEGUNDO NIVEL

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **HIDROLOGÍA Y CLIMA** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 4 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos: |
| HIP: 50 | | HTI: 150 | |
| Teóricas: 38 | Prácticas: 12 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

La gestión integral del recurso hídrico se soporta sobre el análisis riguroso de los procesos que conforman el ciclo hidrológico a lo largo de todos sus reservorios. Adicionalmente, la cuantificación del recurso hídrico debe incorporar dentro de sus análisis los efectos potenciales (sequías o inundaciones) asociados a la variabilidad y cambio climático, de tal manera que se minimice el riesgo hídrico para seres humanos e infraestructuras. La cátedra de Hidrología Aplicada soporta todas las áreas de profundización del Programa mediante el desarrollo de unidades de aprendizaje que profundizan en aspectos claves de la hidrología superficial desde la perspectiva física y estadística. El estudiante podrá cuantificar el recurso hídrico superficial, apoyándose en herramientas tecnológicas e información pertinente, de acuerdo con las tendencias globales, pero en el marco de las necesidades y realidades del contexto del área de estudio.

**PROPÓSITO**

•Profundizar en los aspectos más relevantes del ciclo hidrológico para promover en los estudiantes la comprensión, el análisis y la utilización de datos y modelos hidrológicos en la solución de problemas relacionados con la cuantificación y evaluación del recurso hídrico.
•Fomentar en los estudiantes el uso de herramientas tecnológicas y nuevos desarrollos científicos y tecnológicos en la solución de problemas aplicados a la hidrología.
•Ofrecer a los estudiantes espacios de trabajo que promuevan el autoaprendizaje, la reflexión, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva (oral y escrita).

**COMPETENCIAS**

Al finalizar la cátedra el estudiante será capaz de:

- Determinar el efecto de los fenómenos climatológicos de escala global, regional y local en los procesos hidrológicos de un área de estudio, usando información y técnicas de análisis de datos pertinentes.
- Concluir el papel que juegan los diferentes procesos del ciclo hidrológico en la cantidad y calidad del recurso hídrico de un área de drenaje, a partir del análisis de información primaria y secundaria de calidad.
- Generar estimaciones de parámetros hidrológicos de diseño mediante la aplicación de técnicas y métodos apropiados indicando la incertidumbre y confiabilidad de estos.
- Juzgar sobre la aplicabilidad de las diferentes estrategias de modelación hidrológica en el marco del propósito, las características del área de estudio y la disponibilidad de información.
- Argumentar sobre la validez y pertinencia de los resultados obtenidos en los análisis hidrológicos a partir de un razonamiento cuantitativo que se soporte en evidencias, explicaciones, respaldos teóricos y refutaciones.

**CONTENIDO**

**Unidad 1: Climatología, fenómenos macro-climáticos y dinámica de la precipitación**

- Fundamentos de climatología
- Cambio climático vs. variabilidad climática
- Teleconexiones: El fenómeno de la Oscilación del Sur
- Ciclo anual de la lluvia en Colombia

**Unidad 2: La cuenca hidrográfica**

- Características físicas e índices morfométricos
- Balance hídrico de la cuenca
- Procesos de infiltración
- Procesos de evapotranspiración
- Cuenca hidrogeológica y recarga en acuíferos

**Unidad 3: Precipitación y medición de la precipitación**

- Fundamentos de los procesos de precipitación
- Medición de la precipitación en campo y mediante sensores remotos
- Análisis de datos de precipitación
- Análisis estadísticos de precipitación
- Lluvia de diseño

**Unidad 4: Escorrentía superficial**

- Fundamentos de la escorrentía superficial
- Medición del caudal en campo
- El hidrograma
- Análisis estadísticos del caudal
- Separación del flujo base
- Caudal de diseño

**Unidad 5: Modelación hidrológica**

- Modelos lluvia-escorrentía
- Modelos físicos distribuidos o semi-distribuidos

**Unidad 6: Erosión**

- Fundamentos de la erosión, estimación y control de la erosión

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Las diferentes unidades de la cátedra contribuyen al alcance de resultados de aprendizaje propuestos mediante una combinación de estrategias didácticas que incluye clases expositivas, clase invertida, resolución de problemas y trabajo por proyectos. Estas estrategias están soportadas en el uso de herramientas tecnológicas de la información y la comunicación relevantes a la Hidrología.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito esta cátedra, el estudiante:

- Integra bases teóricas con evidencia experimental para emitir conclusiones sobre los fenómenos climatológicos a diferentes escalas que impactan los procesos hidrológicos de un área de estudio.
- Describe cualitativa y cuantitativamente las interacciones entre el agua superficial y subterránea a través de los procesos de infiltración, evapotranspiración, recarga de acuíferos, etc., y la respuesta de estos procesos a eventos meteorológicos y climáticos.
- Aplica métodos estadísticos para realizar manejo de calidad, incertidumbre y confiabilidad de resultados.
- Utiliza herramientas computacionales y tecnologías de la información vigentes y apropiadas para analizar y proyectar datos hidrológicos.
- Determina la incertidumbre asociada a la implementación de una estrategia de modelación y juzga su aplicabilidad según el propósito del estudio parra el cual se pretende implementar.
- Propone y defiende decisiones relacionadas con la asignación del recurso hídrico basadas en un concepto técnico que se origine de la aplicación de los conceptos de la Hidrología y demás áreas del conocimiento relacionadas.

**Estrategias de Evaluación**

La cátedra se evaluará por medio de las siguientes actividades:

- Talleres
- Trabajos individuales o en grupo
- Quices
- Proyecto de clase.

**Equivalencia Cuantitativa**

La cátedra se evalúa de la siguiente forma:

- Talleres, trabajos y quices (70%)
- Proyecto de clase (30%).

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Watershed Hydrology, Management and Modelling, First Edition. Yousuf, Abrar; Singh, Manmohanjit, Eds. 2019. CRC Press, 208 p. ISBN 9781138365643
- Physical Hydrology, Third Edition. Dingman, S. Lawrence. 2015. Waveland Press, Inc., 643 p. ISBN 978-1-4786-1118-9
- Applied hydrogeology, Fourth Edition. C.W. Fetter Jr. 2014. Pearson Education, 612 p. ISBN 978-93-325-3511-4
- Engineering Hydrology, Principles and Practices, Second Edition. Ponce, Victor M. 2014. Online at http://ponce.sdsu.edu/enghydro/index.html
- Hydrology and Floodplain Analysis, Fifth Edition. Bedient, Philip B.; Huber, Wayne C.; Vieux, Baxter E. 2013. Pearson, 801 p. ISBN 978-0-13-256796-1
- Erosion and Sedimentation Manual. U.S. Bureau of Reclamation. 2006. U.S. Department of the Interior. 2006. 620 p. Online en: www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/Erosion%20and%20Sedimentation%20Manual.pdf"
- Hidrología en la Ingeniería, Segunda Edición. Monsalve Sáenz, Germán. 1999. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 382 p. ISBN 958-95742-1-1
- Applied Principles of Hydrology, Third Edition. Manning, John C. 1997. Prentice Hall, 276 p. ISBN 0-13-565532-3
- Hidrología Subterránea. Tomo I, Segunda Edición. Emilio Custodio Gimena, Manuel Ramón Llamas. 1996. Omega. ISBN 84-282-0446-2
- Hidrología Aplicada. Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. 1994. Mc Graw Hill, 584 p. ISBN 958-600-171-7
- Agua Subterránea. Freeze, Allan and Cherry, John. 1979. Pearson. Traducción al Español disponible en línea en: http://hydrogeologistswithoutborders.org/wordpress/1979-espanol/


*Nota: Los artículos y documentos específicos a cada unidad de aprendizaje serán provistos en el aula virtual de aprendizaje*

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 3 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos: |
| HIP: 30 | | HTI: 120 | |
| Teóricas: 22 | Prácticas: 8 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

En el abordaje de problemas relacionados con el recurso hídrico y el saneamiento ambiental, es tan importante el dominio de las técnicas de levantamiento de datos en el terreno, como el dominio de las técnicas para el procesamiento de estos datos en la oficina, siendo estas últimas las que permiten convertir los datos en información útil para la interpretación del experto (generación de conocimiento). Esta cátedra soporta todas las áreas de profundización del Programa mediante el desarrollo de unidades de aprendizaje que profundizan en aspectos claves relacionados con el dominio de técnicas y tecnologías que abarcan campos como: la cartografía, la geodesia, la estadística y las ciencias de la computación, las cuales se constituyen en herramientas de apoyo para la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

**PROPÓSITO**

Con esta cátedra se busca desarrollar en el estudiante el dominio de los conceptos teóricos de la cartografía 2D y 3D y su tratamiento espacial; las destrezas para la selección y uso de las principales funciones de un Procesador de Información Geográfica con plena conciencia de los alcances y limitaciones que le brinda la tecnología; la capacidad de formular modelos sintetizados en proyectos, haciendo un correcto manejo de los datos, las técnicas metodológicas y las tecnologías digitales.

De esta forma al final de la actividad académica, el estudiante se encontrará en capacidad de aplicar los temas tratados en su campo de desempeño profesional y podrá profundizar por cuenta propia, manteniéndose actualizado de forma efectiva.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar la cátedra el estudiante será capaz de:

- Comprender las teorías y los principios fundamentales de la cartografía y geodesia como ciencias auxiliares en el estudio de los procesos hídricos.
- Comprender los fundamentos teóricos que rigen las ciencias de la computación y la información, y analiza correctamente su estrecha relación con las ciencias de la tierra.
- Sintetizar en un mapa 2D o en un modelo 3D el comportamiento de los fenómenos asociados al agua tanto a nivel superficial como en el subsuelo, aplicando el tratamiento automatizado de los datos que le permiten las tecnologías informáticas.
- Comunicarse efectivamente, a través de habilidades de interacción social como el respeto a la opinión ajena y la capacidad de aceptación de la crítica, ya sea dirigida a sí mismo como persona o a otros y la argumentación científica basada en la crítica constructiva.
- Conocer la Importancia del trabajo en equipo y por ello, manifiesta una actitud positiva hacia el trabajo con sus compañeros de clase; entendiendo la importancia que las fortalezas individuales le imprimen al quehacer multidisciplinario.
- Desarrollar una actitud de autoaprendizaje y las habilidades básicas que le permitirán actualizarse constantemente y profundizar por cuenta propia en temas del campo de acción profesional dedicado al proceso cartográfico.

**CONTENIDO**

**Unidad 1: Sensibilización**

- Ontología
- Modelado Computacional del Mundo
- Arquitectura del Software SIG

**Unidad 2: Modelo Conceptual y Modelo Lógico**
- Geodesia
- Marco Geodésico Nacional
- Transformaciones y proyecciones
- Estructuras de Datos
- Modelos de Datos
- Edición de Datos Vectoriales, Matriciales y Alfanuméricos

**Unidad 3: Modelos Digitales del Terreno**
- Mapas Topográficos: Altimetría
- Cartografía del Subsuelo - Mapas de Superficies Estructurales
- Inferencia Espacial

**Unidad 4: Sensores Remotos**
- Sensores Remotos Espaciales Pasivos
- Correcciones Geométricas a la Imagen
- Transformación Espacial
- Interpretación Visual de Imágenes
- Interpretación Digital de Imágenes
- Análisis Espacial

**Unidad 5: Mapas Temáticos**
- Cartografía de Superficie - Mapas Topográficos Planimétricos
- Cartografía de Superficie - Mapas Multitemporales
- Análisis Espacial - Estudio de Caso

**Unidad 6: Mapas de Registros**
- Bases de Datos Relacionales
- Consultas Alfanuméricas y Estadísticas
- Consulta Espacial y Topológica

**Unidad 7: Proyectos SIG**
- Calidad de Datos
- Análisis Espacial - Estudio de Caso
- Semiología Gráfica

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

La cátedra se desarrollará a través de charlas expositivas como estrategia instruccional, apoyadas en el uso de la Tecnologías de la Informática y Computación (TICs). En ellas se brindarán los conceptos fundamentales de las distintas temáticas de la actividad académica.

La estrategia de fijación que facilita el aprendizaje se fundamenta en la lectura de textos clave a manera de guías de laboratorio, la observación de materiales audio visuales, la realización de talleres y ejercicios en clase.

Se promoverá el aprendizaje colaborativo y la participación activa de los estudiantes a través de un estudio de caso final que permite la integración de los diferentes conceptos de la cátedra.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito esta cátedra, el estudiante:

- Identifica los alcances y limitaciones de las herramientas tecnológicas al simplificar el mundo real en un modelo científico o ingenieril.
- Propone correctamente un modelo computacional que contribuya a la resolución de un problema científico o ingenieril.
- Comprende los conceptos básicos de cartografía y simulación que se llevan a cabo cuando se modelan los procesos que ocurren en los recursos aire, agua, suelo y roca.
- Elabora y sustenta documentación cartográfica en forma técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica adecuada.

**Estrategias de Evaluación**

La cátedra se evaluará por medio de las siguientes actividades:
-Guías de aprendizaje constituidas por ejercicios de aplicación de la teoría en situaciones prácticas.
-Evaluación de conocimientos individuales por medio de exámenes cortos de selección múltiple
-Evaluación de los laboratorios desarrollados en clase de forma individual.
-Un trabajo final en grupos donde los estudiantes analizarán un estudio de caso.

**Equivalencia Cuantitativa**

La cátedra se evalúa de la siguiente forma:

- Guías de aprendizaje: 20%
- Exámenes de selección múltiple: 20%
- Laboratorios desarrollados en clase: 40%
- Estudio de caso (Póster): 20%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Amouroux E, Chu T Q, Boucher A and Drogoul A (2007) GAMA: An Environment for Implementing and Running Spatially Explicit Multi-agent Simulations, in Ghose A, Governatori G and Sadananda R (eds.), Pacific Rim International Conference on Multi-Agents (PRIMA 2007), Springer, Bangkok, Thailand, pp. 359-371
- Andrienko N, Andrienko G (2006) Exploratory analysis of spatial and temporal data, a systematic approach. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany
- Anselin L, Syabri I, Kho Y (2006) GeoDa: An introduction to spatial data analysis. Geog. Anal., 38, 5-22
- Batty, M (2017) Producing Smart Cities. In: Kitchin, R., Lauriault, T. and Wilson, M.
- Benenson I (2009) Geographic Automata Systems, Geosimulation and Object Based Environment for Urban Simulation (OBEUS) Research Page: Available at https://www.geosimlab.org/
- Connelly R, Playford C J, Gayle V and Dibben C (2016) The role of administrative data in the big data revolution in social science research. Social science research, 59; 1-12
- Dale P (2005) Introduction to mathematical techniques used in GIS. CRC Press, Boca Raton, USA
- Dodge M, McDerby M, Turner M (eds.) (2008) Geographic visualization: Concepts, tools and applications. J Wiley
- GAMA (2016), GAMA Modeling and Simulation Development Environment. Disponible en http://gama-platform.org/ [Accessed on 20th October, 2016].
- Goodchild M F (2013) The quality of big (Geo)data. Dialogues in Human Geography 3(3); 280-284
- Groves RM et al. (2011) Survery Methodology. 2nd ed., J Wiley, London/New York
- Heywood I, Cornelius, S, Carver S (2006) An introduction to geographical information systems (3rd Edition). Pearson Education, UK

- Horni A, Nagel K and Axhausen K W, eds. (2016) The Multi-Agent Transport Simulation MATSim, Ubiquity, London, England
- Hudson-Smith A (2008) Digital Geography: Geographic visualization for urban environments., CASA Publications, UCL, London
- Iliffe J, Lott R (2008) Datums and map projections for remote sensing, GIS and surveying. 2nd Edition. Whittles Publishing, Dunbeath, Scotland
- Kanevski M, Timonin V, Pozdnukhov A (2009) Machine learning for spatial environmental data: theory, applications, and software. CRC Press, Boca Raton
- Lansley G, Li W (forthcoming, 2018) Consumer Registers as spatial data infrastructure, and their use in migration and residential mobility research. In Longley, P., Singleton, A. and Cheshire, J. (Eds.) Consumer Data Research. London: UCL Press
- Lindsay J B (2005) The Terrain Analysis System: A tool for hydro-geomorphic applications. Hydrological Processes, 19, 1123-30
- Longley P A, Goodchild M F, Maguire D J, Rhind D W (2015) Geographic information science and systems. 4th ed., J Wiley, Chichester, UK
- Maguire D J (2005) Towards a GIS platform for spatial analysis and modeling. in Maguire D J, Batty M, Goodchild M F (eds.) GIS, spatial analysis and modeling. ESRI Press, Redlands, California, USA
- Mitchell T (2005) Web mapping illustrated: using open source GIS toolkits. O'Reilly Media
- Neteler M, Mitasova H (2008) Open Source GIS: A GRASS GIS approach. 3rd Ed., Springer, New York
- Okabe A, Okukuki K-I, Shiode S (2006b) SANET: A toolbox for spatial analysis on a network. Geog. Anal., 38, 57-66
- Rey S J, Janikas M V (2006) STARS: Space-time analysis of regional systems. Geog. Anal., 38, 67-86
- Sherman G (2008) Desktop GIS: Mapping the planet with Open Source. Pragmatic Bookshelf
- Stratton R D (2006) Guidance on spatial wildfire analysis: Models, tools and techniques. USDA Forest Research, Gen Tech Report RMRS-GTR-183
- Wilensky U (2004) NetLogo Heatbugs model. ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Heatbugs. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **SEMINARIO DE PROFUNDIZACIÓN II** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 2 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos: Seminario de Profundización I |
| HIP: 20 | | HTI: 60 | |
| Teóricas: 10 | Prácticas: 10 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo al reglamento, "*Mínimo cuatro (4) semanas antes de la finalización de las clases del segundo período académico matriculado, los estudiantes deberán presentar por escrito, una propuesta de trabajo de aplicación y además realizar la defensa pública de esta*"[230]. Para la construcción de esta propuesta se requiere de conocimientos teóricos y metodológicos que garanticen cumplir con los aspectos exigidos para su aprobación. Este seminario brindará estos conocimientos y ayudará al estudiante a comprender cada uno de los aspectos exigidos para su posterior formulación.

**PROPÓSITO**

Con el seminario se pretende compartir al estudiante las bases teóricas y prácticas necesarias para estructurar la propuesta de trabajo de aplicación, identificando los aspectos exigidos por el reglamento de posgrados de la UIS para la aprobación, con el objetivo de que el estudiante los comprenda, y los aplique en la formulación de su propuesta.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar el seminario el estudiante será capaz de:

- Discriminar, interpretar, integrar y analizar información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental para la estructuración de su propuesta de trabajo de aplicación.
- Integrar elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales para el análisis de la problemática asociada a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental las cuales desarrollará en su propuesta de trabajo de aplicación.
- Identificar los aspectos que hacen parte de la propuesta.
- Utilizar la metodología de construcción de cada uno de los aspectos, teniendo en cuenta el tipo de proyecto de aplicación que vaya a presentar.
- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza de los problemas relacionados con su trabajo de aplicación ante diferentes audiencias.
- Asumir una actitud crítica frente a las opiniones intelectuales de los demás.

**CONTENIDO**

**Unidad 1: Revisión de literatura**

- Citas
- Elaboración de fichas
- Procesamiento de la información
- Notas indicadas en el documento
- Mapas conceptuales

**Unidad 2: Formulación de la propuesta de aplicación**

- Definición del problema
- Antecedentes
- Formulación y alcance de objetivos
- Justificación

[230] Reglamento General de Posgrado, Acuerdo 075 de 2013 del Consejo Superior, Art. 101.

- Revisión de literatura, estado del arte
- Procedimiento y diseño metodológico
- Métodos para recolección de datos y análisis de información
- Recursos
- Cronograma
- Resumen

**Unidad 3: Sustentación de la propuesta de aplicación**

- Recomendaciones para la elaboración de la sustentación
- Aspectos asociados a la evaluación de la sustentación de la propuesta de aplicación

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Se realizarán sesiones magistrales en las que se brindará al estudiante las herramientas teóricas y prácticas necesarias para la comprensión de los temas, complementadas con lecturas de textos, búsqueda de información, exposiciones de los estudiantes, y ejercicios sobre los temas expuestos.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito el seminario, el estudiante:

- Plantea su trabajo de aplicación en una temática relacionada con recursos hídricos y saneamiento ambiental, a partir de un problema de aplicación especifico y la revisión de diferentes fuentes de información, cumpliendo los requisitos exigidos.
- Construye metodologías de trabajo teniendo en cuenta lo aprendido en el curso.
- Reconoce la importancia de contribuir en el proceso de enseñanza aprendizaje por medio de la participación en las actividades del curso.
- Manifiesta sus puntos de vista para contribuir con la mejora de los trabajos propuestos por sus compañeros.
- Estructura y expresa sus ideas con claridad y suficiencia, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.

**Estrategias de Evaluación**

El seminario se evaluará por medio de las siguientes actividades:

- Presentación oral pública intermedia para presentar el trabajo formulado, con el objeto de obtener críticas constructivas para su posterior mejoramiento.
- Presentación oral pública final para presentar el trabajo mejorado.
- Se tendrá en cuenta la asistencia, participación en los debates, trabajos.

**Equivalencia Cuantitativa**

El seminario se evalúa de la siguiente forma:

- Presentación Inicial: 40%
- Presentación final: 60%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**

- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004

- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, MCGRAW-HILL, 2003

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Seminario de Profundización I</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 16</td><td rowspan="2">HTI: 56</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 16</td><td>Prácticas:</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>Todo candidato a título de maestría de profundización debe presentar como requisito un trabajo de aplicación, por lo tanto, y según el reglamento de posgrados, "Mínimo cuatro (4) semanas antes de la finalización de las clases del segundo período académico matriculado, los estudiantes de maestría deberán presentar por escrito, ante el Coordinador del programa, y con el visto bueno de su director, una propuesta de trabajo de aplicación (original y dos copias), junto con la solicitud de autorización de la defensa de la propuesta de trabajo dirigida al Comité Asesor de Programas de Posgrado[231].<br><br>En esta actividad académica se brindarán al estudiante el acompañamiento y orientación que permitirán la elaboración y presentación de la propuesta, teniendo en cuenta que cumpla con las características necesarias para su aprobación. Este acompañamiento y orientación será brindado por el Director de Trabajo de Aplicación.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Esta actividad académica tiene como propósito que el estudiante se apropie del proceso que permite la construcción de una propuesta de trabajo de aplicación en un área de su interés, a fin de formular el plan de trabajo de grado y defenderlo públicamente.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al final del curso el estudiante será capaz de:<br><br>• Estructurar la propuesta de trabajo de aplicación, apoyándose en la consulta de información alrededor de un tema seleccionado en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>• Desarrollar los diferentes aspectos que incluye la propuesta de trabajo de aplicación.<br>• Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza de los problemas relacionados con su trabajo de aplicación ante un jurado evaluador.</td></tr>
<tr><td colspan="4">CONTENIDO<br><br>En el transcurso de la actividad académica se formulará la propuesta de trabajo de aplicación, para esto el estudiante revisará, en relación con la temática seleccionada: conceptos, tendencias, estado del arte, metodologías, entre otros; que lo dotarán de los elementos para formular una propuesta para el desarrollo de su trabajo de aplicación. El estudiante, basado en la fundamentación teórica y metodológica obtenida en la materia de Seminario de Profundización I, y con el acompañamiento de su Director, quien le orientará en los aspectos específicos al área del conocimiento seleccionada, construirá su propuesta.<br><br>Dentro del documento a construir se deben identificar los siguientes aspectos: i) Título; ii) Objetivos; iii) Justificación; iv) Planteamiento del problema; v) Alcance y resultados esperados; vi) Impacto; vii) Marco Teórico; vii) Metodología; ix) Cronograma; x) Presupuesto; y xi) Referencias.</td></tr>
<tr><td colspan="4">ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE</td></tr>
</table>

[231] Reglamento General de Posgrado, acuerdo 075 de 2013 del Consejo Superior, artículo 101.

La actividad académica estará basada en el trabajo individual del estudiante e interacción con el director del trabajo de aplicación.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 170, "la evaluación cualitativa se expresará con una consideración, juicio y decisión en términos de Aprobada (A) o No Aprobada (NA) y con un concepto sustentado.

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito esta actividad académica, el estudiante:

- Selecciona y analiza información bibliográfica para la fundamentación de su propuesta.
- Aplica conceptos y métodos para la elaboración de su propuesta.
- Formula y sustenta adecuadamente su propuesta de trabajo de aplicación.

**Estrategias de Evaluación**

La actividad académica se evaluará por medio de:

- Elaboración de un informe con la propuesta de trabajo de aplicación
- Sustentación de la propuesta frente a los jurados asignados

**Equivalencia Cuantitativa**

La calificación es cualitativa y determina si la propuesta del trabajo de aplicación es o no aprobada. Esto dependerá del informe y la defensa pública de la misma.

**BIBLIOGRAFÍA**


- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004
- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, MCGRAW-HILL, 2003
- Tamayo y Tamayo, Mario. Reflexiones acerca de la enseñanza de la investigación. ICESI, 2000.

### 15.1.3 TERCER NIVEL

<table>
<tr><td colspan="3">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="3">SEMINARIO DE PROFUNDIZACIÓN III</td></tr>
<tr><td colspan="2">Código:</td><td>Número de Créditos: 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Seminario de Profundización II</td></tr>
<tr><td>HIP: 20</td><td rowspan="2">HTI: 60</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 10 | Prácticas:10</td></tr>
<tr><td colspan="3">JUSTIFICACIÓN<br><br>“A partir de la aprobación de la propuesta del trabajo de aplicación, el estudiante deberá presentar semestralmente, un informe de avance en donde se resuman las principales actividades desarrolladas en cumplimiento del plan de trabajo presentado en la propuesta”[232].<br><br>Para poder realizar estos informes, el estudiante debe contar con las bases teóricas que le permitan desarrollar su plan de trabajo, por lo tanto, este seminario brindará estos conocimientos y le ayudará al estudiante a desarrollar de forma lógica la metodología planteada en la propuesta.</td></tr>
<tr><td colspan="3">PROPÓSITO<br><br>Introducir a los estudiantes en los principios y enfoques del diseño del trabajo de aplicación, de tal forma que pueda desarrollar eficazmente la metodología planteada en su propuesta de trabajo y presentar el informe de avance. También se pretende brindar espacios de socialización y discusión de los avances realizados, creándose una realimentación por medio de las sugerencias de docentes y estudiantes.</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar el seminario el estudiante será capaz de:<br><br>• Discriminar, interpretar, integrar y analizar información de diferentes fuentes relacionadas con el desarrollo de su trabajo de aplicación.<br>• Integrar elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales para el análisis de la problemática abordada en su trabajo de aplicación.<br>• Aprender de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas para aplicarlas en la resolución de su trabajo de aplicación.<br>• Comprender los fundamentos para la presentación de informes<br>• Identificar métodos eficaces para el análisis de datos relacionados con su proyecto.<br>• Argumentar para la sustentación de su trabajo.<br>• Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza de los problemas relacionados con su trabajo de aplicación ante diferentes audiencias.<br>• Asumir una actitud crítica frente a las opiniones intelectuales de los demás.</td></tr>
<tr><td colspan="3">CONTENIDO<br><br>Unidad 1: Bases para presentación de informes<br>- Principios y estrategias de escritura<br>- Fundamentos gramaticales<br>- Texto técnico e informe<br><br>Unidad 2: Manejo de datos y análisis de la información<br>- Recolección de datos<br>- Clasificación de datos</td></tr>
</table>

[232] Reglamento General de Posgrado, acuerdo 075 de 2013 del Consejo Superior, artículo 104

- Validación de datos
- Análisis de datos
- Procesamiento de datos

**Unidad 3: Socialización de avances del proyecto**

- Sustentación de avances

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Por medio de sesiones magistrales se explicarán las temáticas del seminario y se brindará asesoría en los temas consultados por el estudiante. Además, se realizarán sustentaciones de avances donde se busca la realimentación, comentarios y sugerencias por parte del docente y compañeros para el trabajo de aplicación.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

Al terminar con éxito este seminario, el estudiante:

- Utiliza los fundamentos teóricos y metodológicos en el desarrollo de su trabajo.
- Aplica métodos de manejo de datos en la elaboración de su proyecto.
- Sustenta los conceptos y metodologías utilizadas para desarrollar el plan de trabajo de grado propuesto demostrando habilidad para entablar un debate sobre su trabajo.
- Comunica los avances del desarrollo de su trabajo de aplicación, enunciando los aspectos teóricos y metodológicos empleados y los asociados a la recolección, clasificación, análisis y procesamiento de datos, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.

**Estrategias de Evaluación**

El seminario se evaluará por medio de las siguientes actividades:

- Presentación oral de los resultados obtenidos
- Trabajos en clase

**Equivalencia Cuantitativa**

El seminario se evalúa de la siguiente forma:

- Presentación oral y trabajo en clase: 100%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004
- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, MCGRAW-HILL, 2003
- Tamayo y Tamayo, Mario. Reflexiones acerca de la enseñanza de la investigación. ICESI, 2000.
- Ávila, Fernando. Cómo se escribe. Editorial Norma. Bogotá, 2003.
- Bello, Andrés y Cuervo, Rufino José. Gramática de la Lengua Castellana. Madrid, 1980.
- Eco, Umberto. Como se hace una tesis. Técnicas y procedimiento de estudio, investigación y escritura. Editorial Gedisa.

- Hernández Meléndrez, Edelsys. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Cómo Escribir una Tesis. Escuela Nacional de Salud Pública, Cuba, 2006
- Onieva, Juan Luis. Curso básico de redacción, Editorial Verbum, Madrid, España 1991.
- Weston, Anthony. Las claves de la argumentación. Editorial Ariel. Barcelona. 2002.

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **TRABAJO DE GRADO I** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 2 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos:<br>Propuesta de Trabajo de Grado |
| HIP: 16 | | HTI: 56 | |
| Teóricas: 16 | Prácticas: | | |

**JUSTIFICACIÓN**

El trabajo de grado, en este caso trabajo de aplicación, es requisito para obtener el título de la maestría; en él se materializan todos los conocimientos adquiridos a lo largo del programa en busca de la solución de un problema o situación particular de una entidad o sector determinado.

En esta actividad académica el estudiante busca dar solución al problema planteado por medio de la metodología diseñada, por lo tanto deberá realizar las pruebas, ensayos y revisión de literatura necesarias para encontrar los resultados esperados.

**PROPÓSITO**

Brindar la experiencia de desarrollar la metodología de investigación propuesta en el plan de trabajo, utilizando las bases conceptuales adquiridas en el seminario de profundización II. El fin último será el desarrollo del trabajo de aplicación bajo la asesoría del docente y director del proyecto.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar esta actividad académica el estudiante será capaz de:

- Recolectar, discriminar, interpretar, integrar y analizar información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental para el desarrollo de su trabajo de grado.
- Aplicar conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas abordados en el trabajo de grado.
- Aprender de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan tomar mejores decisiones para el desarrollo de su trabajo de grado.
- Estructurar y expresar de forma escrita sus ideas con claridad y suficiencia, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.
- Comprender la dinámica de presentación de informes basados en la información recolectada.

**CONTENIDO**

En el transcurso de la actividad académica el estudiante empieza a desarrollar el plan de trabajo presentado anteriormente, por lo tanto, trabaja de forma individual en busca de la información que lo lleve a cumplir con los objetivos planteados.

Esta actividad académica no tiene un contenido definido, pero se tendrán en cuenta algunas actividades importantes como son:

- Recolección de datos
- Validación de datos
- Clasificación de datos
- Procesamiento de datos
- Organización de la información
- Estructuración del informe de avance

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Esta actividad académica estará basada en el trabajo individual del estudiante e interacción con el director del proyecto, quien hará seguimiento al trabajo desarrollado y orientará según sea el caso.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 170, "la evaluación cualitativa se expresará con una consideración, juicio y decisión en términos de Aprobada (A) o No Aprobada (NA) y con un concepto sustentado.

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Analiza información de diferentes fuentes relacionadas para el desarrollo de su trabajo de grado.
- Aplica conocimiento especializado para la solución de problemas abordados en el trabajo de grado.

**Estrategias de Evaluación**

Esta actividad académica se evaluará por medio de las siguientes actividades:

- Elaboración de un informe de avance donde se presentan los resultados parciales obtenidos corroborando que se trabaje de acuerdo a la propuesta presentada por el estudiante.

**Equivalencia Cuantitativa**

El supervisor asignará una calificación de Aprobado o No Aprobado acorde con el avance del desarrollo del proyecto.

**BIBLIOGRAFÍA**


- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004
- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, MCGRAW-HILL, 2003
- Ávila, Fernando. Cómo se escribe. Editorial Norma. Bogotá, 2003.
- Bello, Andrés y Cuervo, Rufino José. Gramática de la Lengua Castellana. Madrid, 1980.
- Eco, Umberto. Como se hace una tesis. Técnicas y procedimiento de estudio, investigación y escritura. Editorial Gedisa.
- Hernández Meléndrez, Edelsys. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Cómo Escribir una Tesis. Escuela Nacional de Salud Pública, Cuba, 2006
- Onieva, Juan Luis. Curso básico de redacción, Editorial Verbum, Madrid, España 1991.
- Weston, Anthony. Las claves de la argumentación. Editorial Ariel. Barcelona. 2002.

### 15.1.4 CUARTO NIVEL

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="4">SEMINARIO DE PROFUNDIZACIÓN IV</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Seminario de Profundización III</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 20</td><td rowspan="2">HTI: 60</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 10</td><td>Prácticas:10</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>En el cuarto semestre, el estudiante se encuentra preparando la discusión de los resultados obtenidos durante la ejecución del trabajo de grado. Por lo tanto, el estudiante debe contar con bases teóricas y herramientas para la redacción de los resultados y las estrategias para la discusión de la información obtenida.<br><br>De otro lado, el estudiante se debe preparar para la presentación final de su trabajo de aplicación, para lo cual, se brindarán estrategias para preparar la presentación y las herramientas para el manejo del tiempo, capacidad de argumentación y de dar respuesta a requerimientos de los evaluadores.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Introducir a los estudiantes en los principios y enfoques de la presentación de resultados y el análisis y discusión de la información obtenida, de manera que pueda concluir con el trabajo final. El seminario pretende, además, brindar espacios de socialización y discusión de los avances realizados, creándose una realimentación por medio de las sugerencias de docentes y estudiantes.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar el seminario el estudiante será capaz de:<br><br>• Discriminar, interpretar, integrar y analizar información de diferentes fuentes relacionadas con el desarrollo de su trabajo de aplicación.<br>• Integrar elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales para el análisis de la problemática abordada en su trabajo de aplicación.<br>• Aprender de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas para aplicarlas en la resolución de su trabajo de aplicación.<br>• Comprender los fundamentos para la presentación de informes.<br>• Identificar métodos eficaces para el análisis de datos relacionados con su proyecto.<br>• Argumentar para la sustentación de su trabajo.<br>• Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza de los problemas relacionados con su trabajo de aplicación ante diferentes audiencias.<br>• Asumir una actitud crítica frente a las opiniones intelectuales de los demás.</td></tr>
<tr><td colspan="4">CONTENIDO<br><br>Unidad 1. Bases para la presentación de los resultados del trabajo de aplicación<br>- Empleo de tablas y figuras<br>- Síntesis escrita de los resultados<br><br>Unidad 2. Estrategias para la discusión de resultados<br><br>Unidad 3. Herramientas para la presentación de resultados<br><br>Unidad 4. Socialización de avances del proyecto</td></tr>
</table>

- Sustentación de avances

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Por medio de sesiones magistrales se explicarán las temáticas y se brindará asesoría en los temas consultados por el estudiante. Además, se realizarán sustentaciones de avances donde se busca la realimentación, comentarios y sugerencias por parte del docente y compañeros para el trabajo de aplicación..

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Plantea los principales resultados de su trabajo de aplicación, enunciando los aspectos relevantes para el cumplimiento de los objetivos.
- Utiliza los fundamentos teóricos para la discusión de los resultados.
- Aplica herramientas para la presentación de los resultados.
- Sustenta los conceptos y metodologías utilizadas para desarrollar el plan de trabajo de grado propuesto demostrando habilidad para entablar un debate sobre su trabajo.

**Estrategias de Evaluación**

El seminario se evaluará por medio de las siguientes actividades:

- Presentación oral de los resultados obtenidos
- Trabajos en clase

**Equivalencia Cuantitativa**

- Presentación oral y trabajo en clase: 100%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004
- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, MCGRAW-HILL, 2003
- Tamayo y Tamayo, Mario. Reflexiones acerca de la enseñanza de la investigación. ICESI, 2000.
- Ávila, Fernando. Cómo se escribe. Editorial Norma. Bogotá, 2003.
- Bello, Andrés y Cuervo, Rufino José. Gramática de la Lengua Castellana. Madrid, 1980.
- Eco, Umberto. Como se hace una tesis. Técnicas y procedimiento de estudio, investigación y escritura. Editorial Gedisa.
- Hernández Meléndrez, Edelsys. Metodología de la Investigación. Cómo Escribir una Tesis. Escuela Nacional de Salud Pública, Cuba, 2006
- Onieva, Juan Luis. Curso básico de redacción, Editorial Verbum, Madrid, España 1991.
- Weston, Anthony. Las claves de la argumentación. Editorial Ariel. Barcelona. 2002.

<table>
<tr><th colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</th></tr>
<tr><th colspan="4">TRABAJO DE GRADO II</th></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Trabajo de Grado I</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 32</td><td rowspan="2">HTI: 144</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 32</td><td>Prácticas:</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>La actividad académica es requerida para continuar el desarrollo del trabajo de aplicación hasta la culminación del mismo, aplicando las bases conceptuales y metodológicas vistas durante el programa de la maestría. Dentro de este marco, el estudiante analizará los resultados de los métodos aplicados, propondrá mejoras y conclusiones, validando su trabajo y demostrando que cumplió con los objetivos planteados en su proyecto.<br><br>Al finalizar el curso cada estudiante en forma individual estará en capacidad de realizar la defensa oral pública sobre de su proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Esta actividad académica busca que el estudiante finalice la experiencia de construcción de su proyecto de aplicación. En este caso el estudiante debe identificar la importancia del análisis de resultados y la formulación de conclusiones y mejoras que permitan determinar la forma como el proyecto genera un impacto positivo dentro del sector trabajado.<br><br>El objetivo principal será la presentación del documento y la sustentación final del trabajo de aplicación bajo la asesoría del director del proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar esta actividad académica el estudiante será capaz de:<br><br>• Recolectar, discriminar, interpretar, integrar y analizar información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental para el desarrollo de su trabajo de grado.<br>• Aplicar conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas abordados en el trabajo de grado.<br>• Aprender de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan tomar mejores decisiones para el desarrollo de su trabajo de grado.<br>• Estructurar y expresar de forma oral y escrita sus ideas con claridad y suficiencia, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.</td></tr>
<tr><td colspan="4">CONTENIDO<br><br>En el transcurso de la actividad académica se continuará con el desarrollo del plan de trabajo del proyecto de aplicación, para esto el estudiante analizará los resultados de las metodologías aplicadas, a fin de organizar la información y validarla, para proponer cambios o mejoras y plantear las conclusiones que permitan evaluar el impacto de su trabajo. Las actividades importantes en este nivel serán:<br><br>- Análisis de la información<br>- Validación de la información<br>- Propuestas de mejora<br>- Formulación de conclusiones</td></tr>
</table>

- Estructuración del informe final del proyecto

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Esta actividad académica estará basada en el trabajo individual del estudiante e interacción con el director del proyecto, quien hará seguimiento al trabajo desarrollado y orientará según sea el caso.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 170, "la evaluación cualitativa se expresará con una consideración, juicio y decisión en términos de Aprobada (A) o No Aprobada (NA) y con un concepto sustentado.

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Analiza información de diferentes fuentes relacionadas para el desarrollo de su trabajo de grado.
- Aplica conocimiento especializado para la solución de problemas abordados en el trabajo de grado
- Presenta de forma escrita el informe final de su trabajo de aplicación.
- Sustenta su proyecto y demuestra el dominio del tema sobre el trabajo realizado.

**Estrategias de Evaluación**

Esta actividad académica se evaluará por medio de:

- Elaboración del informe final para la presentación a los evaluadores del proyecto.
- Sustentación del trabajo de aplicación desarrollado.

**Equivalencia Cuantitativa**

-La calificación es cualitativa y determina si el trabajo de aplicación es o no aprobado. Esto dependerá del informe y la defensa pública del mismo.

**BIBLIOGRAFÍA**


- Hernández Sampieri, Roberto. Fundamentos de la metodología de la investigación. Madrid. Editorial McGraw-Hill, 2007.
- Asti Vera, A. Metodología de la investigación. Buenos Aires. Editorial Kapeluz, 1968.
- Lerma, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto, ECOE Ediciones 2004
- Toro, Jesús Antonio. Metodología de la Investigación I, Kinesis 2000
- Lerma, Héctor Daniel. Presentación de Informes-El documento final de investigación, ECOE Ediciones 2003
- Cisneros, Mireya. Como elaborar Trabajos de grado, ECOE Ediciones 2006
- Méndez, Carlos Eduardo. Metodología: Diseño y Desarrollo del proceso de investigación, MCGRAW-HILL, 2003
- Tamayo y Tamayo, Mario. Reflexiones acerca de la enseñanza de la investigación. ICESI, 2000.
- Ávila, Fernando. Cómo se escribe. Editorial Norma. Bogotá, 2003.
- Bello, Andrés y Cuervo, Rufino José. Gramática de la Lengua Castellana. Madrid, 1980.
- Eco, Umberto. Como se hace una tesis. Técnicas y procedimiento de estudio, investigación y escritura. Editorial Gedisa.
- Hernández Meléndrez, Edelsys. Metodología de la investigación. Cómo Escribir una Tesis. Escuela Nacional de Salud Pública, Cuba, 2006
- Onieva, Juan Luis. Curso básico de redacción, Editorial Verbum, Madrid, España 1991.
- Weston, Anthony. Las claves de la argumentación. Editorial Ariel. Barcelona. 2002.

### 15.1.5 ELECTIVAS

15.1.5.1 LÍNEA DE MODELACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

<table>
<tr><th colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</th></tr>
<tr><th colspan="4">HIDROGEOLOGÍA</th></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Hidrología y clima</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 40</td><td rowspan="2">HTI: 120</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 30</td><td>Prácticas:10</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>Las aguas subterráneas se constituyen como una de las mayores reservas de agua dulce del planeta, adquiriendo gran importancia cuando se compara su cantidad y calidad respectos a otras fuentes de agua. En Colombia el 75% del territorio presentan condiciones favorables para el almacenamiento y aprovechamiento del dicho recurso, el cual es estratégico para el desarrollo social, cultural y económico, que dentro del marco del desarrollo sostenible su correcto aprovechamiento y protección debería también contribuir al mantenimiento de ecosistemas estratégicos. Por lo tanto, su uso eficiente y responsable requiere de una adecuada planificación, para lo cual es necesario adquirir las bases conceptuales necesarias para conocer el medio físico en donde ocurre el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas, mediante la identificación de las unidades hidrogeológicas o acuíferas y sobre las cuales es de vital importancia conocer la dinámica de las distintas entradas y salidas de flujos de agua, sus características hidráulicas que condicionan su funcionamiento así como la evaluación de los parámetros químicos de calidad y de evolución del agua subterránea. El aprovechamiento adecuado de este importante recurso requiere que los profesionales adquieran conocimientos básicos de diseño y funcionamiento de pozos profundos y otras estructuras de captación, evaluando su viabilidad y desempeño a través del desarrollo de ensayos y pruebas de bombeo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Con el desarrollo de esta actividad académica los estudiantes desarrollarán las bases conceptuales para abordar de manera correcta e integral su estudio y aprovechamiento, conociendo las interrelaciones entre los distintos componentes del ciclo hidrológico, reconociendo la relación entre distintos aspectos geológicos que definen el origen y la evolución del agua dentro de las denominadas formaciones hidrogeológicas o acuíferos. Por otro lado, se darán las bases para el conocimiento de las leyes que rigen su flujo y comportamiento hidráulico, en cuanto a la calidad, es necesario que los estudiantes conozcan los principales aspectos a tener en cuenta para evaluar distintos procesos de contaminación y la vulnerabilidad de los acuíferos, proponiendo algunas medidas de remediación; el conocimiento de estos aspectos permitirán cuantificar distintas variables de estado como lo son los flujos, los niveles y la evolución de concentraciones de un determinado soluto en los acuíferos a fin de poder decidir si un determinado escenario de aprovechamiento es adecuado o no. Para el aprovechamiento del agua subterránea, el estudiante conocerá los principales métodos de perforación, así como las bases fundamentales del diseño y evaluación de pozos profundos y diferentes obras de captación de abastecimiento.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:<br><br>• Entender la importancia del estudio de agua subterránea, reconociendo los fundamentos de su movimiento, identificando la interacción con cada uno de los componentes del ciclo hidrológico y realizando su cuantificación por medio de balances hídricos, identificando los distintos tipos de formaciones geológicas y conocer las potencialidades del recurso hídrico subterráneo en Colombia.<br>• Comprender los conceptos físicos y propiedades fundamentales que rigen el movimiento del agua subterránea.</td></tr>
</table>

- Comprender el funcionamiento de las estructuras hidráulicas de captación y drenaje y la forma de adquirir datos e interpretar pruebas de bombeo.
- Conocer los distintos procesos hidroquímicos y de evolución del agua subterránea pertinentes para el diseño de planes de monitoreo.
- Entender la base de la prospección del agua subterránea, aplicando distintos criterios técnicos para el diseño, construcción y desarrollo de pozos profundos.
- Hacer parte de equipos de trabajo interdisciplinarios, que busquen de manera conjunta la solución de problemas relacionados con el aprovecha sustentable recurso hídrico subterráneo o mitigación de la prevención de la contaminación del agua subterránea, con una actitud ética y de responsabilidad social.
- Aprender de forma continua e independiente, distintos conceptos y técnicas para mejorar la comprensión sobre el correcto aprovechamiento y protección a la contaminación del agua subterránea que le permitan adaptarse a los cambios técnicos, socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad.
- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con el agua subterránea ante diferentes audiencias.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Nociones fundamentales (Ciclo hidrológico y balance)**

- Importancia del estudio del agua subterránea
- Descripción del movimiento del agua
- El agua subterránea en el ciclo hidrológico
- Balance de agua para una cuenca hidrológica
- Relaciones acuífero – río
- El agua subterránea en Colombia – zonas hidrogeológicas
- El agua y su dinámica en el suelo

**Unidad 2. Conceptos geológicos relacionados con la ocurrencia y movimiento del agua subterránea**

- Controles geológicos
- Efectos de la estratigrafía y la sedimentación
- Controles estructurales
- Clasificación de rocas
- Las aguas subterráneas en las rocas ígneas y metamórficas
- Las aguas subterráneas en las rocas sedimentarias
- Mapas geológicos, componentes de los mapas, escalas y convenciones

**Unidad 3. Hidráulica de acuíferos**

- El agua subterránea
- Propiedades físicas del medio de circulación
- Concepto y Tipos de Acuíferos
- Flujo en medios porosos
- Ley de Darcy y ecuaciones fundamentales
- Superficies piezométricas y redes de flujo
- Parámetros hidrogeológicos de los reservorios de agua subterránea

**Unidad 4. Hidráulica de pozos y ensayos de bombeo**

- Estructuras hidráulicas de captación y drenaje
- Régimen permanente y transitorio
- Principio superposición
- Pozo imagen
- Ensayos de bombeo
- Métodos para acuíferos libres, confinados y semiconfinados.
- Ensayos de recuperación
- Curva característica del pozo

**Unidad 5. Hidroquímica y contaminación de aguas subterráneas**

- Procesos químicos en el agua
- Evolución geoquímica de las aguas subterráneas
- Principios de geoquímica isotópica
- Muestreo y tratamiento de datos hidroquímicos
- Contaminación de las aguas subterráneas
- Perímetros de protección de pozos
- Vulnerabilidad y riesgo a la contaminación
- Transporte de contaminantes

**Unidad 6. Prospección de aguas subterráneas**

- Inventario de pozos y puntos de agua
- Recarga de acuíferos y métodos de estimación
- Métodos de exploración geofísica
- Diseño de pozos (profundidad, entubado, zona de admisión, prefiltro)
- Métodos de perforación
- Desarrollo y protección sanitaria
- Equipos y selección de la bomba

## ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La estrategia metodológica a desarrollar a lo largo de las sesiones perseguirá la integración de los aspectos teóricos y prácticos que, sumados al protagonismo de los estudiantes, así como el diálogo de saberes previos y producción colectiva, mostrarán el avance indicador de la transformación de los estudiantes desde su situación inicial.

Las características de las estrategias son: clase expositiva, talleres grupales: y exposiciones de los estudiantes.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Reconoce la importancia del agua subterránea identificando sus principales relaciones con los distintos componentes del ciclo hidrológico.
- Identifica la relación directa de la geología y cómo esta condiciona el movimiento del agua subterránea.
- Identifica las principales propiedades hidráulicas y leyes que condicionan el movimiento del agua en los acuíferos y relaciona la importancia para cuantificar y hacer un manejo sostenible del acuífero.
- Analiza los resultados de pruebas hidráulicas para conocer el funcionamiento del acuífero y es capaz de interpretar los datos obtenidos para la entrega de resultados.
- Interpreta datos obtenidos en pruebas de bombeo, aplica software disponible y utiliza los resultados.
- Estima y evalúa indicadores hidrogeoquímicos para el estudio de la calidad del agua subterránea, que le permitirán evaluar su calidad para diferentes usos.
- Reconoce las distintas metodologías para realizar el correcto estudio y exploración del agua subterránea, permitiéndole reconocer zonas potenciales para su correcto aprovechamiento.
- Aplica los criterios técnicos en la perforación, construcción y diseño de pozos, garantizando el funcionamiento durante su vida útil.
- Realiza informes técnicos, de forma clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica que faciliten la compresión ante diferentes receptores de la información.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evaluará por medio de:

- Desarrollo de talleres de aplicación
- Estudio de casos
- Examen integrador

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Desarrollo de talleres de aplicación: 30%
- Estudio de caso: 30%
- Examen integrador: 40%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Cruz San Julián, J. Javier. (2018). Hidrogeología básica e hidráulica subterránea. 1er edición. editorial Universidad de Granada, 360 pp.
- Custodio, E. y M. R. Llamas (Eds.) (1983). Hidrología Subterránea. (2 tomos). Omega, 2350 pp.
- Fetter, C. W. (2001). Applied Hydrogeology. Prentice-Hall, 4ª ed., 598 pp.
- Fitts, C. R. (2012). Groundwater Science. Elsevier, 2ª ed., 692 pp.
- Freeze, R. A.y J. A. Cherry (1979). Groundwater. Prentice-Hall, 604 pp.
- Guía metodológica para la protección integrada de aguas subterráneas, Colombia, Ministerio del medio Ambiente, 2002.
- Kruseman, G.P. y N.A. Ridder. (1990). Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. International Institute for Land Reclamation and Improvement, 377 pp.
- Nazeer Ahmed, Stewart W. Taylor and Zhuping Sheng. (Task Committee on Hydraulics of Wells; Edited). (2014). Hydraulics of Wells: Design, Construction, Testing, and Maintenance of Water Well Systems. ASCE, 491 pp.
- USGS. (1998). Groundwater and surface water a single resource, Thomas C. Winter. U.S. Geological Survey Circular 1139.
- Vélez María Victoria. (2011). Hidráulica de Aguas Subterráneas – Facultad de Minas Unal –Medellín.
- Zheng, C. and G. Bennet. (2002). Applied Contaminant Transport Modelling. Wiley Interscience.

<table>
<tr><th colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</th></tr>
<tr><th colspan="4">MODELACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</th></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos: Hidrogeología</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 40</td><td rowspan="2">HTI: 120</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 30</td><td>Prácticas:10</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>Dentro del campo de la hidrogeología existe actualmente un consenso general acerca de la importancia del empleo de los modelos matemáticos para reproducir el movimiento del flujo subterránea, así como la evolución de distintos elementos contaminantes, lo que permite el desarrollo de un mayor conocimiento del sistema acuífero, teniendo la posibilidad de evaluar la dinámica actual y realizar predicciones de futuros escenarios, siendo una herramienta prácticamente necesaria de apoyo a la toma de decisiones para la gestión y aprovechamiento del agua subterránea.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Este curso tiene como propósito suministrar a los estudiantes bases conceptuales y matemáticas que les permitan realizar la cuantificación de flujos de agua y la interpretación de respuestas del acuífero ante diferentes escenarios. Los estudiantes conocerán distintas técnicas de revisión de información y aprenderán el desarrollo metodológico para la configuración de modelos conceptuales que les permitirán la aplicación de modelos matemáticos, conociendo los elementos básicos para la simulación del flujo subterráneo y las etapas necesarias para la implementación numérica y así evaluar distintas condiciones y situaciones que contribuyan a la toma de decisiones inteligentes respecto a la gestión del recurso subterráneo.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:<br><br>• Comprender los conceptos físicos y matemáticos necesarios para entender el funcionamiento y preservación de los acuíferos y resuelve problemas básicos y complejos.<br>• Identificar el proceso lógico para realizar una modelación numérica, articula la información antecedente para la elaboración de un modelo conceptual y reunir los elementos necesarios para decidir cuál es la mejor forma de discretizar un modelo numérico.<br>• Entender las distintas etapas para la construcción y desarrollo del modelo conceptual, definiendo las distintas condiciones que integran las entradas y salidas de flujo del sistema acuífero, conociendo la importancia de implementación numérica, calibración y validación del modelo de flujo para comprobar su efectividad.<br>• Realizar simulaciones predictivas de escenarios de aprovechamiento y de contaminación de aguas subterráneas e identificando la importancia del análisis de sensibilidad y analizando posibles errores y soluciones a implementarse.<br>• Reconocer a los modelos matemáticos como una herramienta para el estudio de escenarios, permitiendo establecer limitaciones en la explotación de acuíferos y conocer la normatividad para hacer un manejo sostenible.<br>• Hacer parte de equipos de trabajo interdisciplinarios, que busquen de manera conjunta la solución de problemas relacionados con el aprovecha sustentable recurso hídrico subterráneo o mitigación de la prevención de la contaminación del agua subterránea, aplicando para ello la herramienta de simulación numérica.<br>• Aprender de forma continua e independiente, distintos conceptos y técnicas para la elaboración de un modelo conceptual e implementación numérica de un modelo del flujo y transporte de aguas subterránea, con mira a la adaptación rápida de las actualizaciones técnicas, socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad.</td></tr>
</table>

- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con el agua subterránea y el uso de modelos para responder a la solución a la búsqueda de escenarios sostenibles y de evaluación del impacto de actividades antrópicas o naturales ante diferentes audiencias.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Modelación numérica de agua subterráneas**

- El proceso modelación y utilidad de los modelos
- Métodos generales de resolución
- Ecuación del flujo y solución por diferencias finitas
- Condiciones de contorno y tipos de implementación
- Tipos de problemas y datos necesarios para la simulación
- Requerimientos de información e incertidumbres
- Proceso de modelación (modelo conceptual, discretización, estructura del modelo, calibración y verificación, análisis de sensibilidad, simulación y análisis de errores)

**Unidad 2. Modelo Conceptual de flujo**

- Definición de unidades estratigráficas
- Adquisición de datos de campo
- Tipos de acuíferos
- Conexión entre acuíferos
- Definir los sistemas de flujo en un acuífero
- Interpretación de recargas a acuíferos
- Entradas y salidas a los acuíferos
- Planteamiento del modelo conceptual

**Unidad 3. Tipos de modelos**

- Modelo dimensional.
- Modelo tridimensional.
- Modelos de diferencias finitas.
- Modelos de elementos finitos.
- Tipos de grillas.
- Orientación.
- Escala espacial.
- Definición de capas del modelo.
- Transferencia de datos de campo a la grilla.
- Tipos de fronteras.
- Simulación de fronteras.
- Inyecciones y bombeo de pozos

**Unidad 4. Planteamiento del modelo y calibración**

- Selección del código
- Proceso de calibración
- Calibración en estado permanente
- Análisis de resultados
- Calibración en estado transitorio
- Evaluación de la calibración
- Análisis de sensibilidad
- Verificación del modelo
- Limitación del modelo
- Predicciones con modelos

**Unidad 5. Aplicación de los modelos de flujo y transporte**

- Descripción de los códigos MODFLOW, MODPATH y MT3D.

- Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación de flujo.
- Simulaciones de flujo y casos de estudio.
- Seguimiento de partículas (zonas de captura y perímetros de protección de pozos).
- Herramientas computaciones para implementar la solución numérica del trasporte se contaminantes.
- Simulaciones de transporte y casos de estudio.
- Simulaciones de alternativas de remediación y protección de acuíferos.

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

La estrategia metodológica a desarrollar a lo largo de las sesiones perseguirá la integración de los aspectos teóricos y prácticos que, sumados al protagonismo de los estudiantes, así como el diálogo de saberes previos y producción colectiva, mostrarán el avance indicador de la transformación de los estudiantes desde su situación inicial.

Las características de las estrategias son: clase expositiva, talleres grupales, aprendizaje basado en estudio de casos y exposiciones de los estudiantes.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Conoce los fundamentos teóricos para la aplicación de un modelo numérico de flujo y transporte de aguas subterráneas.
- Emplea diferentes herramientas de modelación como un apoyo en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua subterránea.
- Aplica los conceptos adquiridos, identifica las variables, criterios y restricciones para resolver problemas relacionados con el agua subterránea.
- Realiza planes de manejo de acuíferos haciendo una explotación sostenible y controlada del recurso.
- Interpreta datos obtenidos en pruebas de bombeo, aplica software disponible y utiliza los resultados.
- Aplica los conceptos del flujo y modelamiento de acuíferos en la gestión del recurso hídrico subterráneo.
- Se expresa de forma oral y escrita utilizando lenguaje técnico y teniendo en cuenta la importancia de respetar la propiedad intelectual y comunica de forma clara y adecuada la información para diferentes audiencias.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evaluará por medio de:

- Solución de ejercicios prácticos
- Desarrollo de talleres de aplicación
- Estudio de casos
- Examen integrador

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Solución de ejercicios prácticos: 20%
- Desarrollo de talleres de aplicación: 20%
- Estudio de casos: 20%
- Examen integrador: 40%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**

📖 Anderson, Mary P, Woessner, William W, & Hunt, Randall J. (2015). Applied Groundwater Modeling. Elsevier Science & Technology.

- Bedekar, V., Morway, E.D., Langevin, C.D., and Tonkin, M., 2016, MT3D-USGS version 1: A U.S. Geological Survey release of MT3DMS updated with new and expanded transport capabilities for use with MODFLOW: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A53, 69 p., http://dx.doi.org/10.3133/tm6A53.
- Custodio, E. y M. R. Llamas (Eds.) (1983). Hidrología Subterránea. (2 tomos). Omega, 2350 pp.
- Fetter, C. W. (2001). Applied Hydrogeology. Prentice-Hall, 4ª ed., 598 pp.
- Guía metodológica para la protección integrada de aguas subterráneas, Colombia, Ministerio del medio Ambiente, 2002.
- Harbaugh, A.W. (2005). MODFLOW-2005, the U.S. Geological Survey modular ground-water model - the Ground-Water Flow Process: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A16.
- Kruseman, G.P. y N.A. Ridder. (1990). Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. International Institute for Land Reclamation and Improvement, 377 pp.
- Pollock, D.W., 2016, User guide for MODPATH Version 7 -- A particle-tracking model for MODFLOW: U.S. Geological Survey Open-File Report 2016-1086, 35 p., http://dx.doi.org/10.3133/ofr20161086.
- USGS. (1998). Groundwater and surface water a single resource, Thomas C. Winter. U.S. Geological Survey Circular 1139.
- Zheng, C. and G. Bennet. (2002). Applied Contaminant Transport Modelling. Wiley Interscience.

15.1.5.2 LÍNEA DE MODELACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="4">MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos:<br>Procesos Ambientales<br>Hidrología y clima</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 40</td><td rowspan="2">HTI: 120</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 30</td><td>Prácticas:10</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>La buena calidad del agua es un activo fundamental pero vulnerable para el desarrollo económico y social, y esencial para el mantenimiento de la salud de los ecosistemas[233]. Los ecosistemas de agua dulce soportan la producción de agua para diferentes usos, regulan los caudales ambientales, purifican las aguas residuales, regulan el clima, proporcionan protección contra las tormentas, mitigan la erosión y ofrecen beneficios culturales. A pesar de su importancia, están sujetos a contaminación por residuos agrícolas, industriales y de asentamientos humanos[234]. Estas presiones sobre el recurso han convertido la calidad del agua en una preocupación global pues su degradación se traduce directamente en impactos sociales, ambientales y económicos.<br><br>La información confiable sobre el estado de los recursos hídricos generalmente es deficiente o inexistente. A nivel mundial, las redes de monitoreo proporcionan datos incompletos e incompatibles sobre la calidad y cantidad del agua superficial y subterránea, y cómo ésta cambia en el tiempo. Esta falta de información crea barreras a la formulación de políticas coherentes y la toma de decisiones sólida[235].<br><br>Dado que la situación de la calidad del agua del mundo es poco conocida, se requiere la implementación de programas para la evaluación de la calidad del agua[236]. Este curso ofrece a los estudiantes los elementos teóricos y prácticos para el diseño y ejecución de programas para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua en diferentes sistemas acuáticos, de tal forma que se reduzca la brecha de información y se mejore la toma de decisiones y los procesos de gestión de la calidad del agua.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>Proporcionar a los estudiantes elementos teóricos y prácticos para el diseño y ejecución de programas para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua en corrientes superficiales; incluyendo estrategias para el análisis y divulgación de la información generada por estos programas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:<br><br>• Comprender las fuentes de contaminación de cuerpos de agua puntuales y difusas.</td></tr>
</table>

[233] WWAP, 2012. Managing water underUncertainty and risk. The United Nations World Water Development Report Volume 2. Paris, France: World Water Assessment Program, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
[234] WWAP, 2009. United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. Paris, UNESCO and London: The United Nations.
[235] WWAP, 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. París: United Nations.
[236] WWAP, 2012. Managing water underUncertainty and risk. The United Nations World Water Development Report Volume 2. Paris, France: World Water Assessment Program, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

- Entender las variables que describen la calidad de agua de un cuerpo.
- Reconocer datos de calidad de agua de diferentes variables y establece relaciones entre los orígenes de la contaminación y las consecuencias (relación causa-efecto) en los cuerpos de agua, considerando un enfoque sistémico.
- Comprender el ciclo de programas de evaluación de la calidad del agua
- Formular programas de monitoreo y evaluación de calidad de agua en corrientes superficiales
- Estructurar y expresar sus ideas con claridad y suficiencia, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.
- Elaborar documentación técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica propias de la ingeniería.
- Comprender textos técnicos en inglés.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Monitoreo y evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica**

- Introducción al monitoreo y evaluación de la calidad del agua
  - Problemáticas asociadas al recurso hídrico
  - Aspectos legales relacionados con la calidad y cantidad del agua
- Monitoreo de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del agua
  - Estrategias para el monitoreo de la calidad del agua
  - Selección de variables para el monitoreo de la calidad de agua
- Evaluación de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del agua
  - Evaluación individual de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
  - Índices de calidad del agua e Índices de contaminación

**Unidad 2. Monitoreo y evaluación de la calidad hidrobiológica**

- Consideraciones generales
- Principales perturbaciones del hábitat. Cantidad y calidad de agua
- Concepto del Bioindicador ambiental o de hábitat
- Los macroinvertebrados como Bioindicadores de calidad de agua. Ventajas y desventajas
- Medidas utilizadas en Protocolos de Bioindicación de calidad de agua
- Índices bióticos
- Protocolos de Muestreo
  - Taller sobre manejo y presentación de datos biológicos
  - Problemas y Perspectivas de la bioindicación de calidad de agua

**Unidad 3. Monitoreo y evaluación de la calidad hidromorfológica**

- Contexto - situación actual
- Objetivos del monitoreo y la Evaluación de la Calidad Hidromorfológica
- Conceptos claves
- Los Índices para evaluación, aspectos técnicos de los monitoreos y la Cuantificación de los índices de calidad

**Unidad 4. Evaluación ecológica integrada de la calidad del agua**

- Evaluación integrada de la calidad del agua
- Estadística aplicada a la evaluación integrada de la calidad del agua

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Combinación de clases magistrales, seminarios y talleres. Se promoverá la participación de los estudiantes por medio de talleres, seminarios y ejercicios en clase. Se emplearán medios audiovisuales que faciliten la comprensión de temáticas del curso y se complementarán con la lectura de textos clave. Se ejercitará el análisis de temáticas a través de discusiones en clase y el análisis de casos de estudio.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Reflexiona sobre la importancia de recopilar información adecuada para caracterizar y evaluar las problemáticas del recurso hídrico, analizando parámetros e indicadores de calidad del agua fisicoquímica, hidromorfológica e hidrobiológica.
- Calcula e interpreta los resultados de parámetros de evaluación e índices de calidad fisicoquímica, hidromorfológica e hidrobiológica del recurso hídrico.
- Desarrolla procesos para valorar situaciones y resultados, con énfasis en el monitoreo y evaluación integrada de la calidad y cantidad del agua, para caracterizar las problemáticas del recurso hídrico.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evaluará por medio de exámenes teórico-prácticos de las unidades y el desarrollo de un caso de estudio de evaluación y monitoreo de la calidad del agua

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Examen Teórico-práctico Unidad 1: 20 %
- Examen Teórico-práctico Unidad 2: 20 %
- Examen Teórico-práctico Unidad 3: 20 %
- Examen Teórico-práctico Unidad 4: 20 %
- Desarrollo de un caso de estudio de evaluación y monitoreo de la calidad del agua: 20%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

## BIBLIOGRAFÍA

**Unidad 1. Monitoreo y evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica**

- Bartram, J. and Ballance, R. (1996) Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. London: E & FN Spon.
- Chapman, D. V. (Ed.). (1996). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.
- Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible. Decreto 1076 de 2015: Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible
- Ongley, E.D., 1997. Matching Water Quality Programs to Management Needs in Developing Countries: The Challenge of Program Modernization. European Water Pollution Control 7:4, 43-48.
- Ongley, E.D., 1998. Modernization of water quality programs in developing countries: issues of relevancy and cost efficiency. Water Quality International, Sept/Oct-1998, 37-42.
- Ongley, E.D. and Booty, W.G., 1999. Pollution remediation planning in developing countries: conventional modelling versus knowledge-based prediction. Water International 24:1, 31-38.
- Ott Wayne R. (1981) Environmental Indices. Theory and Practice. U.S.E.P.A. Ann Arbor Science. Washington DC.

**Unidad 2. Monitoreo y evaluación de la calidad hidrobiológica**

- Ballesteros, Y.V., Zúñiga, M. del C. y Rojas, A.M. 1997. Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and their relationships to water quality. Pp. 19-23. En: Holzenthal, R.W. y Flint, O. Jr. (Eds.). Proceedings of the 8th International Symposium on Trichoptera, 1995. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio, USA.
- Chará-Serna, A.M., Chará, J., Zúñiga, M. del C., Pedraza, G.X. y Giraldo, L.P. 2010. Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. Universitas Scientiarum 15(1): 27-36.

- Zúñiga, M. del C. y Cardona, W. 2009. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. Pp. 167-198, En: Cantera, J., Carvajal, Y. y Castro, L. (Compiladores). Caudal ambiental: conceptos experiencias y desafíos. Programa Editorial de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. del C., Rojas, A.M. y Caicedo, G. 1993. Indicadores ambientales de calidad de agua en la cuenca del Río Cauca. Revista de la Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia- AINSA 13(2): 17-28.
- Zúñiga, M. del C. 2009. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental.: Caso del río Meléndez (Valle del Cauca, Colombia). Pp. 303-310. En: Cantera, J., Y. Carvajal y L. Castro (Compiladores). Caudal ambiental: Conceptos Experiencias y Desafíos. Programa Editorial de la Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. del C., Rojas, A.M. y Mosquera, S. 1997. Biological aspect of Ephemeroptera in rivers of southwestern Colombia (South América). Pp. 261-268. En: Landolt, P. y Sartori, M. (Eds). Ephemeroptera and Plecoptera: Biology, Ecology and Systematics. MTL, Mauron Tinguely y Lachat S.A., Switzerland.
- Zúñiga, M. del C., Chará. J., Giraldo, L.P., Chará-Serna, A.M. y Pedraza, G. 2013a. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región andina colombiana, con énfasis en la entomofauna. Dugesiana 20(2): 663-277.


**Unidad 3. Monitoreo y evaluación de la calidad hidromorfológica**


- Anderson, J.R. (1993) State of the Rivers Project. Report 1: Development and validation of the methodology. Queensland Department of Primary Industries, 64 p., Brisbane. Ballarín, D., Mora, D., Díaz Bea, E.
- Echeverría, M.T., Ibisate, A., Montorio, R., Ollero, A. y Sánchez Fabre, M. (2006) Valoración hidrogeomorfológica de los cursos fluviales de Aragón. Geographicalia, 49, 51-69.
- Bonada, N., Prat, N., Munné, A., Plans, M., Solà, C., Álvarez, M., Pardo, I., Moyà, G., Ramón, G, Toro, M., Robles, S., Avilés, J., Suárez, M.L., Vidal-Abarca, M.R., Mellado, A., Moreno, J.L., Guerrero, C., Vivas, S., Ortega, M., Casas, J., Sánchez-Ortega, A., Jáimez-Cuéllar, P. y Alba-Tercedor, J. (2002) Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. Limnetica, 21(3-4), 13-33.
- Brinson, M.M. et al. (1993). A guidebook for application of hydrogeomorphic assessments to riverine wetlands. Vicksburg, US Army Corps of Engineers, Wetlands Research Program, Technical Report WRPDE-11.
- CEN (2002). A guiadance standard for assessing the hydromorphological features of rivers
- Danés, C. (coord., 2005) Manual para la identificación de las presiones y análisis del impacto en aguas superficiales. Ministerio de Medio Ambiente, 71 p., Madrid.
- Díaz Bea, E. y Ollero, A. (2005) Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. Geographicalia, 47, 23-45.
- Lehotský, M. y Grešková, A. (2004) Hydromorphological river survey and assessment (Slovakia). Slovak Hydrometeorological Institute, 37 p., Bratislava.
- Munné, A., Solà, C. y Pagés, J. (2006). HIDRI: Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos. Barcelona, Agència Catalana de l'Aigua.
- MUNNÉ, A, C. SOLÁ & N. PRAT. 1998. Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Tecnología del Agua, 175: 20-37.


**Unidad 4. Evaluación ecológica integrada de la calidad del agua**


- Zuur, A.F., Ieno, E.N., Elphick C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. Methods in Ecology and Evolution 1, 3–14.
- Zuu A.; Ieno E., Smith G. Analysing Ecological Data. New York: Springer, 2007. 687 p.

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 3 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos: Monitoreo y evaluación de la calidad del agua |
| HIP: 40 | | HTI: 120 | |
| Teóricas: 30 | Prácticas:10 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

La disponibilidad de agua para el bienestar humano, la conservación ambiental y el desarrollo económico y social se ve afectada por la contaminación. La agricultura intensiva, la producción industrial, la minería, la escorrentía urbana y las aguas residuales deterioran la calidad de los recursos hídricos y crean riesgos ambientales y de salud, que hacen imperativa la búsqueda de enfoques racionales y económicos para evitar su menoscabo[237].

En este contexto, los modelos de calidad del agua son una herramienta útil para simular y predecir los niveles, distribución y riesgos de la incorporación de contaminantes en los cuerpos de agua, y constituyen insumos importantes para la evaluación de impacto ambiental y una base técnica para la toma de decisiones[238].

Este curso ofrece una introducción a los fundamentos de modelado (balance de masa, cinética, transporte, etc.), junto con descripciones de cómo diferentes contaminantes (patógenos, sustancias orgánicas que demandan oxígeno, nutrientes, sustancias tóxicas y calor) se mueven y reaccionan dentro de ríos y lagos. El curso permite a los estudiantes comprender las bases de la modelación, la formulación de modelos y el uso de modelos, de tal manera que puedan emplear estos conocimientos en la predicción de niveles de contaminantes en cuerpos de agua superficiales como apoyo a la toma de decisiones que contribuya a la conservación de la calidad de los recursos hídricos.

**PROPÓSITO**

Proporcionar a los estudiantes elementos teóricos y prácticos para el correcto uso de los modelos de simulación matemática que consideren los procesos de transporte, transformación fisicoquímica y biológica de las sustancias contaminantes en cuerpos de agua.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Comprender las razones para formular y los enfoques para construir un modelo de calidad de agua de cuenca.
- Aplicar principios del balance de masas para desarrollar modelos simples de calidad de agua.
- Refinar los modelos incorporando procesos de: decaimiento de los contaminantes y sedimentación, sorción y desorción, oxigenación, respiración y fotosíntesis.
- Comprender los procesos de eutroficación, decaimiento bacteriano, y los mecanismos de reacción de tóxicos en corrientes y lagos; los enfoques de modelación de éstos, su aplicación a la solución de problemas de contaminación y sus limitaciones.
- Explicar los modelos más usados en la actualidad para predecir la calidad del agua en ríos y lagos, así como la importancia de realizar análisis de sensibilidad, calibración, verificación y evaluación de los modelos.
- Estructurar y expresar sus ideas con claridad y suficiencia, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.

[237] WWAP. (2015). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. París: United Nations, World Water Assessment Program.

[238] Wang, Q., Li, S., Jia, P., Qi, C., & Ding, F. (2013). A Review of Surface Water Quality Models. The Scientific World Journal, 2013, 7. doi: 10.1155/2013/231768

- Elaborar documentación técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica propias de la ingeniería civil..

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Generalidades de la Modelación Ambiental**

- Introducción y conceptos básicos de la modelación matemática
- Tipos de modelos matemáticos de simulación
- Normatividad
- Fundamentos de Modelación de la calidad del agua
- Marco general de Modelación de la calidad del agua
- Ambientes de calidad de agua: Ríos y corrientes, Lagos y embalses, Sedimentos

**Unidad 2. Modelación del transporte de contaminantes en sistemas acuáticos**

- Mecanismos de transporte Advección, Difusión y Dispersión
- Longitud de mezcla
- Modelo ADE
- Soluciones del Modelo ADE
- Limitaciones del Modelo ADE

**Unidad 3. Modelación de determinantes convencionales de calidad del agua**

- Modelación del Oxígeno Disuelto y la Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Modelo simplificado de Streeter-Phelps
- Modelación de especies de Nitrógeno y Fósforo, patógenos, pH, temperatura, sólidos suspendidos
- Los procesos de nitrificación, fotosíntesis y respiración, el problema de la eutroficación, la demanda de oxígeno de los sedimentos y el crecimiento de fitoplancton y macrófitas
- Modelo completo de Streeter-Phelps

**Unidad 4. Modelos computacionales para el estudio de la calidad del agua**

- Modelos de simulación de la calidad del agua, considerando el estado del sistema (estable o dinámico) y según el tipo de flujo (flujo permanente y flujo dinámico)
- Ejercicios de simulación computacional: Uso del software QUAL2K y QUAL2Kw

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

El curso se desarrollará a través de clases magistrales y tutoriales en computador para la aplicación de modelos y la simulación. Se promoverá la participación de los estudiantes por medio de talleres y ejercicios en clase. Se emplearán medios audiovisuales que faciliten la comprensión de temáticas del curso y se complementarán con la lectura de textos clave. Se ejercitará el análisis de temáticas a través de discusiones en clase. Se desarrollará un caso de estudio de modelación para poner en práctica los conceptos desarrollados en clase.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Reflexiona sobre la importancia de realizar correctamente los procesos de selección del modelo apropiado, el análisis de sensibilidad, la calibración y verificación del modelo, la estimación de la incertidumbre de sus resultados y la simulación de escenarios.
- Formula modelos sencillos y aplica modelos existentes para analizar los fenómenos de transporte de contaminantes y los problemas de contaminación de cuerpos de agua superficiales.
- Interpreta los resultados de la implementación de herramientas de simulación matemática de la calidad del agua y toma decisiones sobre qué acciones se pueden desarrollar para mejorar el deterioro ambiental hídrico.
- Expone oral y públicamente sus análisis y soluciones, empleando un lenguaje apropiado a la audiencia a la que se dirige
- Utiliza los recursos estilísticos y gráficos adecuados para ilustrar adecuadamente sus ideas y propuestas.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evalúa por medio de exámenes escritos y el desarrollo de un caso de estudio de modelación de la calidad del agua.

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Tres exámenes escritos: 60% (20% cada uno)
- Desarrollo de un caso de estudio de modelación de la calidad del agua: 40%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Chapra, S. C. (2008). Surface water-quality modelling. Waveland press.
- Chapra, S. C., & Pelletier, G. J. (2003). QUAL2K: a modelling framework for simulating river and stream water quality: documentation and user's manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.
- Lopez J. A. y Espert A. V. Modelos Matemáticos de Dispersión de Contaminantes. Aplicación al Medio Ambiente. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2002. 242 p.
- Martin M. y Marzal P. Modelación de la Calidad del Agua. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2002. 206 p.
- Pelletier, G.J.; Chapra, C.S. Y Tao, H. QUAL2Kw, A framework for modeling water quality in streams and rivers using a genetic algorithm for calibration. En: Environmental Modelling and Software. 2006. vol 21, p 419-4125.

15.1.5.3 LÍNEA DE ABASTO DE AGUA

<table>
<tr><th colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</th></tr>
<tr><th colspan="4">SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</th></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 40</td><td rowspan="2">HTI: 120</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 30</td><td>Prácticas:10</td></tr>
</table>

**JUSTIFICACIÓN**

El acceso al agua potable y a condiciones adecuadas de saneamiento es esencial para la salud, un derecho humano básico y un componente de la política para la protección de la salud[239]. En los países en desarrollo, las enfermedades relacionadas por la falta de agua o calidad inadecuada ocasionan la muerte anual de aproximadamente 5 millones de personas; aproximadamente 1,8 millones mueren por enfermedades diarreicas, siendo el 90% niños menores de cinco años[240]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que las mejoras de la calidad del agua, por sí solas, reducen en un tercio o más la morbilidad debida a enfermedades diarreicas[241].

A pesar de los avances encontrados en el sector urbano, que cuenta con coberturas de acceso al agua del 97,2%, los municipios menores y sectores rurales carecen de adecuados sistemas de suministro de agua, que afectan el acceso a agua tanto de calidad como de cantidad adecuada para la población. Este contexto requiere de profesionales con capacidades para la planeación y diseño de sistemas de abastecimiento de agua y con competencias para la optimización de sistemas de distribución de agua en zonas urbanas de mediano y grande tamaño.

**PROPÓSITO**

Capacitar al estudiante para la planeación, diseño, operación y control de sistemas de abastecimiento de agua potable que consideren el contexto para la formulación de las soluciones técnicamente viables y ajustadas a los requerimientos sociales, económicos y ambientales.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Aplicar conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con sistemas de abastecimiento de agua.
- Aplicar procesos y metodologías de diseño de tecnologías para potabilización de agua.
- Integrar elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados sistemas de abastecimiento de agua, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.
- Estructurar y expresar sus ideas con claridad y suficiencia, empleando el lenguaje técnico apropiado de la Ingeniería.
- Elaborar documentación técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica propias de la ingeniería civil.

[239] Organización Mundial de la Salud (OMS). La asamblea mundial de la salud da un nuevo impulso a la promoción de la salud pública mundial. Comunicado de prensa. 2004.
[240] Organización Mundial de la Salud (OMS). Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. Hechos y cifras., Noviembre, 2004a, [disponible en] <www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html>
Rojas, R., Planes de seguridad del agua (PSA)., OMS/OPS/SDE/ CEPIS-SB, Hojas de Divulgación Técnica, HDT No. 100., ISSN: 1018-5119, Marzo, 2006a.
[241] Organización Mundial de la Salud (OMS). Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares. 2007. [Disponible en] < http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf>

- Participar de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con sistemas de abastecimiento de agua, con una actitud ética y de responsabilidad social.
- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los sistemas de abastecimiento de agua.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Marco normativo e institucional**
- Marco normativo relacionado con el abastecimiento de agua

**Unidad 2. Agua y salud**
- Abastecimiento de agua y salud. Enfermedades hídricas

**Unidad 3. Demanda de agua**
- Consumo de agua por usos (Humano, industrial, comercial, institucional) y variables que inciden.
- Estimación de: Consumo Per cápita y caudales medio, máximo diario y máximo horario.
- Estudios básicos para el diseño: geotécnicos, topográficos, estructurales, otros.
- Metodologías para la estimación de proyección de población de diseño

**Unidad 4. Fuentes, Parámetros básicos de calidad**
- El ciclo del agua como punto de partida en la consideración de la oferta Hídrica
- Aguas superficiales y subterráneas (tipos de fuentes)
- Oferta hídrica: Consideraciones sobre el estado de la cuenca. Medición y estimación de la misma
- Calidad de las aguas como fuente para acueductos, Normas de calidad de agua cruda y tratada
- Parámetros básicos de calidad: Microbiológicos y Fisicoquímicos.

**Unidad 5. Conceptos de mecánica de fluidos e hidráulica**
- Conceptos básicos: Ecuación de Energía, Conservación de Momento, Sistemas de tuberías equivalentes
- Presión estática, presión dinámica
- Línea de energía y de gradiente hidráulico
- Fórmulas de Perdida de Energía

**Unidad 6. Componentes de un acueducto**
- Definición e importancia
- Componentes
- *Seminario 1: permisos ambientales asociados a proyectos de abastecimiento de agua*

**Unidad 7. Sistemas de Captación**
- Tipos de bocatomas
- Criterios de diseño
- Labores de operación y mantenimiento

**Unidad 8. Aducciones y Conducciones**
- Tipos de conducción e hidráulica (Línea de gradiente hidráulico y de energía).
- Accesorios: Válvulas de Corte Purga, Ventosas, tipos de tuberías, válvulas reguladoras, reductoras, cheques.
- Consideraciones sobre el envejecimiento de tuberías (efectos de la calidad del agua).
- Estructuras especiales, Anclajes, Viaductos, Sifones invertidos
- Características de sistemas con bombeo (Bombas y curvas características, curva del sistema, curvas de sistemas compuestos).
- Planteamientos de soluciones gráficas, analíticas y mediante software
- Modalidades de combinación de Bombas, Estaciones de Bombeo, Elementos complementarios en las estaciones necesarios para un correcto funcionamiento
- Sistemas de protección contra golpe de ariete

- Modelo para simulación de tuberías de aducción y conducción
- Sistemas de bombeo

**Unidad 9. Desarenadores**
- Importancia y necesidad de la estructura, ubicación
- Criterios de Diseño
- Labores de operación y mantenimiento
- Chequeo hidráulico de un desarenador
- *Seminario 2. Materiales utilizados para la construcción de infraestructura en sistemas de abastecimiento de agua*
- *Seminario 3. Tipos de suelos y recomendaciones constructivas para estructuras de abastecimiento de agua*

**Unidad 10. Almacenamiento**
- Funciones: Almacenamiento, Tanque de compensación, Regulación de presiones, incendios, suministro en caso de falla de conducciones
- Clasificación de los tanques: Enterrados, semienterrados, elevados, teoría
- Descripción: Diagramas, especificaciones, Equipamiento necesario
- Curvas de consumo
- Dimensionamiento
- *Seminario 4. Aspectos a tener en cuenta en captación de aguas subterráneas*

**Unidad 11. Sistema de distribución**
- Tipo de Redes y Clasificación
- Teoría de diseño
- Métodos de cálculo y diseño hidráulico
- Conexiones domiciliarias
- Diseño Optimizado, Modelado y Simulación de sistemas de distribución
- Uso de modelo EPANET
- *Ejercicio en clase: Uso del Modelo en epanet*

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

El curso se desarrollará mediante clases magistrales acompañadas de la presentación de casos reales que incluyan desde la identificación del problema; presentación de propuestas de solución; conclusiones y discusión de propuestas de mejoramiento. También se propone la solución de talleres de diseño específicos a partir de una hipótesis de problema para concebir una solución, discusión y conclusiones. Seminarios y planteamiento de temas de investigación para sustentación ante el grupo.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:
- Identifica requerimientos y necesidades del sistema, proceso o componente a diseñar.
- Reconoce la importancia de las especificaciones y las define para un determinado sistema, proceso o componente.
- Comprende los conceptos y parámetros técnicos y socioeconómicos básicos asociados al proyecto a desarrollar.
- Propone, diseña y compara diferentes alternativas de solución a los problemas planteados.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evalúa por medio de las siguientes actividades:
- Estudio de casos - proyecto
- Seminarios
- Talleres

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Talleres: 30%
- Seminarios: 30%
- Estudio de caso - proyecto: 40%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Arocha, Simón. Abastecimiento de agua, Teoría y diseño. R. Ediciones Vega. 1978.
- Mijares, Gustavo Rivas. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ediciones Vega. 1976
- Garavito, Felipe Silva. Diseño de Acueductos y Alcantarillados. U. S. T. A. 1974
- Steel, Ernest. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. 1958
- Lauro, Arturo. Acueductos y Alcantarillados. U. Nacional. 1970
- Sánchez, Montenegro Hernando. Ingeniería de Acueductos y Plantas de Tratamiento de Agua. U. Nacional
- Munizaga, Enrique. Redes de Agua Potable, Diseño y Dimensionamiento. Monografías I. E. T. No. 335. Madrid. 1976
- Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association. USA. 2000
- Guías para presentación, diagnóstico y diseño de sistemas de acueducto. INSFOPAL. Agosto de 1978.
- King, Bratter, Alvarez, Acevedo Netto. Manual de hidráulica. 1970
- Revistas de Ingeniería Sanitaria e Hidráulica. Journal A. W. W. A.; ACODAL; HYDRAULICS DIVISION ASCE. Etc.
- Normas Técnicas para diseño y presentación de proyectos de alcantarillado. Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. CDMB. 1997
- Corcho, Romero Fredy Hernan. Sistemas de Alcantarillados. Universidad de Medellín, 1994.
- Reglamento de Agua y Saneamiento. RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia.
- Reglamento de Agua y Saneamiento. RAS 2017. Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia..

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **DISEÑO DE PLANTAS DE POTABILIZACIÓN** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 3 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos:<br>Química Ambiental<br>Sistemas de Abastecimiento de Agua |
| HIP: 40 | | HTI: 120 | |
| Teóricas: 30 | Prácticas:10 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

La calidad del agua de consumo humano se considera como uno de los aspectos claves en el mejoramiento de la salud ambiental de una comunidad. Un agua considerada potable minimiza los riesgos de la transmisión de muchas enfermedades transmitidas por el agua. Según la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Colombia para el año 2019 contaba con 865 Sistemas de Potabilización en las cabeceras urbanas de los municipios del país, con una capacidad instalada del orden 144.8 $m^3/s$, los cuales se consideran suficientes para atender la demanda actual de agua (Superservicios, 2020). Sin embargo, la valoración de la capacidad debe ser realizada de manera individual para cada sistema, ya que en algunos municipios la capacidad instalada del sistema está sobre el límite o ya superó su capacidad o caudal de diseño, requiriendo la construcción de nuevas fases que reduzcan la fatiga en las operaciones de tratamiento por los excesos de agua tratados y eviten los riesgos en la calidad del agua tratada. Los fenómenos cómo el cambio climático y la variabilidad climática, unidos al descuido de las cuencas abastecedoras han generado cambios en la calidad del agua que entra a los sistemas de tratamiento, que muchas veces requieren de ajustes a los procesos de tratamiento o incluso de nuevos procesos que deben ser considerados acorde con la Resolución 330 de 2017 y los estudios de tratabilidad. .

**PROPÓSITO**

Orientar a los participantes en el conocimiento, selección y dimensionamiento de las operaciones unitarias convencionales y su aplicación en el tratamiento del agua de consumo humano.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Aplicar los conceptos teóricos y prácticos de los procesos de tratamiento de agua convencionales.
- Conocer los procesos requeridos para el tratamiento de agua de consumo humano.
- Seleccionar tecnología para el tratamiento del agua para consumo humano acorde con el nivel de riesgo en la fuente de abastecimiento.
- Dimensionar los componentes básicos de un sistema de tratamiento de agua de tipo convencional.
- Usar procedimientos sistemáticos de búsqueda de información para el análisis y solución de problemas sobre recursos hídricos y saneamiento ambiental
- Procesar y gestionar la información recabada utilizando procedimientos sistemáticos de organización, integración, análisis e interpretación cuantitativa y cualitativa.
- Participar de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares e intersectoriales
- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Introducción al tratamiento del agua para consumo humano**

- Importancia histórica del agua y el saneamiento en la salud del ser humano
- Procesos de tratamiento de agua, consideraciones generales
- Alternativas para la potabilización del agua, consideraciones generales sobre su selección acorde con el riesgo sanitario

- Consideraciones sobre la reglamentación colombiana para el tratamiento de agua para consumo humano

**Unidad 2. Coagulación-Floculación**

- Teoría de coagulación. Estado coloidal, naturaleza de la turbiedad y el color, mecanismos de coagulación, el diagrama de coagulación, color, tipos de coagulantes más comunes, polielectrolitos. Variables a considerar
- Concepto de gradiente de mezcla
- Mezcla rápida hidráulica y mecánica
- Cálculo de Mezclador Rápido hidráulico. Vertedor Frontal y canaleta Parshall
- Teoría de Floculación. Variables a considerar. Determinación de las variables (estudios de tratabilidad), para diseño de unidades
- Dimensionamiento de un Floculador hidráulico y otro mecánico

**Unidad 3. Sedimentación**

- Teoría de Sedimentación, descripción del fenómeno, sedimentación ideal, concepto de carga superficial y velocidad crítica de sedimentación
- Sedimentación no ideal determinación de la eficiencia. Determinación de la curva de sedimentabilidad
- Sedimentación de alta tasa. Introducción, determinación de la ecuación que modela el fenómeno
- Estimación del área superficial y número de placas y la carga superficial
- Distribución del agua floculada y recolección del agua sedimentada
- Dimensionamiento de un sedimentador de alta tasa

**Unidad 4. Filtración**

- Teoría de la filtración: Mecanismos de filtración, Componentes, Alternativas. Factores que influyen
- Teoría del lavado de filtros: Alternativas, Fluidificación del lecho filtrante, expansión del medio
- Cálculo de un filtro rápido y sus componentes

**Unidad 5. Desinfección**

- Alternativas para la desinfección
- Desinfección con cloro. Reacciones. Curva de punto de quiebre
- Estimación de la dosis de Cloro y tiempo de contacto
- Dimensionamiento de tanque de contacto de cloro

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

El curso se desarrollará mediante clases expositivas donde se presentarán los conceptos teórico-prácticos, acompañados con el suministro de material donde se realiza el dimensionamiento de las unidades. Se tendrán secciones de trabajo presencial donde los participantes realizarán talleres sobre temas específicos, que tendrán que ser resueltos por los participantes durante la sección. Durante el desarrollo de cada unidad el participante tendrá que realizar un proyecto en grupo relacionado con el dimensionamiento de la estructura de tratamiento en estudio y al final del curso deberá conectar todas las estructuras y presentar la vista en planta y el perfil hidráulico.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Aplica los conceptos teóricos y prácticos de los procesos de tratamiento de agua convencionales.
- Aplica y selecciona las operaciones unitarias requeridas en para el tratamiento de agua de consumo humano.
- Identifica y selecciona la tecnología para el tratamiento del agua acorde con el nivel de riesgo en la fuente de abastecimiento.
- Dimensiona los componentes básicos incluidos en el tren de tratamiento seleccionado en un sistema de tratamiento de agua de tipo convencional.
- Expone oral y públicamente sus análisis y soluciones, empleando un lenguaje apropiado a la audiencia a la que se dirige
- Expone por escrito sus análisis y soluciones, empleando un lenguaje apropiado a la audiencia a la que se dirige.
- Utiliza los recursos estilísticos y gráficos adecuados para ilustrar adecuadamente sus ideas y propuestas.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evalúa por medio del desarrollo de un proyecto de cálculo de los componentes principales de una planta de tratamiento.

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma: se realizarán cinco entregas del proyecto del curso, cada una tendrá un valor igual equivalente al 20% de la nota final. Cada entrega constará de documento escrito, memoria de cálculo y planos.

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Arboleda Valencia, Jorge. Teoría y Práctica de la Purificación del agua, 3ª Edición, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de Colombia, 2000
- Lozano Rivas, William Antonio y Lonzano Bravo, Guillermo. Potabilización del Agua. Principios de diseño, control de proceso y laboratorio. Universidad Piloto de Colombia, 2015
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2017. Resolución 330.
- Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007. Resolución Número 2115.
- Corcho Romero, Freddy Hernán; Duque Serna, José Ignacio. Acueductos: teoría y diseño. Universidad de Medellin, 2005.
- López Cualla, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (Incluye CD) Editorial: E. Colombiana de Ingeniería, 2004
- Fair, Geyer y Okun (1979); Purificación, tratamiento y remoción de aguas residuales. México.
- Romero R. Jairo A. (1997); Acuapurificación, diseño de sistemas de purificación de aguas, Segunda Edición, Edición Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Pérez P. Jorge Arturo (1995) Manual de Potabilización del Agua, Tercera Edición, Universidad nacional de Colombia, Facultad de Minas, posgrado en Aprovechamiento de Recursos hídricos.
- Di Bernardo Luis, (1993); Metodos e técnicas de tratamento de Agua, EBES- Asociación Brasilera de Engenharia Sanitaria e Ambiental. Rio de Janeiro Brasil.
- Di Bernardo, L; Sabogal Paz, L. (2008). Selección de tecnologías de tratamiento de agua. Editora LDIBE LTDA. V1 e V2. Sao Carlos, Brasil
- Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf

15.1.5.4 LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER<br>Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental</td></tr>
<tr><td colspan="4">TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de Créditos: 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria por periodo</td><td rowspan="3">Requisitos:<br>Procesos ambientales</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP: 40</td><td rowspan="2">HTI: 120</td></tr>
<tr><td>Teóricas: 30</td><td>Prácticas:10</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN<br><br>La oferta del recurso hídrico se encuentra afectada en su calidad por las múltiples fuentes de contaminación provenientes de las actividades antrópicas urbanas y rurales. El mejoramiento de su calidad es de imperiosa necesidad. Para tal propósito, es fundamental conocer las tecnologías disponibles y considerarlas técnica y económicamente ajustadas a contextos específicos, de manera que se contribuya a mejorar los niveles de calidad del recurso agua para satisfacer la creciente demanda.<br><br>En Colombia, de acuerdo con el Ideam y Ministerio de Ambiente[242], se vierten aguas residuales con altas cargas contaminantes en términos de $DBO_5$, DQO y SST, provenientes principalmente del sector doméstico e industrial (siendo el mayor aporte realizado por sector urbano). En el mismo estudio, se reporta que el porcentaje de contaminación (en términos de $DBO_5$, DQO y SST) que se está removiendo antes de verter las aguas residuales a los cuerpos hídricos, no supera el 33%. Esta situación genera una presión significativa sobre los recursos hídricos y un deterioro de los ecosistemas.<br><br>En este contexto, se demandan profesionales capacitados para comprender los fundamentos de los procesos relacionados con los sistemas de tratamiento de aguas residuales, capacitados para la selección y el diseño de tecnologías acordes con los contextos específicos donde se implanten y considerando las normatividad nacional vigente y las nuevas tendencias para el tratamiento de aguas residuales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO<br><br>El curso llevará al estudiante a conocer las diferentes tecnologías aplicables al contexto de países en desarrollo y tendrá los elementos conceptuales necesarios para enfrentar la selección y diseño de los sistemas tecnológicos para el tratamiento de aguas residuales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS<br><br>Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:<br><br>• Aplicar conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con sistemas de tratamiento de aguas residuales.<br>• Aplicar procesos y metodologías de diseño de tecnologías para tratamiento de aguas residuales.<br>• Integrar elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados sistemas de tratamiento de aguas residuales, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.<br>• Participar de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con sistemas de tratamiento de aguas residuales, con una actitud ética y de responsabilidad social.<br>• Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los sistemas de tratamiento de aguas residuales.</td></tr>
</table>

[242] IDEAM, Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C., 2015. 496 páginas.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Contexto normatividad, políticas oficiales**
- Normatividad
- Políticas nacionales e internacionales
- Tendencias en el tratamiento de aguas residuales

**Unidad 2. Caracterización**
- Generalidades de la caracterización físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales
- Características físicas
- Características químicas
- Oxígeno Disuelto
- Nitrógeno
- Compuestos del Nitrógeno
- Azufre
- Fósforo
- Fundamentos Ecológicos del Sistema Saprobio

**Unidad 3. Operaciones físicas unitarias en el tratamiento de las A.R.**
- Medición de caudales
- Desbaste (cribado)
- Desarenadores verticales, longitudinales, aireados
- Homogeneización, mezclado
- Sedimentación, sedimentación acelerada, sedimentador de flujo horizontal Circular, Rectangular
- Cargas superficiales de los tanques y períodos de retención comunes

**Unidad 4. Procesos químicos unitarios**
- Precipitación química, adsorción, absorción, métodos de desinfección, otros

**Unidad 5. Procesos biológicos unitarios**
- Fundamentos microbiológicos. Introducción al metabolismo microbiano. Microorganismos importantes en el tratamiento biológico
- Cinética del crecimiento microbiológico. Modelos cinéticos
- Procesos biológicos de tratamiento aerobio y anaerobio de cultivo en suspensión y fijo, Eliminación biológica de nutrientes

**Unidad 6. Sistemas de Tratamiento Biológico**
- Aeróbicos: Lodos Activados (Convencional, Mezcla Completa, Aireación Escalonada, Aireación modificada, Contacto y estabilización, Aireación prolongada, Aireación de alta carga, Proceso Krauss, Sistemas de Oxígeno Puro, Zanjón de Oxidación y Carrousel, Reactor de Flujo Discontinuo Secuencial. Reactor Deep Shaft (pozo profundo), Nitrificación en etapas única y separadas
- Filtros percoladores: de baja, media y alta carga. De medio sintético, sistemas ABF, Bio-discos rotatorios, diferentes sistemas mixtos
- Tendencias modernas: IFAS (Integrated Fixed Film Activated Sludge), MBBR (Moving Bed Bioreactor), MBR (Membrane Bioreactor)
- Reactores de Flujo discontinuo
- Sistemas de tratamiento anaerobios: digestores, UASB, reactores de lecho fijo, reactores de lecho flotante

**Unidad 7. Introducción al Tratamiento y disposición de lodos**
- Revisión de métodos como: Espesamiento, Estabilización, Acondicionamiento, Desinfección, Deshidratación, Remoción de Patógenos, Compostaje, Digestión termofílica

**Unidad 8. Tratamientos avanzados**
- Filtración

- Microtamizado.
- Nitrificación desnitrificación biológica
- Eliminación de: Fósforo biológicamente, nitrógeno por procesos físicos y químicos, compuestos tóxicos orgánicos refractarios y sustancias, inorgánicas disueltas.

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

El curso se desarrollará por medio de clases magistrales; presentación de casos reales que incluyan desde la identificación del problema, propuestas y selección de solución, dimensionamiento de las opciones seleccionadas. Adicionalmente, se realizarán talleres de diseño específicos a partir de una hipótesis de problema para concebir una solución, discusión y conclusiones. Finalmente, se desarrollaran seminarios basados en el planteamiento de temas de investigación para sustentación ante el grupo.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Identifica soluciones factibles para los problemas planteados durante el curso
- Identifica con claridad los procesos de tratamiento de agua residual
- Propone soluciones apropiadas al contexto socioeconómico del lugar a situaciones problemáticas planteadas.
- Diseña sistemas de tratamiento de agua residual con aplicación de los conceptos y lineamientos estudiados.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evalúa por medio de las siguientes actividades:

- Estudio de casos
- Talleres
- Seminarios
- Exámenes

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Talleres 20%
- Seminarios 20%
- Trabajos o Proyecto 20%
- Exámenes 40%.

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Metcalf & Eddy, INC.: Ingeniería Sanitaria: Tratamiento, Evacuación Y Reutilización De Aguas Residuales, 2.a edición, McGraw-Hill, Barcelona, 1985.
- Metcalf & Eddy, INC.: Ingeniería Sanitaria: Redes de Alcantarillado y Bombeo de Aguas Residuales, McGraw-Hill, Barcelona, 1984.
- Metcalf & Eddy, Inc.: Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater, McGraw-Hill, Nueva York, 1981.
- Qasim, S. R.: Wastewater Treatment Plants: Planning, Design, and Operation, Holt, Rinehart and Winston, 1985.
- Tchobanoglous, G., y Schroeder, E. D.: Water Quality: Characteristics, Modeling, Modification, Addison-Wesley, Reading, MA, 1985.
- Schroeder, E. D., y Tchobanoglous, G.: Water and Wastewater Treatment, Addison Wesley, Reading, MA, 1990.

| **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**<br>**Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** | | | |
|---|---|---|---|
| **MÉTODOS NATURALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES** | | | |
| Código: | | | Número de Créditos: 3 |
| Intensidad horaria por periodo | | | Requisitos:<br>Tratamiento de aguas residuales |
| HIP: 40 | | HTI: 120 | |
| Teóricas: 30 | Prácticas:10 | | |

**JUSTIFICACIÓN**

El crecimiento poblacional, la rápida urbanización y el desarrollo económico son algunos de los factores que contribuyen al aumento del consumo de agua por parte de la sociedad, lo que a su vez incrementa la generación de agua residual. El alto volumen de agua residual producida, gran parte vertida sin tratamiento previo a los cuerpos de agua, está generando un rápido deterioro de los ecosistemas acuáticos y al mismo tiempo impactando la salud de la población y las actividades económicas. La humanidad enfrenta grandes retos como atender la alta demanda de agua, energía y alimentos, al tiempo que tratar las aguas residuales previo a su vertimiento, buscando minimizar el impacto de estas sobre los ecosistemas y la salud humana. Por lo tanto, es pertinente el tratamiento de estas aguas residuales para contribuir a la protección y conservación del recurso hídrico y mitigar el impacto ambiental y a la salud humana. Existe una alta y variada oferta de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, en donde los denominados sistemas de tratamiento convencionales (intensivos) tienen una baja demanda de terreno, pero pueden demandar altos costos en operación y mantenimiento, mano de obra calificada entre otros, lo que limita su aplicación en el contexto de países en desarrollo. Por este motivo, surgen sistemas no convencionales (extensivos-naturales) que, además son más amigables ambientalmente, y cuyo principio de trabajo se fundamenta en simular en un reactor lo que ocurre en la naturaleza para la biotransformación de la contaminación presente en el agua residual. Estos sistemas demandan extensiones de terreno, pero presentan costos de operación y mantenimiento bajos y no requieren mano de obra calificada. Entre estos métodos se identifican las tecnologías que incluyen métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Esta actividad académica profundiza los conceptos en tecnologías como las lagunas de estabilización, los humedales construidos, lagunas algales de alta tasa. Adicionalmente, desde un enfoque circular, se incluye la perspectiva del reúso de aguas residuales tratadas, enfoque relevante, ante la alta demanda del recurso hídrico en actividades como la agricultura y piscicultura y la creciente escasez de agua en algunas regiones. En esta actividad académica se pretende involucrar a los estudiantes en la conceptualización, planeación, dimensionamiento, operación y mantenimiento de los sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales domésticas.

**PROPÓSITO**

Se busca que los estudiantes desarrollen las capacidades para reconocer y diseñar diferentes estrategias y tecnologías para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico principalmente. El desarrollo de estas capacidades tendrá un mayor énfasis en los elementos técnicos, sin embargo, se considerarán también aspectos socioeconómicos, ambientales y normativos. La actividad académica se abordará desde un enfoque de sustentabilidad, ciclo urbano del agua y gestión integral del agua. Igualmente brindará las herramientas conceptuales y metodológicas que requieren los estudiantes para seleccionar y dimensionar una alternativa tecnológica para el tratamiento de aguas residuales en un contexto particular dado y elaborar el correspondiente pre-diseño hidráulico. Se promoverá la capacidad de análisis de los estudiantes, los familiarizará con el tipo de información y criterios básicos utilizados en el dimensionamiento de las alternativas tecnológica naturales para el tratamiento de aguas residuales y el reúso del agua residual tratadas.

**COMPETENCIAS**

Al finalizar la actividad académica el estudiante será capaz de:

- Aplicar conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Aplicar procesos y metodologías para la selección y diseño de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

- Integrar elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados sistemas de tratamiento de aguas residuales empleando métodos naturales, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.
- Participar de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con sistemas de tratamiento de aguas residuales empleando métodos naturales, con una actitud ética y de responsabilidad social.
- Comunicar con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los sistemas de tratamiento de aguas residuales empleando métodos naturales.

**CONTENIDO**

**Unidad 1. Aspectos generales del tratamiento de aguas residuales (ARD)**

- Riesgos de la salud asociados a las ARD
- Características de las ARD
- Importancia del tratamiento de las ARD
- Evolución de las tecnologías de tratamiento por métodos naturales
- Clasificación y tipos de tecnologías de tratamiento de ARD por métodos naturales
- Principios de selección de tecnología

**Unidad 2. Tecnologías de Lagunas de Estabilización (Lagunas Aerobias-LA, Lagunas Facultativas-LF y Lagunas de Maduración -LM)**

- Definición
- Fundamentos del proceso
- Aspectos hidrodinámicos y de proceso en LA, LF y LM
- Diseño del proceso biológico en LA, LF y LM
- Operación, mantenimiento y seguimiento de las LA, LF y LM
- Aspectos de costos

**Unidad 3. Tecnologías de Humedales Artificiales (HC)**

- Introducción a los humedales construidos (HC)
- Descripción de los HC (superficiales y subsuperficiales)
- Descripción de las condiciones hidráulicas-hidrológicas
- Tipo de vegetación empleada en los HC
- Mecanismos de remoción y funcionamiento de los HC
- Dimensionamiento hidráulico de los HC
- Operación, mantenimiento y seguimiento de los HC
- Aspectos de costos

**Unidad 3. Lagunas Algales de Alta Tasa-LAAT**

- Introducción a las Lagunas Algales (LAAT)
- Mecanismos de remoción de contaminantes
- Dimensionamiento hidráulico de las LAAT
- Operación y Mantenimiento de las LAAT
- Casos de estudio

**Unidad 4. Aspectos de reúso de efluentes y subproductos**

- Importancia del reúso de ARD tratada
- Tipos de reúso
- Criterios y requerimientos nacionales e internacionales para el reúso de ARD tratada
- Casos de estudio

**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

El curso se desarrollará a través de varias modalidades de enseñanza-aprendizaje: sesiones de trabajo en seminario y conferencias magistrales donde se presentarán los aspectos teóricos y conceptuales de las tecnologías estudiadas,

trabajos en grupos sobre temas específicos los aspectos teóricos (talleres, ejercicios en clase, análisis de textos clave) y un caso de estudio donde se integran los conocimientos adquiridos a lo largo del curso.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**Indicadores de aprendizaje**

El estudiante:

- Analiza las características de las aguas residuales municipales y las necesidades de remover materia orgánica y nutrientes, por medio de métodos naturales.
- Identifica los requerimientos para la aplicación de tecnologías naturales para el tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización, humedales, soluciones en terreno, soluciones in situ).
- -Propone y dimensiona hidráulicamente opciones tecnológicas naturales para el tratamiento y reúso de aguas residuales, teniendo en cuenta las condiciones de contexto en particular.

**Estrategias de Evaluación**

El curso se evalúa por medio de las siguientes actividades:

- Talleres, ejercicios en clases
- Caso de estudio
- Trabajo final grupal
- Seminarios de lectura
- Examen

**Equivalencia Cuantitativa**

Se evalúa de la siguiente forma:

- Examen : 40%
- Talleres, ejercicio en clases: 5%
- Caso de estudio-Trabajo final grupal: 40%
- Seminarios de lectura: 15%

Según el Reglamento General de Posgrado, Artículo 169, "…la nota mínima aprobatoria, para cualquier asignatura será de tres coma dos (3,2). Sin embargo, como requisito para optar el título de posgrado, el estudiante debe tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50)."

**BIBLIOGRAFÍA**


- Ascuntar-Rios, D., Madera-Parra, C A., Peña, M R., Sharma, S. (2014). Organic matter removal during pilot-scale soil aquifer treatment for domestic wastewater in the tropics. Water Science and Technology, 2014, 70(3), 450-456.
- Asano Takashi. (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water Quality Management Library Volume 10. Library of congres Catalog Car No. 97-62550. Lancaster, Pennsylvania 17604U.S.A.
- Ansari A. Abid, Gill S., Gill R, Lanza R. Guy, Newman Lee. (2015). Phyto-remediation, Management of Environmental Contaminants, Volume 2. Springer. Library of Congress Control Number: 2015931077.
- Babu Mohammed. (2011). Efecto of Algal Biofilm and Operational Conditions on Nitrogen Removal In Wastewater Stabilization Ponds. Taylor & Francis Group.
- Curtis, T. P., & Sloan, W. T. (2005). Exploring microbial diversity-A vast below. Science, 309, 1331-1333.
- Curtis, T. P., Sloan, W., & Scannell, J. (2002). Estimating prokaryotic diversity and its limits. Proceedings National Academy of Sciences, 99, 10494-10499.
- Curtis, T. P., Sloan, W., & Scannell, J. (2001). The estimation of prokaryotic diversity and its limits. 9th International Symposium on Mycrobial Ecology. Amsterdam.
- Curtis, T. P.; Head, I. M.; Lunn, M.; Woodcock, S.; Schloss, P. D.; Sloan, W. T. (2006). What is the extent of prokaryotic diversity? Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 361, 2023-2037.
- Hubbell, S. P. (2005). Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. Functional Ecology, 19, 166-172.
- Hubbell, S. P. (2001). The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography (1st ed.). Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.

- Jorgensen, S. E., & Svirezhev, Y. M. (2004). Towards a Thermodynamic Theory for Ecological Systems. London, UK: Elsevier Ltd.
- Madera, C A., Silva., J., Mara, D D., Torres, P. (2010). Wastewater use in agriculture: Irrigation of sugar cane with effluents from the Cañaveralejo wastewater treatment plant in Cali, Colombia, Environmental Technology, 30(10), 1011 – 1015.
- Mara D., Horan N. (2003). The Handbook of Water and Wastewater Microbiology. School of Civil Engineering University of Leeds, UK. Library of Congress Control Number: 2002114097.
- Peña, M. R., & Mara, D. D. (2007). Thematic overview paper on waste stabilisation ponds. (IRC: International Water and Sanitation Centre, Ed.) Delft, The Netherlands.
- Pickering, R. (2006). Ph. D Thesis in Environmental Engineering. Department of Civil Engineering and Geosciences. Newcastle University. New Castle upon Tyne, UK.
- Pérez, C F., Madera-Parra, C A., Echeverri- Sánchez, A F., Urrutia-Cobo, N. (2015). Wastewater Reuse: impact on the chemical and macronutritional attributes of an inceptisol irrigated with treated domestic wastewater. Ingeniería y Competitividad. 17(2):19-28.
- Royle, J. A., & Dorazio, R. M. (2009). Hierarchical Modeling and Inference in Ecology: The Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities (1st ed.). London, UK: Academic Press.
- Sanjay K. Sharma, Rashmi Sanghi. (2013). Wastewater Reuse and Management JECRC University Jaipur, India. Springer.
- Silva-leal, J., Torres, P., Madera-Parra, C A. (2014). Influencia del Riego con aguas residuales domésticas tratadas sobre el contenido de patógenos en un suelo cultivado con caña de azúcar Revista Ingenium, 8(21):43-49.
- Stevens, H. (2005). Ecological dynamics. College of Arts and Science. Oxford, OH: Miami University.
- Tilman, D. (2004). Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: A stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. Proceedings of the National Academy of Sciences, 101 (30), 10854-10861.

**Lagunas**

- Al Baz I., Otterpohl R., Wendland C. (Edits). (2008). Efficient managment of wastewater. Its treatment and Reuse in Water-Scarce Countries. Springer editrial, Berlin, Germany.
- Ali- Mohammed I. Al-Hashimi., Hussain H.T, (2013). Stabilization Pond for Wastewater Treatment. Environment Branch, Building and construction Dep., University of Technology, Iraq. European Scientific Journal. Vol 9. No. 14.
- Al-Sa'ed. R., Abu-Madi. M., Zimmo. O., (2011). Novel Design Concept for Facultative Ponds Using Rock Filters to Reclaim the Effluent. Journal of Environmental Engineering. ASCE, 2011.
- Barrington Dani J; Ghadouani A; and Gregory N. Ivey; (2011). Environmental Factors and the Application of Hydrogen Peroxide for the Removal of Toxic Cyanobacteria from Waste Stabilization Ponds. Journal of Environmental Engineering. ASCE.
- Mara D. (2004). Domestic Wasteawater Treatment In Develping Countries. Earthscan, London, UK.
- Rockne. Karl J., Patrick L. Brezonik., (2006). Nutrient Removal in a Cold-Region Wastewater Stabilization Pond: Importance of Ammonia Volatilization. Journal of Environmental Engineering. ASCE, April 2006.
- Shilton. A., Kreegher. S., & Grigg. N., (2008). Comparison of Computation Fluid Dynamics Simulation against Tracer Data from a Scale Model and Full-Sized Waste Stabilization Pond Journal of Environmental Engineering, Vol. 134, No. 10, October 1, 2008. ASCE.
- Spellman F.R., Drinan J.E. (2014). Wastewater stabilization ponds. CRC press. Taylor and Francis group. Florida, USA.
- Strang T.J, & D.G. Wareham., (2008) . Phosphorus removal in a waste-stabilization pond containing limestone rock filters. J. Environ. Eng. Sci. Vol. 5, 2006. NRC Canada. 2008.
- Valero. M. A. Camargo., Mara D. D., and Newton R. J. (2010). Nitrogen removal in maturation waste stabilisation ponds via biological uptake and sedimentation of dead biomass. Water Science & Technology—WST.
- Zimmo. O., Van der Steen N.P., Gijzen. H. J., (2005). Effect of Organic Surface Load on Process Performance of Pilot-Scale Algae and Duckweed-Based Waste Stabilization Ponds. Journal of Environmental Engineering. ASCE, April 2005.

**LATAL**

- Bux F., Chisti Y. (2016). Alagae Biotechnology: Products and processes. Green energy and technology. Springer editorial. Switzerland.
- Park J. B. K., & Craggs. R. J., (2010). Wastewater treatment and algal production in high rate algal ponds with carbon dioxide addition. IWA Publishing 2010 Water Science & Technology—WST.
- Sardi, A., Peña-Salaanca, E., Madera-Parra C A., Ceron V. (2016). Diversidad de las comunidades de algas asociadas a un sistema algal de alta tasa fotosintetica para la biorremediación de lixiviados de rellenos sanitarios. Lat. Am. J. Aquat. Res., 44(1): 113-120.
- Sims A, &, Hu Zhiqiang. (2013). Simulated Storm-Water Runoff Treatment by Duckweed and Algae Ponds. Journal of Environmental Engineering, Vol. 139, No. 4, April 1, 2013. ©ASCE, ISSN 0733-9372/2013/ 4-509-515.
- Singh B., Bauddh K., Bux F (edits). (2015). Alage and Environmental sustainability. Springer editorial.
- Sudhakara K., Premalathab M. & Rajesha M., (2014). Large-scale open pond algae biomass yield analysis in India: a case study. International Journal of Sustainable Energy, 2014 Vol. 33, No. 2, 304–315, http://dx.doi.org/10.1080/14786451.2012.710617. Taylor & Francis.
- Zimmo. O., Van der Steen N.P., Gijzen. H. J., (2005). Effect of Organic Surface Load on Process Performance of Pilot-Scale Algae and Duckweed-Based Waste Stabilization Ponds. Journal of Environmental Engineering. ASCE, April 2005.


**Humedales construidos**


- Ascuntar D., Peña-Salamanca E., Madera-Parra C.A. 2015. Phytorremediation Using Terrestrial Plants. En: Sarvajeet Singh Gill, Abid A. Ansari, Guy R. Lanza, Lee Newman (editors), Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants, 2015, Vol 2. Springer edit, pp 305-321.
- Ascuntar Ríos D., Toro Velez, A.F., Peña M R., y Madera Parra C.A., 2009. Changes of flow patterns in a horizontal subsurface flow constructed wetland treating domestic wastewater in tropical regions, Ecological Engineering, 35(2009), 274-280
- Abdel-Sabour, M.F. (2014) Wetland an Economical Solution for Was tewater Rehabilitation. Open Access Library Journal, 1: e459. http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1100459.
- Batubara D.S., Donald D.A., (2011). A Free Water Surface Constructed Wetland in Treating Sugarcane Wasteater Louisiana State University, Baton Rouge. J. Environmental Systems, Vol. 33(1) 71-86, 2011.
- Calderón-Vallejo, L F., Franco-Andrade, C., Manjate, E., Madera-Parra, C A., von Sperling, M. (2015). Performance of a system with full- and pilot-scale sludge drying reed bed units treating septic tank sludge in Brazil". Water Science & Technology. 2015, 71(12):1751-1759
- Cortes-Esquivel J.A., Vallejos G.G, Barceló-Quintal I.D., Méndez-Novelo R., Caballero M.C.P., (2012). Heavy Metals Removal from Swine Wastewater Using Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow. Journal of Environmental Protection, 2012, 3, 871-877.
- Destandau F., Martin E., & Rozan A., (2010). Potential of Artificial Wetlands for Removing Pesticides from Water in a Cost-Effective Framework. 85th Annual Conference of the Agricultural Economics Society Warwick University 18 - 20 April 2011.
- Diaz A. C., Mg. Ing Civil. (2014). Tratamiento de agua residual a través de humedales. V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomas Seccional Tunja.
- Ezeah, C., Reyes, C.A.R. and Gutiérrez, J.F.C. (2015) Constructed Wetland Systems as a Methodology for the Treatment of Wastewater in Bucaramanga Industrial Park. Journal of Geoscience and Environment Protection, 3, 1-14. http://dx.doi.org/10.4236/gep.2015.33001.
- Hafeznezami S., Jin-Lee Kim, M. ASCE, & Redman J., (2012). Evaluating Removal Efficiency of Heavy Metals in Constructed Wetlands. Journal of Environmental Engineering, Vol. 138, No. 4, April 1, 2012. ASCE, ISSN 0733-9372/ 2012/4-475–482.
- Madera-Parra, C.A. (2016). Treatment of landfill leachate by polyculture constructed wetlands planted with native plants". Ingeniería y Competitividad. 18(2),183-192.
- Madera-Parra C A., Peña-Varón M R., Peña-Salamanca E J., Rousseau D, Lens N L P. (2015). Phytoremediation of landfill leachate with Colocasia esculenta, Gynerum sagittatum and Heliconia psittacorum in constructed wetlands. International Journal of Phytoremediation. 17, 16-24.

- Madera-Parra C A., Peña-Varón M R., Peña-Salamanca E J., Lens N L P. (2014). Cr (VI) and COD Removal from Landfill Leachate by Polyculture Constructed Wetlands At a Pilot Scale. Journal Environmental Science and Pollution Research, (22),12804–12815.
- Mburu N.; Tebitendwa S.M.; Rousseau D.P.; Van Bruggen J.J; & Lens P.N, (2013). Performance Evaluation of Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetlands for the Treatment of Domestic Wastewater in the Tropics. Journal of Environmental Engineering. 139(3), 358-367.
- Mburu N., (2013). Experimental and modelling studies of horizontal subsurface constructed wetlands treating domestic wastewater. Ph.D. Thesis. UNESCO-IHE, Deflt, NL.
- Merlin G., Cottin N., (2012). Lab-Scale Performance Evaluation of Vertical Flow Reed Beds for the Treatment of Chlorobenzene Contaminated Groundwater Journal of Environmental Protection, 2012, 3, 847-855. SciRes.
- Qasaimeh, A., AlSharie, H. and Masoud, T. (2015) A Review on Constructed Wetlands Components and Heavy Metal Removalfrom Wastewater. Journal of Environmental Protection, 6, 710-718. http://dx.doi.org/10.4236/jep.2015.67064
- Sarneckis K (2002). Mosquitoes in Constructed wetlands. EPA-USA. Scientific report. Adelaide, SA, USA.
- Toro-Vélez A., Madera-Parra, C A., Peña-Varón, M R., Lee, W Y., Bezares- Cruz, J C., Walker, W S., Cárdenas-Henao, H., Quesada-Calderón, S., García-Hernández, H., Lens., P.N.L. (2016). BPA and NP removal from municipal wastewater by tropical horizontal subsurface constructed wetlands. Journal science of the total environment. 542, 93-101.
- Zapata J. C., Rios K., Florville T., Morato J., & Peñuela G., (2013). Influence of chlorothalonil on the removal of organic matter in horizontal subsurface flow constructed wetlands. Journal of Environmental Science and Health, Part B (2013) 48, 122–132. Taylor & Francis Group, LLC.
- Vymazal J. (2016). Natural and Constructed Wetlands. Nutrients, heavt metals and energy cycling and flow. Springer editorial.
- Vymazal J (Edit). (2010). Water and Nutrient Management in Natural and Constructed Wetlands. Springer editorial.
- Vymazal J (Edit) (2008). Wastewater treatment, Plant dinamics and Management in Constructed and Natural Wetlands. Springer editorial.
- Vymazal, J. (2005). Constructed wetlands for wastewater treatment. Ecological Engineering, 25 (5), 475-477.

**WEBGRAFÍA**

- URL 1: www.leeds.ac.uk/civil/resources/resources.html
- URL 2: www.lboro.ac.uk/well/resource
- URL 3: www.sanicon.net/
- URL 4: www.epa.org
- URL 5: www.paho.org
- URL 6: www.who.org
- URL 7: www.worldbank.org
- URL 8: www.iwahg.org.uk/

**Conferencias Especializadas en Lagunas de Estabilización y Humedales construidos.**

- 1987 Lisbon, Portugal
- 1992 Berkeley, California
- 1995 João Pessoa, Brazil
- 1999 Marrakesh, Marruecos
- 2002 Auckland, Nueva Zelanda
- 2004 Avignon, Francia
- 2007 Bangkok, Tailandia
- 2009 Bello Horizonte, Brasil
- 2013 Cartagena, Colombia
- 2013 WETPOL, Nantes, Francia
- 2014 IWA-Wetland conference, Shanghai, China

- 2015 IWA, Pond Conference, Leeds, UK.
- 2016. IWA Wetland Conference, Poland.
- WETPOL (7th), Montana, USA
- 16th IWA Constructed Wetlands conference, Valencia, Spain. 2018.
- IV conferencia Panamericana de Humedales, Lima, Perú, 2018.
- 2019. IWA Alage pond conference, Valladolid, Spain.
- 8th International conference WETPOl, Aurhus, Denmark, 2019.

**Otras referencias sugeridas**

-CURTIS, T.P., & SLOAN, W.T. (2005). Exploring microbial diversity-A vast below. Science, 309, 1331-1333.
-CURTIS, T.P., SLOAN, W., & SCANELL, J. (2002). Estimating prokaryotic diversity and its limits. Proceeding National Academy of Sciences, 99, 10494-10499.
-CURTIS, T.P.; SLOAN, W., & SCANELL, J. (2001). The estimation of prokaryotic diversity and its limits. 9th International Symposium on Mycrobial Ecology. Amsterdam.
-CURTIS, T.P.; HEAD, I:M.; LUNN, M.; Woodcock, S.; Schloss, P.D.; Sloan, W.T.(2006). What is the extent of prokaryotic diversity? Philosophical Transactions of the Royal SocietyB: Biological Sciences, 361,2023-2037.
-Jordão E., Pessoa, C. (2014). Tratamento de esgotos domesticos -7ª edição
-Metcalf & Eddy, Inc. (2014). Wastewater engineering. Treatment, disposal, reuse. Fifth Edition, McGraw Hill
-Qasim, Syed R (1986). Wastewater Treatment Plants: Planning, Design and Operation. Publ. CBS Publishing Japan Ltd.
-Handbook of Environmental Engineering vol. 3 (1986). Biological Treatment Processes. Edited by Lawrence K Wang and Norman C Pereira. Humana Press.
-Tillman, Glenn M. Primary Treatment al Wastewater Treatments Plants. Lewis Publishers.
-Manuals of British Practice in Water Pollution control: Primary Sedimentation. The Institute of Water Pollution Control (1973).
-Manuals of British Practice in Water Pollution Control: Biological Filtration. The Institute of Water and Environmental Management.
-Manuals of British Practice in Water Pollution Control: Preliminary Processes. Institute of Water Pollution Control (1984).
-Derin Orhon and Nazik Artan (1994). Modeling of Activated Sludge Systems. Technomic Publishing Co. Ltd.
-Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants. Manual of Practice No. 11. Technical Practice Committee (1990). Water Pollution Control Federation.
-Design of Municipal Wastewater Treatment Plants Vol. I and II. (1992). Water Environment Federation and American Society of Civil Engineers.
-Grady Jnr., C P L, and Lim C H. Biological Wastewater Treatment. Theory and Applications. Marcel Dekker Inc.
-Sundstroim D W and Klei, H E (1 979). Wastewater Treatment. Prentice—Hall Inc.
-Nicoll. E H (1988). Small Water Pollution Control Works. Design and Practice. John Wiley & Sons.
-van Haandel, A., van der Lubbe, J. (2019). Anaerobic Sewage Treatment: Optimization of process and physical design of anaerobic and complementary processes. IWA publishing
-van Haandel, A., van der Lubbe, J. (2012). Handbook of Biological Wastewater Treatment: Design and Optimisation of Activated Sludge Systems. Second Edition. IWA publishing
-van Haandel, A., Lettinga, G. (1994). Tratamiento anaerobio de esgotos, um manual para regiões de clima quente. Brasil.
-von Sperling, M., Chernicharo, C.A. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volumen 1. IWA Publishing
-von Spelrling, M. (1997). Principio do tratamento biológico de águas residuárias. Principios básicos do tratamento de esgotos. DESA Universidade Federal de Minas Gerais. Brasil

## 15.2 ANEXO II. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA (ARTÍCULOS, PONENCIAS Y LIBROS) DE LOS PROFESORES PLANTA UIS DE SOPORTE AL PROGRAMA

### 15.2.1 ACEROS GUALDRÓN, JUAN CARLOS

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 1 | Duque, Tatiana; Aceros, Juan Carlos; Paloma, Virginia | Duque, Tatiana; Aceros, Juan Carlos; Paloma, Virginia. Sociopolitical development of female migrant domestic workers in Southern Spain: A qualitative study of a pathway against injustice. Journal of Community & Applied Social Psychology, ,1–15. https://doi.org/10.1002/casp.2613, 2022 | Revista internacional indexada | 10 | Abril | 2022 | A1 |
| 2 | Martín-García, Antonio Víctor; Gutiérrez-Pérez, Bárbara Mariana; Aceros, Juan Carlos | Martín-García, Antonio Víctor; Gutiérrez-Pérez, Bárbara Mariana; Aceros, Juan Carlos. Living Senior Labs, ecosystems of co-creation and open innovation with older people: a systematic review on Social Science literature. Interface (Botucatu) 25: e210399,2021. https://doi.org/10.1590/interface.210399 | Revista internacional indexada | 9 | Agosto | 2021 | A2 |
| 3 | Duque, Tatiana; Aceros, Juan Carlos; Paloma, Virginia | Duque, Tatiana; Aceros, Juan Carlos; Paloma, Virginia. Psychosocial benefits and costs of activism among female migrant domestic workers in southern Spain. Journal of Community Psychology, vol. 49, Issue 7 p. 2905-2921. https://doi.org/10.1002/jcop.22610 | Revista internacional indexada | 7 | Junio | 2021 | A1 |
| 4 | Aceros Gualdrón, Juan C. | Aceros Gualdrón, Juan C. Ponencia: Living lab for digital literacy and active ageing. Systematic literature review of scientific production in the social sciences. Evento: 13th International Conference on Education and New Learning Technologies. Valencia. España. | Otras publicaciones | 06 | Julio | 2021 | - |
| 5 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Domenech, Miquel. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Domenech, Miquel. Private Issues in Public Spaces: Regimes of Engagement at a Citizen Conference. Minerva. ISSN: 0026-4695, ed: Springer Netherlands, v.1 fasc. p.1 - 23, 2020, DOI: 10.1007/s11024-020-09423-4 | Revista internacional indexada | 11 | Noviembre | 2020 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 6 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Duque Moreno, Wendy T.; Monsalve Mantilla, Yesenia A.; Silva Carvajal, Angie P. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Duque Moreno, Wendy T.; Monsalve Mantilla, Yesenia A.; Silva Carvajal, Angie P. Percepción pública de la trata de personas. Lecciones para la acción estatal y ciudadana en la prevención de la trata de personas en Santander. Estudios Socio-Jurídicos. ISSN: 0124-0579, ed: Universidad del Rosario, v.23 fasc.2 p.1 - 30, 2021. | Revista nacional indexada | 20 | Octubre | 2020 | C |
| 7 | Belli, Simone; Aceros Gualdrón, Juan C. | Belli, Simone; Aceros Gualdrón, Juan C. La confianza distribuida en las redes: un estudio de caso en el ámbito de los movimientos sociales. Redes - Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales ISSN: 1579-0185 ed: Departament de Classiques, Facultat de Lletres, Publicacions de la Universitat Autonoma de Barcelona, v.31 fasc.1 p.46 - 56, 2020, DOI: 10.5565/rev/redes.858 | Revista internacional no indexada | 10 | Enero | 2020 | - |
| 8 | Aceros Gualdrón, Juan C. | Aceros Gualdrón, Juan C. Robots para el cuidado de personas mayores. Taxonomía de una promesa. AULA: Revista de Pedagogía, ISSN: 0214-3402 ed: Ediciones Universidad de Salamanca, v.24 fasc. p.43 - 60, 2018. | Revista internacional no indexada | 20 | Enero | 2018 | - |
| 9 | Aceros Gualdrón, Juan C. | Aceros Gualdrón, Juan C. En casa mientras puedas. Construcción discursiva del apego al hogar en personas mayores. Athenea Digital: Revista de Pensamiento e Investigacion Social. ISSN: 1578-8946, ed: Universitat Autonoma de Barcelona Servei de Publicacions, v.18 fasc.3 p.1 - 27, 2018. | Revista internacional indexada | 2 | Enero | 2018 | B |
| 10 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Vargas Parra, Jakeline; Reyes Jaimes, Johana. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Vargas Parra, Jakeline; Reyes Jaimes, Johana. Análisis de las medidas de asistencia a víctimas de trata de personas en Colombia en perspectiva de derechos humanos. Opinión Jurídica. ISSN: 1692-2530 ed: Sello Editorial Universidad de Medellín, v.17 fasc.33 p.99 - 121, 2018, DOI: 10.22395/ojum.v17n33a4 | Revista nacional indexada | 29 | Junio | 2018 | C |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 11 | Aceros Gualdrón, Juan C. | Aceros Gualdrón, Juan C. Ponencia: Tres semilleros para la lucha contra la trata. Retos y logros desde la academia en Santander. Evento: VI Congreso Latinoamericano y Caribeño Trata de Personas y Tráfico de Migrantes. Quito, Ecuador. | Otras publicaciones | 07 | Noviembre | 2018 | - |
| 12 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Vargas Parra, Jakeline; Reyes Jaimes, Johana. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Vargas Parra, Jakeline; Reyes Jaimes, Johana. Trayectorias territoriales de la asistencia a víctimas de trata de personas. Análisis cualitativo desde la perspectiva de los actores institucionales en Santander, Colombia. Revista Criminalidad. ISSN: 1794-3108 ed: Policía Nacional de Colombia, v.59 fasc.2 p.33 - 48 ,2017 | Revista nacional indexada | 20 | Abril | 2017 | B |
| 13 | Aceros Gualdrón, Juan C. | Aceros Gualdrón, Juan C. Identificación de víctimas de trata de personas. Hallazgos sobre percepción social a partir de la reconstrucción de 5 casos en Santander. Evento: Congreso Colombiano de Psicología 2017. Medellín, Colombia. | Otras publicaciones | 31 | Agosto | 2017 | - |
| 14 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Leal Cavalcante, Maria T.; Domenech, Miquel. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Leal Cavalcante, Maria T.; Domenech, Miquel. Envejecer en casa con teleasistencia en España. Un análisis del discurso. Ciencia & Saude Coletiva. ISSN: 1413-8123 ed: Associacao Brasileira de Saude Coletiva Abrasco, v.21 fasc.8 p.2413 - 2421, 2016, DOI: 10.1590/1413-81232015218.13472015 | Revista internacional indexada | 31 | Agosto | 2016 | A2 |
| 15 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Domenech, Miquel. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Domenech, Miquel. Producción Técnica: The production of risky domestic spaces and vulnerable elderly users for telecare provision. Joint 2016 4S/EASST Conference. Barcelona, España | Otras publicaciones | 31 | Agosto | 2016 | - |
| 16 | Belli, Simone; Aceros Gualdrón, Juan C. | Belli, Simone; Aceros Gualdrón, Juan C. When Technology Draws Society: Distributed Trust in Horizontal Infrastructure. International Journal of Actor-Network Theory and Technological Innovation. ISSN: 1942-535X, | Revista internacional no indexada | 1 | Abril | 2016 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | | v.8 fasc.2 p.32 - 43, 2016, DOI: 10.4018/IJANTTI.2016040103 | | | | | |
| 17 | Aceros Gualdrón, Juan C. | Aceros Gualdrón, Juan C. Ponencia: El cuidado remoto y la experiencia del envejecimiento. Una aproximación discursiva y semiótico-material. Evento: Seminario Permanente del Grupo de Estudios Sociales de la Ciencia, la Tecnología y la Medicina. Bogotá, Colombia. | Otras publicaciones | 26 | Diciembre | 2015 | - |
| 18 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Belli, Simone; Harre, Rom. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Belli, Simone; Harre, Rom. It's all discursive! Crossing boundaries and crossing words with Rom Harré. Universitas Psychologica ISSN: 1657-9267 ed: Pontificia Universidad Javeriana, v.14 fasc.2 p.755 - 768, 2015, doi:10.11144/Javeriana.upsy14-2.iadc | Revista nacional indexada | 7 | Septiembre | 2015 | A1 |
| 19 | Aceros Gualdrón, Juan C.; Domenech, M.; Pols, Jeannette. | Aceros Gualdrón, Juan C.; Domenech, M.; Pols, Jeannette. Where is Grandma? Home telecare, good aging and the domestication of later life. Technological Forecasting and Social Change. ISSN: 0040-1625, ed: Elsevier Bv. v.93 fasc. N/A p.102 - 111, 2015. | Revista internacional indexada | 1 | Abril | 2015 | A1 |

### 15.2.2 DOMÍNGUEZ RIVERA, ISABEL CRISTINA

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 1 | Gómez-Monsalve, Manuela; Domínguez, Isabel Cristina;Yan, Xiaoyu; Ward, Sarah; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. | Gómez-Monsalve, Manuela; Domínguez, Isabel Cristina; Yan, Xiaoyu; Ward, Sarah; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. Environmental performance of a hybrid rainwater harvesting and greywater reuse system: A case study on a high water consumption household in Colombia. Journal of Cleaner Production, vol. 345, 131125, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131125 | Revista internacional indexada | 15 | Abril | 2022 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 2 | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Hernández, Angélica; Dominguez, Isabel; Soto-Paz, Jonathan | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Hernández, Angélica; Dominguez, Isabel; Soto-Paz, Jonathan. Co-composting of agricultural waste from spring onions, chicken manure, and biowaste. Research square. DOI: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1451382/v1 | Revista internacional no indexada | 21 | Marzo | 2022 | - |
| 3 | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Soto-Paz, Jonathan; Dominguez, Isabel; Sánchez-Torres, Viviana; Komilis, Dimitrios | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Soto-Paz, Jonathan; Dominguez, Isabel; Sánchez-Torres, Viviana; Komilis, Dimitrios. A Systematic Review on the Application of Bacterial Inoculants and Microbial Consortia During Green Waste Composting. Waste and Biomass Valorization (2022). https://doi.org/10.1007/s12649-022-01687-z | Revista internacional indexada | 17 | Enero | 2022 | A2 |
| 4 | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Hernández, Y.; Plata, C.; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Buytaert, W.; Ochoa-Tocachi, B.F. | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Hernández, Y.; Plata, C.; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Buytaert, W.; Ochoa-Tocachi, B.F. Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering. Catena, ISSN: 0341-8162, ed: Elsevier Science Bv, v.202 fasc.105227 p.1 - 14 ,2021, DOI: 10.1016/j.catena.2021.105227 | Revista internacional indexada | 3 | Marzo | 2021 | A1 |
| 5 | Oviedo Ocana, Edgar Ricardo; Sánchez Torres, Viviana; | Oviedo Ocana, Edgar Ricardo; Sánchez Torres, Viviana; Hernández Gómez, Angélica María; Ríos, Marcos; Portela, Anauribeth; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Dimitrius, Komilis. A Comparison of Two-Stage and Traditional Co-Composting of Green Waste and Food Waste Amended with Phosphate | Revista internacional indexada | 21 | Enero | 2021 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Hernández Gómez, Angélica María; Ríos, Marcos; Portela, Anauribeth; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Dimitrius, Komilis. | Rock and Sawdust. En: Suiza. Sustainability, ISSN: 2071-1050, ed: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), v.13 fasc.1109 p.1 - 12 ,2021, DOI: 10.3390/su13031109. | | | | | |
| 6 | Gómez Ríos, Viviana Lucía; Domínguez, Isabel; Gómez Isidro, Sully. | Gómez Ríos, Viviana Lucía; Domínguez, Isabel; Gómez Isidro, Sully. Methodological approach for the estimation of evapotranspiration in a natural vegetation microcatchment from a dry páramo ecosystem of eastern Colombian Andes. American Geophysical Union, AGU Fall Meeting 2020. 7-11 de diciembre de 2020. https://www.agu.org/fall-meeting. | Otras publicaciones | 11 | diciembre | 2020 | - |
| 7 | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Evento: 63° Congreso Internacional Virtual: Agua, Saneamiento, Ambiente y Energías Renovables - EXPOAGUA 2020. Ponencia: Efectos de las actividades antrópicas en la humedad, densidad aparente y materia orgánica del suelo por el cambio de la cobertura vegetal natural. Caso de estudio: páramo de Berlín, Colombia. Cartagena, Septiembre 2 al 6 de 2020. | Otras publicaciones | 6 | Septiembre | 2020 | - |
| 8 | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Celis, Julián; Blanco, Liceth; Cotes, Iván; Ward, Sarah; Kapelan, Z. | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Dominguez, Isabel; Celis, Julián; Blanco, Liceth; Cotes, Iván; Ward, Sarah; Kapelan, Z. Water-Loss Management under Data Scarcity: Case Study in a Small Municipality in a Developing Country. Journal of Water Resources Planning and Management. ISSN: 1943-5452. 2020; 146(3): 0502000. DOI:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001162 | Revista internacional indexada | 13 | Enero | 2020 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 9 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Hurtado, Karen; Barón, Andrés; Hall, Ralph. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Hurtado, Karen; Barón, Andrés; Hall, Ralph. Assessing Sustainability in Rural Water Supply Systems in Developing Countries Using a Novel Tool Based on Multi-Criteria Analysis. Sustainability. ISSN 2071-1050. 2019; 11(s/v):*5363*. CODEN: SUSTDE | Revista internacional indexada | 27 | Septiembre | 2019 | B |
| 10 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Dominguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Dominguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. Co-composting of green waste mixed with unprocessed and processed food waste: influence on the composting process and product quality. Waste and Biomass Valorization. ISSN: 1877-264. Alemania. 2019; 10(1): 63-74, DOI:10.1007/s12649-017-0047-2. | Revista internacional indexada | 17 | Agosto | 2017 | A2 |
| 11 | Celis Vargas, Arley David; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Ocaña Oviedo Edgar Ricardo. | Celis Vargas, Arley David; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Ocaña Oviedo Edgar Ricardo. Assisting global rainwater harvesting practitioners: a decision support tool for tank sizing method selection under uncertainty. Environmental Science: Water Research and Technology. ISSN: 2053-1400. Reino Unido. 2019; 5(3): 506 – 520. DOI: 10.1039/C8EW00707A. | Revista internacional indexada | 11 | Enero | 2019 | A1 |
| 12 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Meléndez Pérez, Andrea | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Meléndez Pérez, Andrea. Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. UIS Ingenierías. ISSN: 1657-4583. Colombia. 2019; 18(1):149 – 163. | Revista nacional indexada | 1 | Enero | 2019 | C |
| 13 | Duarte Celis, Jonathan Alexis; | Duarte Celis, Jonathan Alexis; Domínguez Rivera; Isabel Cristina. Evento: XXXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Asociación de | Otras publicaciones | 30 | Octubre | 2018 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Domínguez Rivera; Isabel Cristina. | Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). Ponencia: Modelación Hidrológica en Ecosistemas de Páramo Andino. Caso de Estudio: Páramo de Berlín, Colombia. Ecuador. Guayaquil, 28-31 de octubre de 2018. | | | | | |
| 14 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Reyes Torres, Marcela; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Reyes Torres, Marcela; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. A systematic review on the composting of green waste: feedstock quality and optimization strategies. Waste Management. ISSN: 0956-053X. Reino Unido. 2018;77 (s/v): 486-499. | Revista internacional indexada | 27 | Abril | 2018 | A1 |
| 15 | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel Cristina | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel Cristina. Evento: Water and Development Congress & Exhibition 2017. IWA - International Water Association. Ponencia: Financial assessment of alternative water sources systems in developing countries. 13 al 16 de noviembre de 2017. | Otras publicaciones | 13 | Noviembre | 2017 | - |
| 16 | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Rincón, Carlos Iván; Mendoza, Jose Gabriel. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Mendoza, Jose Gabriel; Rincón, Carlos Iván. End-user cost-benefit prioritization for selecting rainwater harvesting and greywater reuse in social housing. Water. ISSN: 2073-4441. Suiza. 2017; 9 (7):1 - 18 | Revista internacional indexada | 12 | Julio | 2017 | A2 |
| 17 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Rivera, Miryam Lizeth; Zaraza Peña, Julián Mauricio. Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. Environmental Science and Pollution | Revista internacional indexada | 30 | Marzo | 2017 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Ward, Sarah; Rivera, Miryam Lizeth; Zaraza Peña, Julián Mauricio. | Research. ISSN: 0944-1344. Alemania. 2017; 25 (s/v) :1 - 17. | | | | | |
| 18 | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Gowing, M., Restrepo Tarquino, Inés; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Gowing, M; Restrepo Tarquino, Inés; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Service provision in rural water supplies: Analysis of four community-based systems in Colombia. Cuadernos de desarrollo rural. ISSN: 0122-1450. Colombia. 2016; 13(77):117-140. | Revista nacional indexada | 6 | Junio | 2016 | A1 |
| 19 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres Lozada, Patricia; Marmollejo Rebellón, Luis Fernando; Sánchez Ferrer; Komilis, Dmitrios. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres Lozada, Patricia; Marmollejo Rebellón, Luis Fernando; Sánchez Ferrer; Komilis, Dmitrios. A qualitative model to evaluate biowaste composting management systems using causal diagrams: A case study in Colombia. En: Reino Unido. Journal of Cleaner Production ISSN: 0959-6526 ed: Elsevier Academic Press v.133 fasc. p.201 - 211 ,2016. | Revista internacional indexada | 27 | Mayo | 2016 | A1 |
| 20 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; CF. Pachón; A. Forero. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; CF. Pachón; A. Forero. Evento: The Thirty-First International Conference on Solid Waste Technology and Management. Philadelphia, PA USA. Ponencia: Assessment of unprocessed food and yard waste composting at Universidad Industrial de Santander, Colombia. 2016. | Otras publicaciones | 3 | Abril | 2016 | - |
| 21 | | | | 4 | Enero | 2016 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres López, Wilmar Alexander; Restrepo Tarquino, Inés. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres López, Wilmar Alexander; Restrepo Tarquino, Inés. Self-supply as an alternative approach to water access in rural scattered regions: evidence from a rural microcatchment in Colombia. Revista Ingeniería y Universidad. ISSN: 0123-2127. Colombia. 2016; 20(1):175-195. | Revista nacional indexada | | | | |

### 15.2.3 MEJÍA AGUILAR, GUILLERMO

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 1 | Salas Rondón, Miller Humberto; Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica. | Salas Rondón, Miller Humberto; Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica. Evento: Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. Ponencia: Marco conceptual y metodológico para evaluar la competencia de resolver problemas en programas de ingeniería civil. Colombia. Septiembre 21-24 de 2021. | Otras publicaciones | 7 | Septiembre | 2021 | - |
| 2 | Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica; Huggins, Kevin; Bautista Rozo, Lola Xiomara | Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica; Huggins, Kevin; Bautista Rozo, Lola Xiomara. ABET Accreditation in Colombian Higher Education Institutions: Opportunities and Barriers. Revista UIS Ingenierías ISSN: 2145-8456 Ed: Universidad Industrial de Santander v.19 fasc.4 p.239 - 250 ,2020, DOI: 10.18273/revuin.v19n4-2020020. | Revista nacional indexada | 25 | Agosto | 2020 | B |
| 3 | Mejía Aguilar, Guillermo; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Castañeda, Karen; Pellicer, Eugenio. | Mejía Aguilar, Guillermo; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Castañeda, Karen; Pellicer, Eugenio. Delay Causes in Road Infrastructure Projects in Developing Countries. Revista de la Construcción, ISSN: 0717-7925, Ed: Pontificia Universidad Católica de Chile, v.19 fasc.2 p.220 - 234 ,2020, https://doi.org/10.7764/rdlc.19.2.220-234 | Revista internacional indexada | 27 | Julio | 2020 | B |
| 4 | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Mejía, | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Mejía, Guilllermo; Rivera, Tulia. Benefits of Using Confidence Intervals in Reports of Project Cost Overrun. En: Construction | Otras publicaciones | 10 | Marzo | 2020 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Guilllermo; Rivera, Tulia. | Research Congress 2020, en Tempe, Arizona - College Avenue Commons. Marzo 8-10 de 2020. | | | | | |
| 5 | Sánchez, Omar; Castañeda Karen; Mejía, Guillermo; Pellicer, Eugenio | Sánchez, Omar; Castañeda Karen; Mejía, Guillermo; Pellicer, Eugenio. Evento: ASCE Construction Research Congress 2020. Ponencia: Delay Factors: A Comparative Analysis between Road Infrastructure and Building Projects. Estados Unidos. Del 8-10 de marzo. 2020. | Otras publicaciones | 9 | Marzo | 2020 | – |
| 6 | Mejía Aguilar, Guillermo. | Mejía Aguilar, Guillermo. Evento: II Simposio de Buenas Prácticas de Assessment en Ingeniería 2019. Ponencia: Experiencias de buenas prácticas de assesment: Ingeniería Civil UIS. Barranquilla, 15 al 16 de agosto de 2019. | Otras publicaciones | 16 | Agosto | 2019 | – |
| 7 | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Oviedo Méndez, Nel Sebastián; Mejía Aguilar, Guillermo. | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Oviedo Méndez, Nel Sebastián; Mejía Aguilar, Guillermo. Los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial: Una revisión actual. En libro: Desarrollo e Innovación en Ingeniería. Serie: Ingeniería y Ciencia. ISBN: 958-59127-9-3. Agosto de 2018. | Otras publicaciones | 1 | Agosto | 2018 | – |
| 8 | Mejía Aguilar, Guillermo; Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir. | Mejía Aguilar, Guillermo; Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir. Evento: Primer Congreso Latinoamericano AACE Internacional, Ingeniería de Costos. Ponencia: Sistemas de control de costos para proyectos de infraestructura aplicando tecnologías emergentes. Bogotá, Marzo 17 y 18 de 2018. | Otras publicaciones | 17 | Marzo | 2018 | – |
| 9 | Franco Durán, Diana; Mejía Aguilar, Guillermo. | Franco Durán, Diana; Mejía Aguilar, Guillermo. Evidence - based improvement policies in public management: A case study of public projects in Barrancabermeja City, Colombia. Journal of Construction in Developing Countries, ISSN: 2180-4222. 2018; 22(2): 55-66. | Revista internacional indexada | 15 | Enero | 2018 | B |
| 10 | Barón-Rondón, Héctor Iván; Bedoya-Luna, Silvia Juliana; Mejía-Aguilar, Guillermo. | Barón-Rondón, Héctor Iván; Bedoya-Luna, Silvia Juliana; Mejía-Aguilar, Guillermo. Métodos de estimación y análisis de incertidumbre en inundaciones: Una revisión sistemática de la literatura publicada entre 1985 y 2016. Actas de Ingeniería. ISSN: 2463-0128. 2017;3 (s/v):6-16. | Revista nacional no indexada | 6 | Diciembre | 2017 | - |
| 11 | Mejía Aguilar, Guillermo; Escandón, Natali; Reyes, Luis Alejandro | Mejía Aguilar, Guillermo; Escandón L, Natali; Rreyes H, Luis Alejandro. Caracterización de los sobrecostos en proyectos de construcción de acuerdo con la localización geográfica: Una revisión sistemática entre | Revista nacional no indexada | 6 | Diciembre | 2017 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | | 1985 y 2016. Actas de Ingeniería. 2017; 3 (s/v): 24-35. | | | | | |
| 12 | Barón Rondón, Héctor Iván; Bedoya Luna, Silvia Juliana; Mejía Aguilar, Guillermo. | Barón Rondón, Héctor Iván; Bedoya Luna, Silvia Juliana; Mejía Aguilar, Guillermo. Evento: Conferencia Internacional de Ingeniería, Inngenio 2017. Ponencia: Métodos de estimación y análisis de incertidumbre en inundaciones: Una revisión sistemática de la literatura publicada entre 1985 y 2016. Medellín, Antioquia – Colombia. | Otras publicaciones | 23 | Agosto | 2017 | – |
| 13 | Mejía Aguilar, Guillermo; Rivera Flórez, Tulia Esther. | Mejía Aguilar, Guillermo; Rivera Flórez, Tulia Esther. Interaction between knowledge and academic skills based on performance in mathematics and physics of engineering students. Proceedings of 7th Research in Engineering Education Symposium (REES 2017): Research in engineering education. ISBN: 978-1-5108-4941-9. 2017; 2: 40-48. | Otras publicaciones | 6 | Julio | 2017 | – |
| 14 | Grau, David; Back, W. Edward; Mejía Aguilar, Guillermo. | Grau, David; Back, W. Edward; Mejía Aguilar, Guillermo. Organizational behavior influence on cost and schedule predictability. Journal of Management in Engineering. 2017. 33 (5): 04017027. | Revista internacional indexada | 24 | Mayo | 2017 | A1 |
| 15 | Vargas, Edward; Mejía, Guillermo. | Vargas, Edward; Mejía, Guillermo. Cuantificación de la información de diseño detallado en proyectos de construcción. Actas de Ingeniería. ISSN: 2463-0128. Colombia. 2016; 2 (s/v):109-119. | Revista nacional no indexada | 10 | Octubre | 2016 | - |
| 16 | Vargas Quintero, Edward; Mejía Aguilar, Guillermo. | Vargas Quintero, Edward; Mejía Aguilar, Guillermo. Evento: Conferencia Internacional de Ingeniería. Ingenio 2016 Medellín, Colombia. Ponencia: Cuantificación de la información de diseño detallado en proyectos de construcción. 2016. | Otras publicaciones | 23 | Agosto | 2016 | - |
| 17 | Mejía Aguilar, Guillermo; Franco Durán, Diana Marcela. | Mejía Aguilar, Guillermo; Franco Durán, Diana Marcela. Evento: Congreso de Investigación de Construcción. San Juan - Puerto Rico. Ponencia: Assessing Cost Forecasting in Construction Projects through Data Envelopment Analysis. 2016. | Otras publicaciones | 31 | Mayo | 2016 | - |
| 18 | Mejía Aguilar, Guillermo; Franco Durán, Diana Marcela. | Mejía Aguilar, Guillermo; Franco Durán, Diana Marcela. Influencia de los dominios conceptuales en las competencias académicas: Área de física para ingeniería. Revista Educación en Ingeniería. ISSN: 1900-8260. Colombia. 2016; 11(21):32-38. | Revista nacional indexada | 7 | Marzo | 2016 | B |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 19 | Franco Durán, Diana Marcela; Mejía Aguilar, Guillermo. | Franco Durán, Diana Marcela; Mejía Aguilar, Guillermo. Evento: 35th International Symposium on Forecasting. Riverside, California. Ponencia: Assessment of Forecasting: A comparison of Timeliness Indexes for Construction Projects. 2015. | Otras publicaciones | 21 | Junio | 2015 | - |

### 15.2.4 OVIEDO OCAÑA, EDGAR RICARDO

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 1 | Gómez-Monsalve, Manuela; Domínguez, Isabel Cristina;Yan, Xiaoyu; Ward, Sarah; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. | Gómez-Monsalve, Manuela; Domínguez, Isabel Cristina; Yan, Xiaoyu; Ward, Sarah; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. Environmental performance of a hybrid rainwater harvesting and greywater reuse system: A case study on a high water consumption household in Colombia. Journal of Cleaner Production, vol. 345, 131125, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131125 | Revista internacional indexada | 15 | Abril | 2022 | A1 |
| 2 | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Hernández, Angélica; Dominguez, Isabel; Soto-Paz, Jonathan | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Hernández, Angélica; Dominguez, Isabel; Soto-Paz, Jonathan. Co-composting of agricultural waste from spring onions, chicken manure, and biowaste. Research square. DOI: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1451382/v1 | Revista internacional no indexada | 21 | Marzo | 2022 | - |
| 3 | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Soto-Paz, Jonathan; Dominguez, Isabel; Sánchez-Torres, Viviana; Komilis, Dimitrios | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Soto-Paz, Jonathan; Dominguez, Isabel; Sánchez-Torres, Viviana; Komilis, Dimitrios. A Systematic Review on the Application of Bacterial Inoculants and Microbial Consortia During Green Waste Composting. Waste and Biomass Valorization (2022). https://doi.org/10.1007/s12649-022-01687-z | Revista internacional indexada | 17 | Enero | 2022 | A2 |
| 4 | Casallas-Ojeda, Miguel; Soto-Paz, Jonathan; Alfonso- | Casallas-Ojeda, Miguel; Soto-Paz, Jonathan; Alfonso-Morales, Wilfredo; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Komilis, Dimitrios. Optimization of Operational Parameters during Anaerobic Co-digestion of Food and Garden Waste. Environmental | Revista internacional indexada | 5 | Marzo | 2021 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Morales, Wilfredo; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Komilis, Dimitrios | Processes, ISSN: 2198-7491 ed: Springer Science + Business Media, v.N/A fasc.N/A p.1 - 23, 2021, DOI: 10.1007/s40710-021-00506-2 | | | | | |
| 5 | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Hernández, Y.; Plata, C.; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Buytaert, W.; Ochoa-Tocachi, B.F. | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Hernández, Y.; Plata, C.; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Buytaert, W.; Ochoa-Tocachi, B.F. Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering. Catena, ISSN: 0341-8162, ed: Elsevier Science Bv, v.202 fasc.105227 p.1 - 14 ,2021, DOI: 10.1016/j.catena.2021.105227 | Revista internacional indexada | 3 | Marzo | 2021 | A1 |
| 6 | Oviedo Ocana, Edgar Ricardo; Sánchez Torres, Viviana; Hernández Gómez, Angélica María; Ríos, Marcos; Portela, Anauribeth; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Dimitrius, Komilis. | Oviedo Ocana, Edgar Ricardo; Sánchez Torres, Viviana; Hernández Gómez, Angélica María; Ríos, Marcos; Portela, Anauribeth; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Dimitrius, Komilis. A Comparison of Two-Stage and Traditional Co-Composting of Green Waste and Food Waste Amended with Phosphate Rock and Sawdust". En: Suiza. Sustainability, ISSN: 2071-1050, ed: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), v.13 fasc.1109 p.1 - 12 ,2021, DOI: 10.3390/su13031109. | Revista internacional indexada | 21 | Enero | 2021 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 7 | Soto-Paz, Jonathan; Gea, Teresa; Alfonso-Morales, Wilfredo; Caicedo-Bravo, Eduardo; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Manyoma-Velásquez, Pablo César; Torres-Lozada, Patricia. | Soto-Paz, Jonathan; Gea, Teresa; Alfonso-Morales, Wilfredo; Caicedo-Bravo, Eduardo; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Manyoma-Velásquez, Pablo César; Torres-Lozada, Patricia. Co-composting of Biowaste: Simultaneous Optimization of the Process and Final Product Quality Using Simulation and Optimisation Tools. Waste and Biomass Valorization, ISSN: 1877-2641 ed: Springer Netherlands, v.12 fasc.N / A p.1 - 14 ,2021, DOI: 10.1007/s12649-020-01321-w | Revista internacional indexada | 18 | Enero | 2021 | A2 |
| 8 | Marmolejo-Rebellón, Luis Fernando; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Torres-Lozada Patricia. | Marmolejo-Rebellón, Luis Fernando; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Torres-Lozada Patricia. Organic Waste Composting at Versalles: An Alternative that Contributes to the Economic, Social and Environmental Well-Being of Stakeholders, pag 147-164. En: Organic Waste Composting through Nexus Thinking- Practices, Policies, and Trends. Ed. Springer International Publishing. ISBN: 978-3-030-36283-6, 232 pp. Suiza. | Capítulo de libro | 24 | Noviembre | 2020 | - |
| 9 | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Evento: 63° Congreso Internacional Virtual: Agua, Saneamiento, Ambiente y Energías Renovables - EXPOAGUA 2020. Ponencia: Efectos de las actividades antrópicas en la humedad, densidad aparente y materia orgánica del suelo por el cambio de la cobertura vegetal natural. Caso de estudio: páramo de Berlín, Colombia. Cartagena, Septiembre 2 al 6 de 2020. | Otras publicaciones | 6 | Septiembre | 2020 | - |
| 10 | Hernández-Gómez, Angélica; Calderón, | Hernández-Gómez, Angélica; Calderón, Arley; Medina, Camilo; Sanchez-Torres, Viviana; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. Implementation of strategies to optimize | Revista internacional indexada | 19 | Febrero | 2020 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Arley; Medina, Camilo; Sanchez-Torres, Viviana; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. | the co-composting of green waste and food waste in developing countries. A case study: Colombia. En: Environmental Science and Pollution Research. ISSN: 1614-7499 (Online) https://doi.org/10.1007/s11356-020-08103-w. | | | | | |
| 11 | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Celis, Julián; Blanco, Liceth; Cotes, Iván; Ward, Sarah; Kapelan, Zoran. | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Celis, Julián; Blanco, Liceth; Cotes, Iván; Ward, Sarah; Kapelan, Zoran. Water-Loss Management under Data Scarcity: Case Study in a Small Municipality in a Developing Country. Journal of Water Resources Planning and Management. ISSN: 1943-5452. 2020;146(3):05020001. | Revista internacional indexada | 13 | Enero | 2020 | A1 |
| 12 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Hurtado, Karen; Barón, Andrés; Hall, Ralph. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Hurtado, Karen; Barón, Andrés; Hall, Ralph. Assessing Sustainability in Rural Water Supply Systems in Developing Countries Using a Novel Tool Based on Multi-Criteria Analysis. Sustainability. ISSN 2071-1050. 2019; 11(19): 5363. | Revista internacional indexada | 27 | Septiembre | 2019 | B |
| 13 | Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo, Luis Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Soto Paz, Jonathan; | Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo, Luis Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. A multi-criteria decision analysis of co-substrate selection to improve biowaste composting: a mathematical model applied to Colombia. Environmental Processes. ISSN: 2198-7491. Suiza. 2019; 6 (3):1 - 22. | Revista internacional indexada | 6 | Agosto | 2019 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | | | | | | |
| 14 | Manyoma Velázquez, Pablo Cesar; Torres Lozada, Patricia; Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo | Manyoma Velázquez, Pablo Cesar; Torres Lozada, Patricia; Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Evaluation of mixing ratio and frequency of turning in the co-composting of biowaste with sugarcane filter cake and star grass. Waste Management. ISSN: 0956-053X. Reino Unido. 2019; 96 (s/v):86 – 95. | Revista internacional indexada | 1 | Agosto | 2019 | A1 |
| 15 | Hernández-Gómez, Angélica; Gordillo, Duván; Gómez, Fabricio; Calderón, Arley; Medina, Camilo; Sanchez-Torres, Viviana; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. | Hernández-Gómez, Angélica; Gordillo, Duván; Gómez, Fabricio; Calderón, Arley; Medina, Camilo; Sanchez-Torres, Viviana; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. Evento: 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management. Ponencia: Implementation of strategies to optimize the co-composting of green waste and food waste in developing countries. A case study: Colombia. Creta-Heraklion, Grecia. Del 26-29 de junio. 2019. | Otras publicaciones | 28 | Junio | 2019 | – |
| 16 | Soto Paz, Jonathan; Alfonso-Morales, Wilfredo; Caicedo-Bravo, Eduardo; Torres Lozada, Patricia; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Komilis, | Soto Paz, Jonathan; Alfonso-Morales, Wilfredo; Caicedo-Bravo, Eduardo; Torres Lozada, Patricia; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Komilis, Dimitrius; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. A new approach for the optimization of biowaste composting using Artificial Neural Networks and Particle Swarm Optimization. Waste and Biomass Valorization. ISSN: 1877-265X. Alemania. 2020; 11(8);3937-3951. | Revista internacional indexada | 4 | Junio | 2019 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Dimitrius; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | | | | | | |
| 17 | Barrena, Raquel; Sánchez, Antoni; Komilis, Dimitrius; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebelion, Luis Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña Edgar Ricardo. | Barrena, Raquel; Sánchez, Antoni; Komilis, Dimitrius; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebelion, Luis Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña Edgar Ricardo. Influence of mixing ratio and turning frequency on the co-composting of biowaste with sugarcane filter cake: A mixture experimental design. Waste and Biomass Valorization. ISSN: 1877-2641. Alemania. 2019; 10 (s/v):1 -15. | Revista internacional indexada | 2 | Febrero | 2019 | A2 |
| 18 | Celis Vargas, Arley David; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Celis Vargas, Arley David; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Assisting global rainwater harvesting practitioners: a decision support tool for tank sizing method selection under uncertainty. Environmental Science: Water Research and Technology. ISSN: 2053-1400. Reino Unido. 2019; 5 (3):506 - 520. | Revista internacional indexada | 11 | Enero | 2019 | A1 |
| 19 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Meléndez | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Meléndez Pérez, Andrea. Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. UIS Ingenierías. ISSN: 1657-4583. Colombia. 2019; 18 (1):149 - 163. | Revista nacional indexada | 1 | Enero | 2019 | C |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Pérez, Andrea. | | | | | | |
| 20 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Evento: 9th International Conference on Waste Management and the Environment. Ponencia: Neural Netwrok Modelling to Support an Experimental Study of the Composting Process of Biowaste with Cachaza and Star Grass. España. Sevilla. 17-19 de septiembre de 2018. | Otras publicaciones | 18 | Septiembre | 2018 | – |
| 21 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. Revista Salud UIS. ISSN: 0121-0807. Colombia. 2018; 50 (3):191 - 192. | Revista nacional indexada | 3 | Julio | 2018 | C |
| 22 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Reyes Torres, Marcela; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Reyes Torres, Marcela; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. A systematic review on the composting of green waste: feedstock quality and optimization strategies. Waste Management. ISSN: 0956-053X. Reino Unido. 2018;77 (s/v): 486-499. | Revista internacional indexada | 27 | Abril | 2018 | A1 |
| 23 | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel Cristina. | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel Cristina. Evento: Water and Development Congress & Exhibition 2017. IWA - International Water Association. Ponencia: Financial assessment of alternative water sources systems in developing countries. 13 al 16 de noviembre de 2017. | Otras publicaciones | 13 | Noviembre | 2017 | - |
| 24 | Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, | Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo César. Composting of biowaste: Research trends and relevance in developing countries. DYNA. ISSN: 0012-7353. Colombia. 2017; 84 (203):334 - 342. | Revista nacional indexada | 25 | Octubre | 2017 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Luis Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo César. | | | | | | |
| 25 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. Co-composting of green waste mixed with unprocessed and processed food waste: influence on the composting process and product quality. Waste and Biomass Valorization. ISSN: 1877-2641. Alemania. 2019; 10 (1):63-74. | Revista internacional indexada | 6 | Agosto | 2017 | A2 |
| 26 | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Mendoza, Jose Gabriel; Rincón, Carlos Iván | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Mendoza, Jose Gabriel; Rincón, Carlos Iván. End-user cost-benefit prioritization for selecting rainwater harvesting and greywater reuse in social housing. Water. ISSN: 2073-4441. Suiza. 2017; 9 (7):1 - 18. | Revista internacional indexada | 12 | Julio | 2017 | A2 |
| 27 | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricado; Domínguez, Isabel Cristina; Torres, Patricia; Komilis, Dimitriuis; Sánchez, Antoni | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricado; Domínguez, Isabel Cristina; Torres, Patricia; Komilis, Dimitriuis; Sánchez, Antoni. Evento: ATHENS 2017 5th international Conference on Sustainable Solid Waste Management, Athens. Ponencia: Understanding biowaste composting in developing countries: lessons from Colombia. 21 - 24 junio, 2017. | Otras publicaciones | 21 | Junio | 2017 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 28 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Rivera, Miryam Lizeth; Zaraza Peña, Julián Mauricio | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Rivera, Miryam Lizeth; Zaraza Peña, Julián Mauricio. Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. Environmental Science and Pollution Research. ISSN: 0944-1344. Alemania. 2017; 25 (s/v) :1 - 17. | Revista internacional indexada | 30 | Marzo | 2017 | A2 |
| 29 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo, Luis Fernando; Torres López, Wilmar Alexander; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo, Luis Fernando; Torres López, Wilmar Alexander; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. A systematic approach to evaluate parameter consistency in the inlet stream of source separated biowaste composting facilities: A case study in Colombia. Waste Management. ISSN: 0956-053X. Inglaterra. 2017; 62 (s/v): 24 - 32. | Revista internacional indexada | 16 | Febrero | 2017 | A1 |
| 30 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Marmolejo, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Marmolejo, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia. Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. Ingeniería Investigación y Tecnología. ISSN: 1405-7743. México. 2017; 18 (1):31 - 42. | Revista internacional indexada | 1 | Enero | 2017 | A1 |
| 31 | Oviedo-Ocaña, | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Blanco Figueredo, Eymard. Evento: XXXV | Otras publicaciones | 21 | Agosto | 2016 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Edgar Ricardo; Blanco Figueredo, Eymard | Congreso Interamericano de Aidis y 59° Congreso de Acodal. Ponencia: Avances en la aplicación de un modelo de cuenca para estudios hidrológicos y de transporte de sedimentos en la cuenca del río Suratá (Santander, Colombia): configuración datos de entrada. 21 - 24 agosto, 2016. | | | | | |
| 32 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Restrepo Tarquino, Inés | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Restrepo Tarquino, Inés. Service provision in rural water supplies: Analysis of four community-based systems in Colombia. Cuadernos de Desarrollo Rural. ISSN: 0122-1450. Colombia. 2016; 13 (78):117 - 140. | Revista nacional indexada | 15 | Junio | 2016 | B |
| 33 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Dimitrios Komilis; Sánchez, Antoni | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Dimitrios Komilis; Sánchez, Antoni. A qualitative model to evaluate biowaste composting management systems using causal diagrams: a case study in Colombia. Journal of Cleaner Production. ISSN: 0959-6526. Estados Unidos. 2016; 133 (s/v):201-211. | Revista internacional indexada | 27 | Mayo | 2016 | A1 |
| 34 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Pachón, Christian; Forero, Roberto | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Pachón, Christian; Forero, Roberto. Evento: The Thirty-First International Conference on Solid Waste Technology and Management. Philadelphia, PA USA. Ponencia: Assessment of unprocessed food and yard waste composting at Universidad Industrial de Santander, Colombia. 2016. | Otras publicaciones | 3 | Abril | 2016 | - |
| 35 | Oviedo Ocaña, | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis | | 14 | Diciembre | 2015 | A2 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Soto Paz, Jonathan; Zambrano, Paola Andrea. | Fernando; Soto Paz, Jonathan; Zambrano, Paola Andrea. Influencia del pH y nutrientes sobre la biodegradabilidad aerobia de biorresiduos de origen municipal. Afinidad. ISSN: 0001-9704. España. 2015; 72(572):297-303. | Revista internacional indexada | | | | |
| 36 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia; Daza Torres, Martha Constanza; Torres López, Wilmar Alexander; Abonia Gonzalez, Rodrigo | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia; Daza Torres, Martha Constanza; Torres López, Wilmar Alexander; Abonia Gonzalez, Rodrigo. Effect of adding bulking materials over the composting process of municipal solid biowastes. Chilean Journal Of Agricultural Research. ISSN: 0718-5820. Chile. 2015; 75(4):472-480. | Revista internacional indexada | 5 | Octubre | 2015 | A2 |
| 37 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Hoyos, Laura; Gonzales, Sebastián; | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Hoyos, Laura; Gonzales, Sebastián; Barrena, Raquel; Dimitrius Komilis; Sánchez, Antoni. Stability and maturity of biowaste composts derived by small municipalities: correlation among physical, chemical and biological indices. Waste Management. ISSN: 0956-053X. Inglaterra. 2015; 44 (s/v):63-71. | Revista internacional indexada | 5 | Octubre | 2015 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Barrena, Raquel; Dimitrius Komilis; Sánchez, Antoni | | | | | | |
| 38 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. Evento: VI Congreso Interamericano de Residuos Sóidos. San Salvador. Ponencia: Avances en la implementación del compostaje de biorresiduos en pequeños municipios de países en desarrollo. Lecciones en Colombia. 2015. | Otras publicaciones | 19 | Mayo | 2015 | - |
| 39 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Daza Torres, Martha Constanza; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Daza Torres, Martha Constanza; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia. Selección de sistemas agroambientales con potencial uso de compost de biorresiduos municipales. Acta Agronómica. ISSN: 0120-2812. Colombia. 2015; 64(2):134-145. | Revista nacional indexada | 6 | Abril | 2015 | A2 |

### 15.2.5 VILLAMIZAR AMAYA, SANDRA ROCÍO

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 1 | Cargill, Samantha K.; Segura, Catalina; Villamizar, Sandra R.; Warren, Dana R. | Cargill, Samantha K.; Segura, Catalina; Villamizar, Sandra R.; Warren, Dana R. The influence of lithology on stream metabolism in headwater systems. Ecohydrology, 2021, vol. 14, Issue 4, e2284. https://doi.org/10.1002/eco.2284 | Revista internacional indexada | 12 | Febrero | 2021 | A1 |
| 2 | Villamizar, Sandra R.; Segura, Catalina | Villamizar, Sandra R.; Segura, Catalina. Ponencia: Using raw dissolved oxygen data to infer seasonal patterns of stream metabolism and storm impacts on stream productivity. American Geophysical Union AGU, Fall Meeting 2020. San Francisco, Estados Unidos. | Otras publicaciones | 1 | Diciembre | 2020 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| 3 | Villamizar, Sandra R.; Hernández, Dany A.; Harmon, Thomas C. | Villamizar, Sandra R.; Hernández, Dany A.; Harmon, Thomas C. Póster: What whole-stream metabolism can suggest about restoration success in the San Joaquin River in California. American Geophysical Union AGU, Fall Meeting 2019. San Francisco, Estados Unidos. | Otras publicaciones | 9 | Diciembre | 2019 | - |
| 4 | Villamizar, Sandra R.; Pineda, Sergio M.; Auresy, David J.; Guzman, Diego A. | Villamizar, Sandra R.; Pineda, Sergio M.; Auresy, David J.; Guzman, Diego A. Póster: Assessing the Risk of Hydrological Drought through the Severity-Duration-Frequency Approach. EGU General Assembly 2019. Viena, Austria. | Otras publicaciones | 7 | Abril | 2019 | - |
| 5 | Villamizar, Sandra R.; Pineda, Sergio M.; Carrillo, Gustavo A. | Villamizar, Sandra R.; Pineda, Sergio M.; Carrillo, Gustavo A. The Effects of Land Use and Climate Change on the Water Yield of a Watershed in Colombia. Water, 2019, 11(2), 285; https://doi.org/10.3390/w11020285 | Revista internacional indexada | 6 | Febrero | 2019 | A1 |
| 6 | Harmon, Thomas C.; Smyth, Robyn L.; Chandra, Sudeep; Conde, Daniel; Dhungel, Ramesh; Escobar, Jaime; Hoyos, Natalia; Lozoya, Juan Pablo; Nin, Mariana; Perillo, Gerardo M.E.; Pincetl, Stephanie; Piccolo, M. Cintia; Reid, Brian; Rusak, James A.; Scordo, Facundo; | Harmon, Thomas C.; Smyth, Robyn L.; Chandra, Sudeep; Conde, Daniel; Dhungel, Ramesh; Escobar, Jaime; Hoyos, Natalia; Lozoya, Juan Pablo; Nin, Mariana; Perillo, Gerardo M.E.; Pincetl, Stephanie; Piccolo, M. Cintia; Reid, Brian; Rusak, James A.; Scordo, Facundo; Velez, Maria I.; Villamizar, Sandra R.; Wemple, Beverley; Zilio, Mariana I. Socioeconomic and Environmental Proxies for Comparing Freshwater Ecosystem Service Threats across International Sites: A Diagnostic Approach. Water, 2018, 10(11), 1578; https://doi.org/10.3390/w10111578 | Revista internacional indexada | 4 | Noviembre | 2018 | A1 |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | Velez, Maria I.; Villamizar, Sandra R.; Wemple, Beverley; Zilio, Mariana I. | | | | | | |
| 7 | Villamizar, Sandra A. | Villamizar, Sandra A. Ponencia: Monitoreo de la salud de los ecosistemas hídricos mediante el cálculo del metabolismo. XVIII Jornada Técnica de Ingeniería Civil y III Simposio Innovar para Crecer. Floridablanca, Colombia | Otras publicaciones | 17 | Octubre | 2018 | - |
| 8 | Carrillo, Gustavo A.; Villamizar, Sandra A.; Pineda, Sergio A. | Carrillo, Gustavo A.; Villamizar, Sandra A.; Pineda, Sergio A. Póster: Challenges in the evaluation of water yield in tropical developing countries using state of the art modeling tools. First International Conference on Water Security. Toronto, Canadá | Otras publicaciones | 17 | Junio | 2018 | - |
| 9 | Pai, Henry; Villamizar, Sandra R.; Harmon, Thomas C. | Pai, Henry; Villamizar, Sandra R.; Harmon, Thomas C. Synoptic Sampling to Determine Distributed Groundwater-Surface Water Nitrate Loading and Removal Potential Along a Lowland River. Water Resources Research, Volume 53, Issue 11 p. 9479-9495. https://doi.org/10.1002/2017WR020677 | Revista internacional indexada | 9 | Octubre | 2017 | A1 |
| 10 | Arenas, Carlos F.; Castilo, Edgar F.; Correa, Sandra N.; Villamizar, Sandra R. | Arenas, Carlos F.; Castilo, Edgar F.; Correa, Sandra N.; Villamizar, Sandra R. Ponencia: Review of the IPCC guidelines for calculating the carbon footprint of an oil field. 3rd International Congress of Mechanical Engineering and Agricultural Science. Bucaramanga, Colombia. | Otras publicaciones | 2 | Octubre | 2017 | - |
| 11 | Villamizar, Sandra R. | Villamizar, Sandra R. Ponencia: Monitoreo de la salud de los ecosistemas hídricos mediante el cálculo del metabolismo. Seminario Internacional Herramientas de Manejo Sostenible del Recurso Hídrico. Cali, Colombia. | Otras publicaciones | 25 | Octubre | 2016 | - |
| 12 | Villamizar, Sandra R. | Villamizar, Sandra R. Póster: Synoptic Multi-tracer Sensing for Mapping Groundwater-Surface Water Discharges and Estimating Reactive Nitrate Loading along a Gaining Lowland River. American Geophysical Union AGU, Fall | Otras publicaciones | 14 | Diciembre | 2015 | - |

| No. | Autores | Referencia bibliográfica completa | Tipo de publicación | Fecha de Publicación | | | Tipo de revista clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Día | Mes | Año | |
| | | Meeting 2015. San Francisco, Estados Unidos. | | | | | |
| 13 | Villamizar, Sandra R. | Villamizar, Sandra R. Ponencia: A Screening-Level Approach for Comparing Risks Affecting Aquatic Ecosystem Services over Socio-Environmental Gradients. American Geophysical Union AGU, Fall Meeting 2015. San Francisco, Estados Unidos. | Otras publicaciones | 14 | Diciembre | 2015 | - |
| 14 | Villamizar, Sandra R. | Villamizar, Sandra R. Póster: Producing Long-term Series of Whole-Stream Metabolism Using Readily Available Data. American Geophysical Union AGU, Fall Meeting 2015. San Francisco, Estados Unidos. | Otras publicaciones | 14 | Diciembre | 2015 | - |
| 15 | Pai, Henry; Villamizar, Sandra R.; Harmon, Thomas C. | Pai, Henry; Villamizar, Sandra R.; Harmon, Thomas C. High Resolution Synoptic Salinity Mapping to Identify Groundwater–Surface Water Discharges in Lowland Rivers. Environmental Science and Technology. 2015, 49, 8, 4842–4850. https://doi.org/10.1021/es504483q | Revista internacional indexada | 2 | Abril | 2015 | B |

## 15.3 ANEXO III. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN QUE SOPORTAN EL PROGRAMA

| **GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL - GPH** | |
|---|---|

**DIRECTOR:**

Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

**UAA A CARGO:**

Escuela de Ingeniería Civil

**CATEGORÍA SEGÚN MINCIENCIAS:**

| Convocatoria 737 de 2015 | Convocatoria 781 de 2017 | Convocatoria 833 de 2018 | Convocatoria 894 de 2021 |
|---|---|---|---|
| **C** | **C** | **B** | **A** |

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

- Abastecimiento de agua para usos múltiples
- Agua y Salud
- Calidad del agua
- Gestión de residuos sólidos
- Gestión integrada del recurso hídrico
- Hidrogeología
- Hidrología y Clima
- Modelación participativa
- Tratamiento de aguas residuales
- Uso eficiente del agua

**LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES:**

Listado de profesores investigadores

| **Nombre** | **Máximo nivel de formación** | **Dedicación** | **Clasificación MinCiencias según convocatoria y año** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 737 de 2015 | 781 de 2017 | 833 de 2018 | 894 de 2021 |
| Isabel Cristina Domínguez Rivera | Doctorado en Gestión del Recurso Hídrico | Tiempo completo | Junior | Junior | Asociado | Asociado |
| Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | Doctorado en Ingeniería, énfasis Ingeniería Sanitaria y Ambiental | Tiempo completo | Asociado | Asociado | Asociado | Sénior |
| Sandra Rocío Villamizar Amaya | Doctorado en Sistemas Ambientales | Tiempo completo | n/a | n/a | Asociado | Asociado |

| Nombre | Máximo nivel de formación | Dedicación | Clasificación MinCiencias según convocatoria y año | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 737 de 2015 | 781 de 2017 | 833 de 2018 | 894 de 2021 |
| Francisco Alberto Velandía Patiño | Doctorado en Geociencias | Tiempo completo | n/a | n/a | Junior | Asociado |
| Mario García Solano | Magíster en Informática | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Sully Gómez Isidro | Doctorado en Aguas y Medio Ambiente | Tiempo parcial (cátedra) | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Daniela Cristina Rey Romero | Magíster en Desarrollo de Recursos Aguas y Tierras | Tiempo parcial (cátedra) | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Juan Diego Colegial Gutierrez | Doctorado en Ingeniería Geológica | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |

**PRODUCCIÓN ACADÉMICA:** (últimos 7 años)

Artículos en revistas internacionales indexadas

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2022 | Environmental performance of a hybrid rainwater harvesting and greywater reuse system: A case study on a high water consumption household in Colombia. | Journal of Cleaner Production, vol. 345, 131125, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131125 | Gómez-Monsalve, Manuela; Domínguez, Isabel Cristina; Yan, Xiaoyu; Ward, Sarah; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. | A1 |
| 2022 | A Systematic Review on the Application of Bacterial Inoculants and Microbial Consortia During Green Waste Composting. | Waste and Biomass Valorization (2022). https://doi.org/10.1007/s12649-022-01687-z | Oviedo-Ocaña, Ricardo; Soto-Paz, Jonathan; Dominguez, Isabel; Sánchez-Torres, Viviana; Komilis, Dimitrios. | A2 |
| 2021 | Climate or tectonics? What controls the spatial-temporal variations in erosion rates across the Eastern Cordillera of Colombia? | Global and Planetary Change. ISSN: 0921-8181, 2021, vol:203, fasc: págs: 1-25, DOI:10.1016/j.gloplacha.2021.103541 | Garcia Delgado, Helbert Schneider; Villamizar Escalante, Nicolás; Bermudez Cella, Mauricio Alberto; Bernet, Matthias; Velandia Patino, Francisco Alberto. | A1 |
| 2021 | Optimization of Operational Parameters during Anaerobic Co-digestion of Food and Garden Waste. | Environmental Processes, ISSN: 2198-7491 ed: Springer Science + Business Media, v.N/A fasc.N/A p.1 - 23, 2021, DOI: 10.1007/s40710-021-00506-2 | Casallas-Ojeda, Miguel; Soto-Paz, Jonathan; Alfonso-Morales, Wilfredo; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Komilis, Dimitrios. | A2 |
| 2021 | Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering. | Catena, ISSN: 0341-8162, ed: Elsevier Science Bv, v.202 fasc.105227 p.1 - 14, 2021, DOI: 10.1016/j.catena.2021.105227 | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías; Hernández, Y.; Plata, C.; Daza Torres, Martha Constanza; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar | A1 |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | | | Ricardo; Buytaert, W.; Ochoa-Tocachi, B.F. | |
| 2021 | A Comparison of Two-Stage and Traditional Co-Composting of Green Waste and Food Waste Amended with Phosphate Rock and Sawdust. | Sustainability, ISSN: 2071-1050, ed: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), v.13 fasc.1109 p.1 - 12, 2021, DOI: 10.3390/su13031109. | Oviedo Ocana, Edgar Ricardo; Sánchez Torres, Viviana; Hernández Gómez, Angélica María; Ríos, Marcos; Portela, Anauribeth; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Dimitrius, Komilis. | A2 |
| 2021 | Co-composting of Biowaste: Simultaneous Optimization of the Process and Final Product Quality Using Simulation and Optimisation Tools. | Waste and Biomass Valorization, ISSN: 1877-2641 ed: Springer Netherlands, v.12 fasc.N / A p.1 - 14 ,2021, DOI: 10.1007/s12649-020-01321-w | Soto-Paz, Jonathan; Gea, Teresa; Alfonso-Morales, Wilfredo; Caicedo-Bravo, Eduardo; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Manyoma-Velásquez, Pablo César; Torres-Lozada, Patricia. | A2 |
| 2020 | Along-strike variations in recent tectonic activity in the Santander Massif: New insights on landscape evolution in the Northern Andes. | Journal of South American Earth Sciences. ISSN: 0895-9811, 2020 vol:98 fasc: págs:1-22, DOI:10.1016/j.jsames.2019.102472 | Garcia Delgado, Helbert Schneider; Machuca Castellanos, Silvia Viviana; Velandia Patino, Francisco Alberto; Audemard Mennessier, Franck Albert Javier. | A1 |
| 2020 | Implementation of strategies to optimize the co-composting of green waste and food waste in developing countries. A case study: Colombia. | Environmental Science Polluion Research (2020). ISSN: 1614-7499 (Online). https://doi.org/10.1007/s11356-020-08103-w. | Hernández-Gómez, Angélica; Calderón, Arley; Medina, Camilo; Sánchez-Torres, Viviana; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. | A1 |
| 2020 | Water-Loss Management under Data Scarcity: Case Study in a Small Municipality in a Developing Country. | Journal of Water Resources Planning and Management. ISSN: 1943-5452 vol.146, fasc:3, pág:05020001, DOI:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001162 | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Dominguez, Isabel; Celis, Julián; Blanco, Liceth; Cotes, Iván; Ward, Sarah; Kapelan, Z. | A1 |
| 2019 | Assessing Sustainability in Rural Water Supply Systems in Developing Countries Using a Novel Tool Basen on Multi-Criteria Analysis. | Molecular Diversity Preservation Internacional (MDPI). ISSN 2071-1050, 2019. DOI : 10.3390/su11195363 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez, Isabel; Hurtado, Karen; Barón, Andrés; Hall, Ralph. | B |
| 2019 | Co-composting of green waste mixed with unprocessed and processed food waste: influence on the composting process and product quality. | Alemania, Waste and Biomass Valorization. ISSN: 1877-2641, 2019 vol:10 fasc:1 págs: 63-74, DOI:10.1007/s12649-017-0047-2. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Dominguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | A2 |
| 2019 | Assisting global rainwater harvesting practitioners: a decision support tool for | Reino Unido, Environmental Science: Water Research and Technology ISSN: 2053-1400, 2019 vol:5 fasc: 3 págs: 506 - 520, DOI:10.1039/c8ew00707a. | Celis Vargas, Arley David; Dominguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; | A1 |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | tank sizing method selection under uncertainty. | | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | |
| 2019 | Influence of mixing ratio and turning frequency on the co-composting of biowaste with sugarcane filter cake: A mixture experimental design. | Alemania, Waste and Biomass Valorization ISSN: 1877-2641, 2019 vol:10 fasc: N/A págs: 1 - 15, DOI:10.1007/s12649-019-00592-2. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Soto Paz, Jonathan; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Marmolejo, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia; Sánchez, Antoni; Komilis, Dimitrius; Barrena, Raquel. | A2 |
| 2019 | A new approach for the optimization of biowaste composting using Artificial Neural Networks and Particle Swarm Optimization | Alemania, Waste and Biomass Valorization ISSN: 1877-265X, 2019 vol:10 fasc: 9 págs: 1 - 15, DOI:10.1007/s12649-019-00716-8. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Soto Paz, Jonathan; Manyoma Velasquez, Pablo Cesar; Torres Lozada, Patricia; Komilis, Dimitrius. | A2 |
| 2019 | Evaluation of mixing ratio and frequency of turning in the co-composting of biowaste with sugarcane filter cake and star grass. | Reino Unido, Waste Management ISSN: 0956-053X, 2019 vol:96 fasc: págs: 86 - 95, DOI:10.1016/j.wasman.2019.07.015 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Soto Paz, Jonathan; Manyoma Velasquez, Pablo Cesar; Torres Lozada, Patricia. | A1 |
| 2019 | A multi-criteria decision analysis of co-substrate selection to improve biowaste composting: a mathematical model applied to Colombia. | Suiza, Environmental Processes ISSN: 2198-7491, 2019 vol:6 fasc: 3 págs: 1 - 22, DOI:10.1007/s40710-019-00387-6 | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Soto Paz, Jonathan; Manyoma Velasquez, Pablo Cesar; Marmolejo, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia; Sánchez, Antoni; Komilis, Dimitrius. | A1 |
| 2018 | A systematic review on the composting of green waste: Feedstock quality and optimization strategies. | Reino Unido. Waste Management ISSN: 0956-053X ed: Pergamon v.77 fasc. N/A p. 486-499, 2018. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Dimitrios, Komilis; Sánchez Ferrer, Antoni. | A1 |
| 2017 | Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. | México, Ingeniería Investigación y Tecnología, ISSN: 1405-7743, 2017 vol:18 fasc: 1 págs: 31 – 42. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Marmolejo, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia. | A1 |
| 2017 | End-User Cost-benefit prioritization for selecting rainwater harvesting and greywater reuse in social housing. | Suiza, Water, ISSN: 2073-4441, 2017 vol:9 fasc: 7 págs: 1 – 18. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Mendoza, José Gabriel; Rincon, Carlos Iván. | A2 |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2017 | A systematic approach to evaluate parameter consistency in the inlet stream of source separated biowaste composting facilities: A case study in Colombia | Inglaterra, Waste Management, ISSN: 0956-053X, 2017 vol:62 fasc: N/A págs: 24 – 32. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo, Luis Fernando; Torres López, Wilmar Alexander; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | A1 |
| 2017 | Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. | Alemania, Environmental Science and Pollution Research, ISSN: 0944-1344, 2017 vol:25 fasc: págs: 1 – 17. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Ward, Sarah; Rivera, Miryam Lizeth; Zaraza Peña, Julián Mauricio. | A2 |
| 2016 | A qualitative model to evaluate biowaste composting management systems using causal diagrams: A case study in Colombia. | Reino Unido, Journal of Cleaner Production, ISSN: 0959-6526, 2016 vol:133 fasc: N/A págs: 201 – 211. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Komilis, Dimitrius; Sánchez, Antoni. | A1 |
| 2015 | Effect of adding bulking materials over the composting process of municipal solid biowastes. | Chilean Journal of Agricultural Research. ISSN: 0718-5820. Chile. 2015; 75(4):472-480. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia; Daza Torres, Martha Constanza; Torres López, Wilmar Alexander. | A2 |
| 2015 | Influence of ph and nutrients on the aerobic biodegradability of municipal biowastes. | AFINIDAD. ISSN: 0001-9704. España. 2015; 72(572):297-303. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Soto Paz, Jonathan; Zambrano, Paola Andrea. | A2 |
| 2015 | Stability and maturity of biowaste composts derived by small municipalities: correlation among physical, chemical and biological indices. | Waste Management. ISSN: 0956-053X. Inglaterra. 2015; 44:63-71. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Hoyos, Laura; Gonzales, Sebastián; Barrena, Raquel; Dimitrius Komilis; Sánchez, Antoni. | A1 |

Artículos en revistas internacionales no indexadas

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2020 | Neural Network Modeling to Support an Experimental Study of the Composting Process of Biowaste with Filter Cake and Star Grass. | WIT Transactions on Ecology and the Environment. ISSN: 1743-3541, v.231 fasc. p.225 - 236, 2019, DOI: 10.2495/WM180211. | Soto Paz, Jonathan; Torres Lozada, Patricia; Manyoma Velásquez, Pablo Cesar; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. |
| 2015 | Hydrodynamic, geochemical and isotopic study of formations aquifers in the region of Bucaramanga (Colombia). | Revista Peruana Geo-Atmosférica ISSN: 2078-1199, 2015 vol:4 fasc: N/A págs: 44 - 61 | Gómez Isidro, Sully; Rueda Nuñez, José Alfredo; Denis, Jean. |

Contribuciones publicadas en anales/memorias de eventos internacionales

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2020 | Methodological approach for the estimation of evapotranspiration in a natural vegetation microcatchment from a dry páramo ecosystem of eastern Colombian Andes. | American Geophysical Union, AGU Fall Meeting 2020. 7-11 de diciembre de 2020. https://www.agu.org/fall-meeting. | Gómez Ríos, Viviana Lucía; Domínguez, Isabel; Gómez Isidro, Sully. |
| 2020 | Efectos de las actividades antrópicas en la humedad, densidad aparente y materia orgánica del suelo por el cambio de la cobertura vegetal natural. Caso de estudio: páramo de Berlín – Colombia. | 63° Congreso Internacional y EXPOAGUA 2020 de ACODAL. 2 - 6 septiembre, 2020 | Patiño, Sebastian Elías; Domínguez, Isabel; Oviedo, Edgar Ricardo; Daza, Martha Constanza. |
| 2019 | Análisis del sistema de aguas subterráneas en una formación cárstica | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia, 2-5 de octubre. | Daza-Garzón, Romario; Gómez-Isidro, Sully |
| 2019 | Implementation of strategies to optimize the co-composting of green waste and food waste in developing countries. A case study: Colombia. | 7th. International Conference on Sustainable Solid Waste Management | Hernández-Gómez, Angélica; Gordillo, D.; Gómez, F.; Calderón, A.; Medina, C.; Sanchez-Torres, Viviana; Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo. |
| 2018 | Modelación Hidrológica en Ecosistemas de Páramo Andino. Caso de Estudio: Páramo de Berlín, Colombia. | XXXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) | Duarte Celis, Jonathan Alexis; Domínguez Rivera; Isabel Cristina. |
| 2018 | Estudio preliminar sobre la Geología y el Fracturamiento del Nacimiento del Río de Oro (Colombia), cómo base para análisis hidrogeológicos. | XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología, X Congreso Argentino de Hidrogeología y VIII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea | Cetina Tarazona, María Alejandra; Gómez Isidro, Sully. |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2018 | Neural Netwrok Modelling to Support an Experimental Study of the Composting Process of Biowaste with Cachaza and Star Grass | 9th. International Conference on Waste Management and the Environment | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. |
| 2017 | Understanding biowaste composting in developing countries: lessons from Colombia. | ATHENS 2017 5th International Conference on Sustainable Solid Waste Management that will be held in Athens. | E.R. Oviedo-Ocaña, I.C. Domínguez, P. Torres, D. Komilis, A. Sánchez |
| 2017 | Financial assessment of alternative water sources systems in developing countries. | Water and Development Congress & Exhibition 2017. IWA - International Water Association. | E.R. Oviedo-Ocaña, I.C. Domínguez. |
| 2016 | Assessment of unprocessed food and yard waste composting at Universidad Industrial de Santander, Colombia. | The Thirty-First International Conference on Solid Waste Technology and Management. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; CF. Pachón; A. Forero. |
| 2016 | Avances en la aplicación de un modelo de cuenca para estudios hidrológicos y de transporte de sedimentos en la cuenca del río Suratá (Santander, Colombia): configuración datos de entrada. | XXXV Congreso Interamericano de Aidis y 59° Congreso de Acodal. | E.R. Oviedo-Ocaña, E. Blanco Figueredo. |
| 2015 | Avances en la implementación del compostaje de biorresiduos en pequeños municipios de países en desarrollo. Lecciones en Colombia. | VI Congreso Interamericano de Residuos Sólidos. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. |

Artículos en revistas nacionales

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2019 | Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. | Colombia, UIS Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 1 págs: 223 - 236, DOI:10.18273/revuin.v18n1-2019020. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Dominguez Rivera, Isabel Cristina; Melendez Perez, Andrea; Lima, Manuela. | C |
| 2018 | Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. | Colombia. Revista Salud UIS, ISSN: 0121-0807, ed: Universidad Industrial de Santander. v.50 fasc.3 p.191 - 192, 2018. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | C |
| 2017 | Composting of biowaste: Research trends and relevance in developing countries. | Colombia, DYNA ISSN: 0012-7353 ed: Universidad Nacional de Colombia. v.84 fasc.203 p.334 - 342 ,2017. | Soto Paz, Jonathan; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Torres Lozada, Patricia; Marmolejo Rebellón, Luis | A2 |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | | | Fernando; Manyoma Velásquez, Pablo César. | |
| 2016 | Characterization of weathering profiles of the crystal rocks of eastern bucaramanga and definition of hydrogeological properties. | Boletín de Ciencias de la Tierra ISSN: 0120-3630, 2016 vol:41 fasc: N/A págs: 16 – 30. | Gómez Isidro, Sully; Colegial Gutiérrez, Juan Diego; Forero Quintero, Camila; Fuentes Rueda, Alejandra. | A2 |
| 2016 | Service provision in rural water supplies: Analysis of four community-based systems in Colombia | Colombia, Cuadernos de Desarrollo Rural ISSN: 0122-1450, 2016 vol:13 fasc: 78 págs: 117 – 140. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Restrepo Tarquino, Inés. | B |
| 2016 | Baseflow analysis using master recession curves and numerical algorithms in mountain basins: Suratá's river and Oro's river (Santander, Colombia). | DYNA. ISSN: 0012-7353. Colombia. 2016; 83(196):213-222. | Gómez Isidro, Sully; Gómez Ríos, Viviana Lucía. | A1 |
| 2016 | Self-supply as an alternative approach to water access in rural scattered regions: evidence from a rural microcatchment in Colombia. | Revista Ingeniería y Universidad ISSN: 0123-2126. Colombia. 2016; 20(1):175-195. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Torres López, Wilmar Alexander; Restrepo Tarquino, Inés. | A2 |
| 2015 | Selección de sistemas agroambientales con potencial uso de compost de biorresiduos municipales. | Acta Agronómica. ISSN: 0120-2812. Colombia. 2015; 64(2):134-145. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo; Daza Torres, Martha Constanza; Marmolejo Rebellón, Luis Fernando; Torres Lozada, Patricia. | A2 |

Contribuciones publicadas en anuales/memorias de eventos nacionales

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2019 | Estimación de la Recarga Potencial del Nacimiento del Río de Oro, Santander. | I Semana Técnica Colombiana de Hidrogeología. | Gómez Isidro, Sully; Cetina Tarazona, María Alejandra. |
| 2018 | Geología estructural y Karst: caminos del agua subterránea. | I Congreso Colombiano de Espeleología, VIII Congreso Espeleológico de América Latina y El Caribe | Velandia Patiño, Francisco Alberto. |

Capítulos de libro

| Año | Título del capítulo | Título del libro y número ISBN | Casa editorial y ciudad | Autor (es) |
|---|---|---|---|---|
| 2020 | Organic Waste Composting at Versalles: An Alternative that | Organic Waste Composting through Nexus Thinking-Practices, Policies, and | Ed. Springer International Publishing. Suiza. | Marmolejo-Rebellón, Luis Fernando; Oviedo-Ocaña, Edgar |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Contributes to the Economic, Social and Environmental Well-Being of Stakeholders | Trends. ISBN: 978-3-030-36283-6 | | Ricardo; Torres-Lozada Patricia. |

**FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO:** (últimos 7 años)

Dirección de tesis de grado de doctorado (terminadas)

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2019 | Soto Paz, Jonathan. Optimización del proceso y la calidad del producto final del compostaje de biorresiduos considerando simultáneamente la influencia de la calidad del sustrato y la frecuencia de volteo. Universidad del Valle, Doctorado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo |

Dirección de tesis de grado de maestría (terminadas)

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2021 | Patiño Gutiérrez, Sebastián Elías. Evaluación del efecto del uso del suelo sobre sus propiedades hidrofísicas en ecosistema de páramo asociadas a los servicios de suministro y regulación hídrica. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Daza Torres, Martha Constanza. |
| 2020 | Daza Garzón, Romario Andrés. Análisis de los sistemas de flujo de agua subterránea a través de una formación cárstica: caso de estudio, Manantial de Cañaverales, La Guajira, Colombia. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Domínguez Rivera, Isabel Cristina; Gómez Isidro, Sully |
| 2020 | Hernández Gómez, Angélica María. Alternativas biotecnológicas para el mejoramiento del proceso y la calidad del producto del co-compostaje de residuos verdes y residuos de alimentos. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Oviedo-Ocaña, Edgar Ricardo; Sánchez, Viviana. |
| 2019 | Quirós Gómez, Miguel. Análisis geofísico para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. | Velandia Patiño, Francisco Alberto. |
| 2019 | Cetina Tarazona, María Alejandra. Modelo hidrodinámico de flujos subterráneos en sistemas cársticos y su interacción con las rocas adyacentes. Caso de estudio: parte alta de la cuenca del Río de Oro, departamento de Santander. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Gómez Isidro, Sully |
| 2019 | Rodríguez Arenas, Silvia Marcela. Selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales en condominios residenciales: caso Mensulí (Santander, Colombia). Universidad Industrial de Santander. Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo |
| 2018 | Guevara Eslava, Alvaro Iván. Propuesta tecnológica para el tratamiento pasivo de drenajes ácidos de minas de carbón, empleando humedales construidos. Evaluación a escala de laboratorio. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Ambiental. 2018. | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo |
| 2017 | Meléndez Pérez, Julisse Andrea. Viabilidad Financiera de un Sistema Hidrosanitario con Reutilización de Aguas Grises en Complejos Multifamiliares en Portugal. Universidad Industrial de Santander, Universidad de Porto. | Lima, Manuela; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. |
| 2017 | Corzo Hernández, Angélica. Viabilidad técnica del sistema célula de combustible microbiana-humedal artificial de alta tasa para depuración de | García, Mario. |

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| | aguas residuales de alta carga orgánica y generación eléctrica, Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | |

Investigaciones Terminadas

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión (millones) | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Tipificación de perfiles de meteorización de las rocas cristalinas de la zona montañosa al oriente del Área Metropolitana de Bucaramanga y definición de propiedades hidrogeológicas. | Universidad Industrial de Santander | $ 151.722.750 | Escuela de Ingeniería Civil | 2 profesores planta<br>2 estudiantes | -Se realizó el estudio de la meteorización de las rocas con diferentes técnicas químicas y petrográficas y se elaboró un perfil de meteorización para entender el estado de cada unidad presente en este tipo de litología. |
| Evaluación de opciones para la implementación del compostaje de residuos sólidos orgánicos de rápida degradación en el campus de la Universidad Industrial de Santander, sede principal. | Universidad Industrial de Santander | $ 130.908.032 | Escuela de Ingeniería Civil | 1 profesor planta<br>1 estudiante. | -Evaluar opciones para la implementación del compostaje de residuos sólidos orgánicos de rápida degradación en el campus de la Universidad Industrial de Santander, Sede Principal.<br>-Proponer al menos dos mezclas de residuos de alimentos sin procesar y material de poda y jardín generados en el campus, a partir de sus características fisicoquímicas.<br>-Analizar las condiciones del proceso y la calidad fisicoquímica del producto del compostaje de las proporciones de residuos orgánicos propuestas.<br>-Identificar las condiciones operativas para el desarrollo del proceso de compostaje a escala real en el campus universitario. |
| Estudio Isotópico de las formaciones acuíferas de la región de Bucaramanga. | IRD, Universidad de Montpellier - Universidad Industrial de Santander | $ 100.000.000 | Escuela de Ingeniería Civil | 1 profesor planta<br>2 estudiante. | -Se realizó el estudio a los datos isotópicos e hidroquímicos disponibles y estos permiten observar el avance del flujo desde la zona de la montaña hacia los acuíferos aluviales a través la falla de Bucaramanga, que son recargados parte o |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión (millones) | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | totalmente con aguas que provienen desde la zona del Macizo de Santander, recorriendo largas o cortas distancias. Los datos de tritio (3H) y carbono 14 (14C) han permitido hacer una primera evaluación de la tasa de residencia del agua en la meseta, con una renovación rápida para el acuífero freático y más lenta para el acuífero profundo. |
| Plan Capital Semilla Grupo de Investigación Predicción y Modelamiento Hidroclimático (Ahora: Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental) | Universidad Industrial de Santander | $ 25.000.000 | Escuela de Ingeniería Civil | 5 profesores planta UIS | Desarrollar actividades de fortalecimiento de la investigación del grupo de investigación Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. |
| Evaluación de la sostenibilidad de abastecimientos de agua rurales colectivos en ecosistemas de parámo: caso de estudio Berlín (Santander - Colombia). | Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga | $ 116.392.000 | Escuela de Ingeniería Civil | 3 Profesores Planta UIS<br>4 estudiantes de pregrado | -Se realizó una revisión de literatura exhaustiva sobre i) Sostenibilidad, ii) Abastecimientos de agua rurales; y iii) Evaluación de la sostenibilidad en abastecimientos de agua rurales. Así mismo, se revisaron los marcos conceptuales, dimensiones e indicadores para estudiar la sostenibilidad en sistemas de abastecimiento de agua rurales, y se generó a partir de ello, un protocolo de investigación para abordar esta temática ajustada al contexto de páramo.<br>-Se realizó una evaluación detallada de la sostenibilidad en el sistema caso de estudio, Acueducto Los Andes-El Progreso, localizado en el DMI Páramo de Berlín. La evaluación se hizo considerando las dimensiones social, técnica, ambiental y económica. |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión (millones) | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Evaluación del compostaje de materiales de enmienda y de los residuos provenientes del cultivo de la cebolla junca en el Páramo de Berlín, Santander. | Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga | $ 110.786.354 | Escuela de Ingeniería Civil | Profesores Planta UIS 3<br>Auxiliar administrativo 1<br>Estudiantes de pregrado 4 | -Se analizaron las características de residuos y sustratos empleados en el cultivo de la cebolla junca, identificando las deficiencias nutricionales y de contenido de materia orgánica.<br>-Se identificaron potenciales materiales de enmienda o de soporte para compostar conjuntamente con los residuos de cebolla junta y pollinaza.<br>-Se evaluaron mezclas de diferentes materiales, para evaluar las condiciones del proceso y la calidad del proceso de compostaje en un ecosistema de páramo.<br>-Se analizó la calidad del producto obtenido en los ensayos experimentales, contrastando con el cumplimiento de la norma técnica colombiana.<br>-Se realizó un montaje demostrativo de compostaje de cebolla junca, pollinaza, residuos orgánicos y aserrín. En este montaje participaron cuatro agricultores del área de estudio y personal profesional de la Alcaldía de Tona. |
| Evaluación de estrategias para mejorar el compostaje de residuos lignocelulósicos provenientes de residuos verdes. | Universidad Industrial de Santander | $ 162.597.735 | Escuela de Ingeniería Civil | Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | -Evaluar estrategias operacionales para optimizar el compostaje de los residuos lignocelulósicos proveniente de los residuos sólidos verdes (RSV).<br>-Analizar la composición física y las características fisicoquímicas de los RSV objeto de estudio.<br>-Seleccionar materiales de enmienda o de soporte disponibles localmente y con potencial para mejorar la transformación<br>de los residuos lignocelulósicos.<br>-Analizar la influencia de |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión (millones) | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | estrategias operativas sobre el proceso y la calidad del producto del compostaje de residuos lignocelulósicos. |
| Aprovechamiento de residuos del beneficio del cacao para la producción de bioemulsificantes y biosurfactantes de bacterias ácido lácticas. | Universidad Industrial de Santander | $ 243.679.989 | Escuela de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Civil | Sánchez Torres, Viviana; Oviedo Ocaña, Edgar Ricardo. | Producir emulsificantes y biosurfactantes empleando cepas de Lactobacillus con hidrolizados de cáscara de cacao y lixiviados de la fermentación de cacao como fuente de carbono. |
| Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia). | Universidad Industrial de Santander | $ 530.102.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Profesores planta 4 Auxiliar administrativo 1 Estudiantes de pregrado 15 Estudiantes de posgrado 3 Profesional proyecto 1 | -Determinar los efectos del uso del suelo en los servicios ecosistémicos hidrológicos (suministro y regulación) ofertados por un páramo seco sujeto a presiones antrópicas, usando como caso de estudio la cuenca del río Jordán en el Páramo de Berlín (complejo Santurbán-Colombia).<br>-Cuantificar la oferta actual de servicios hidrológicos de suministro y regulación en el páramo seco de Berlín.<br>-Comparar la oferta de los servicios de suministro y regulación entre dos cuencas (intervenida y no intervenida), pertenecientes al río Jordán en el Páramo de Berlín.<br>-Formular un plan de acción que contribuya a la sostenibilidad en la prestación de los servicios de suministro y regulación del páramo seco de Berlín. |

Investigaciones en ejecución

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Estategias para la reducción de pérdidas de nitrógeno en cultivos de cebolla junca que promuevan la resiliencia de pequeños agricultores del Páramo de Berlín, frente a los | Universidad Industrial de Santander | $215.445.264 | Escuela de Ingeniería Civil | 2 Profesoras planta 1 Profesional proyecto | - Identificar las prácticas agrícolas, conocimientos y percepciones locales de pequeños agricultores en relación con el manejo de los nutrientes y la fertilidad del suelo en cultivos de cebolla junca; |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| retos económicos derivados de la pandemia. | | | | | - Diagnosticar el efecto de las prácticas del cultivo de cebolla junca sobre la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y su exportación al agua superficial en el páramo objeto de estudio;<br>- Analizar estrategias de manejo agrícola que integren conocimientos técnicos y locales que contribuyan al incremento de la rentabilidad económica de pequeños agricultores y al manejo sostenible del nitrógeno en el contexto de estudio. |
| Evaluación de los efectos en salud de la comunidad Hitnu en los municipios de Arauca y Puerto Rondón por exposición a situaciones relacionadas con actividades de explotación de hidrocarburos. | MINCIENCIAS | $992.742.251 | Escuela de Ingeniería Civil | 4 profesores planta de la UIS, 8 profesionales de distintas disciplinas, 1 estudiante de posgrado. | -Caracterizar las condiciones de aguas y saneamiento de las comunidades objeto de estudio.<br>-Analizar información de agua y muestras ambientales en áreas de influencia de los sitios de explotación de hidrocarburos.<br>-Determinar el nivel de riesgo a la salud de las comunidades indígenas objeto de estudio, asociados a niveles de exposición en sitios de explotación de hidrocarburos. |
| Estudio integral del agua en la Mesa de los Santos*. | Universidad Industrial de Santander | $1.103.825.435 | Escuela de Ingeniería Civil | 1 profesora de planta y 1 profesora de cátedra, 1 estudiante de doctorado, 2 estudiantes de maestría, 10 estudiantes de pregrado. | -Analizar la hidrodinámica de los flujos subterráneos con base en la piezometría y técnicas de hidroquímica e isótopos estables.<br>-Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de las aguas subterráneas ante la contaminación.<br>-Proponer una red de monitoreo de aguas subterráneas en la Mesa de los Santos.<br>-Proponer estrategias para la implementación de fuentes alternativas de abastecimiento de agua |
| Análisis de la adición de inóculos bacterianos seleccionados para el mejoramiento del co- | Universidad Industrial de Santander | $375.796.048 | Escuela de Ingeniería Civil | 2 profesores planta, 1 posdoctorando, | - Formulación de inoculo bacteriano compuesto. |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| compostaje de residuos verdes y de alimentos | | | | 1 estudiante de maestría | - Efecto del inoculo bacteriano en el compostaje a nivel de laboratorio.<br>-Efecto del inoculo bacteriano en el compostaje a escala piloto. |

*En este proyecto además de la escuela de Ingeniería Civil también participan las escuelas de Geología, Historia y Física. En relación con el personal asignado y las actividades de este proyecto en la Tabla solo se consigna lo que concierne a la Escuela de Ingeniería Civil.

## GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y ESTRUCTURAS DE CONSTRUCCIÓN - INME

**DIRECTOR:**
Alvaro Viviescas Jaimes

**UAA A CARGO:**
Escuela de Ingeniería Civil

**CATEGORÍA SEGÚN MINCIENCIAS:**

| Convocatoria 737 de 2015 | Convocatoria 781 de 2017 | Convocatoria 833 de 2018 | Convocatoria 894 de 2021 |
|---|---|---|---|
| **B** | **Reconocido** | **A** | **B** |

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

- Gestión de proyectos de construcción.
- Materiales de construcción.
- Análisis, modelamiento y optimización estructural.
- Amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico.
- Educación en ingeniería.

**LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES:**

| Nombre | Máximo nivel de formación | Dedicación | Clasificación MinCiencias según convocatoria y año | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 737 de 2015 | 781 de 2017 | 833 de 2018 | 894 de 2021 |
| Alvaro Viviescas Jaimes | Doctorado en Ingeniería Estructural | Tiempo completo | n/a | Asociado | Asociado | Asociado |
| Állex Eduardo Álvarez Lugo | Doctorado en Ingeniería Civil | Tiempo completo | Asociado | Asociado | Asociado | Asociado |
| Ricardo Alfredo Cruz Hernández | Doctorado en Ciencias Técnicas. | Tiempo completo | Asociado | Asociado | Asociado | Asociado |
| Oscar Javier Begambre Carrillo | Doctorado en Ingeniería Civil. | Tiempo completo | Asociado | Asociado | n/a | n/a |
| Gustavo Chio Cho | Doctorado en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos. | Tiempo completo | n/a | n/a | Junior | Junior |
| Guillermo Mejía Aguilar | Doctorado en Ingeniería de la Construcción. | Tiempo parcial | Asociado | Asociado | Asociado | Asociado |
| Luis Eduardo Zapata Orduz | Doctorado en Ingeniería Civil. | Tiempo completo | Junior | Junior | Junior | Asociado |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| José Miguel Benjumea | Doctorado en Ingeniería Civil y Medioambiente. | Tiempo completo | Junior | Junior | n/a | Junior |
| Hebenly Celis Leguízamo | Magíster en Ciencias en Ingeniería Civil -Área Geotecnia | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Vladimir Ernesto Merchán Jaimes | Doctorado en Ingeniería del Terreno Cartográfica y Geofísica | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |

**PRODUCCIÓN ACADÉMICA:** (últimos 7 años)

Artículos en revistas internacionales indexadas

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2022 | Mixture design and performance characterization of asphalt mixtures prepared using paving-heavy crude oils for low-traffic volume roads. | Construction and Building Materials 329(5):1-16. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2022.127141 | Álvarez, Állex Eduardo; Ovalles, Evelyn; Reyes-Ortiz, Oscar. | A1 |
| 2022 | Random generation of 2D PFC microstructures through DEM gravimetric methods. | Road Materials and Pavement Design 23(4):925-941. DOI:10.1080/14680629.2020.1860804 | Manrique-Sánchez, Laura; Caro, Silvia; Estrada, Nicolás; Castillo, Daniel; Álvarez, Állex Eduardo. | A1 |
| 2022 | Vehicle Bump Testing Parameters Influencing Modal Identification of Long-Span Segmental Prestressed Concrete Bridges. | Sensors 2022, 22(3), 1219; https://doi.org/10.3390/s22031219. | Hernandez, Wilson; Viviescas, Alvaro; Riveros-Jerez, Carlos Alberto. | A1 |
| 2021 | Dynamic amplification factors of girder and cables of extradosed bridges during sudden cable failure | Bridge Structures, vol. 17, Issue 3-4, Pages 101-110. DOI: 10.3233/BRS-210189. | Buelvas, Homer; Benjumea, José M.; Chio, Gustavo. | B |
| 2021 | Mechanical characterization of self-compacting steel fiber reinforced concrete using digital image correlation | Engineering Fracture Mechanics, vol. 246, 107618, 2021. https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2021.107618 | Quiceno Pérez, Valeria; Cotes Prieto, David; Zapata Orduz, Luis Eduardo. | A1 |
| 2021 | Evaluation of time-dependent deflections on balanced cantilever bridges | Computers and Concrete, vol. 28, no. 5, pp. 487–495, 2021. https://doi.org/10.12989/CAC.2021.28.5.487 | Rincón, Luis Francisco; Viviescas, Alvaro; Osorio, Edison; Riveros-Jerez, Carlos Alberto, Lozano-Galant, Jose Antonio. | A2 |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2021 | Exploratory Study on the Addition of Sugarcane Bagasse Fibers to Permeable Friction Course Mixtures. | Journal of Materials in Civil Engineering. ISSN: 0899-1561, 2021, vol:33 fasc: 9 págs: 1 – 11. DOI:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003849 | Costa Meneses, Joao Paulo; Teixeira, Jamilla Lutif; Alvarez Lugo, Allex Eduardo; Sacramento Aragão, Francisco Thiago; Fritzen, Marcos A. | A1 |
| 2021 | Biaxial Seismic Performance of a Two-Span Concrete Bridge Model with Six ABC Connections. | Journal of bridge engineering. ISSN: 1943-5592, 2021, vol:26 fasc: 8 págs: 04021056 -04021056. DOI:10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001753 | Benjumea Royero, Jose Miguel; Saiidi, Mehdi; Itani, Ahmad. | A1 |
| 2021 | Large-Scale Bi-Axial Shake Table Studies of a Precast Bridge Model. | Journal of structural engineering. ISSN: 1943-541X, 2021, vol:147 fasc: 7 págs: 04021104-04021104. DOI:10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0003060 | Benjumea Royero, Jose Miguel; Saiidi, Mehdi; Itani, Ahmad. | A1 |
| 2020 | Delay Causes in Road Infrastructure Projects in Developing Countries. | Revista de la Construcción, ISSN: 0717-7925, Ed: Pontificia Universidad Católica de Chile, v.19 fasc.2 p.220 - 234 ,2020, https://doi.org/10.7764/rdlc.19.2.220-234 | Mejía Aguilar, Guillermo; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Castañeda, Karen; Pellicer, Eugenio. | B |
| 2020 | Random generation of 2D PFC microstructures through DEM gravimetric methods. | Road Materials and Pavement Design. ISSN: 14680629, 21647402. Publicado on-line. doi: 10.1080/14680629.2020.1860804 | Manrique-Sánchez, Laura; Caro Spinel, Silvia; Estrada, Nicolás; Castillo, Daniel; Álvarez Lugo, Állex Eduardo. | A1 |
| 2020 | Verifying of the finite element model of the bridge based on the vibration monitoring at differente stages of construction. | Archives of Civil Engineering. ISSN 1230-2945. Polonia. 2020; 66 (1): 25-40. | Hernández, Wilson; Viviescas, Alvaro; Riveros-Jerez, Carlos Alberto. | B |
| 2019 | Mechanical behavior of quaternary concrete with micro/nano SiO2 analized by artificial neural networks and surface response method. | La Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, RLMM. 2019, Vol. 39 Issue 1, p59-83. 25p. | Zapata-Orduz, Luis E.; Portela, Genock; Suárez, Marcelo; Green, Brian H. | B |
| 2019 | Iron slag as fine aggregate replacement and nanosilica particles in self-compacting concrete mixtures. | Journal of Physics: Conference Series. ISSN: 1742-6596. 2019;1386 (s/v):012032. | Mantilla, María; Villamizar, Jhon; Ruiz, Sergio; Zapata, Luis Eduardo | B |
| 2019 | Correlation between Cross Sectional Area and Torsion Degree of Fique Yarns by Image Analysis System. | Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596 ed: Institute of Physics Publishing (IOP) v.1247 fasc.N/A p.1 - 8 ,2019, DOI: 10.1088/1742-6596/1247/1/012030. | Díaz Ramírez, German Adolfo; Sánchez, Heller Guillermo; Cruz | B |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | | | Hernández, Ricardo Alfredo | |
| 2019 | Acoustic Properties of Concrete Modified with an Asphalt/Styrene Butadiene Emulsion. | Journal of Physics: Conference Series, ISSN: 1742-6596, ed: Institute of Physics Publishing (IOP) v.1247 fasc. N/A p.103 - 9 ,2019, DOI: 10.1088/1742-6596/1247/1/012036. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Correa Cely, Carlos Rodrigo; Díaz Ramírez, German Adolfo | B |
| 2019 | Numerical and Experimental Study of Flexural Behaviour in Polymer Composite Materials Reinforced with Natural Fique Textiles. | Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596 ed: Institute of Physics Publishing (IOP) v.1247 fasc.N/A p.1-6, 2019, DOI: 10.1088/1742-6596/1247/1/012001. | Barros, Fernando Elías; Gamboa, Jefferson Martín; Díaz-Ramírez, German Adolfo; González-Estrada, Octavio Andrés; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo | B |
| 2018 | Asynchronous seismic excitation in bridges: asynchronous patterns, analysis methods and structural types studied. | Revista Ingeniería de Construcción. ISSN: 0718-5073 ed: Pontificia Universidad Católica de Chile, v.33 fasc.1 p.93 - 110, 2018. | Ardila González, John Esteban; Chio Cho, Gustavo; Benjumea Royero, José Miguel. | A2 |
| 2017 | Evidence - based improvement policies in public management: A case study of public projects in Barrancabermeja City, Colombia. | Journal of Construction in Developing Countries, ISSN: 2180-4222. Vol. 22, No 2, Pp. 55 - 66, 2017 | Franco Durán, M; Mejía Aguilar, Guillermo. | B |
| 2016 | Compatibility analysis between Portland cement type I and micro/nano-SiO2 polycarboxylate-type superplasticizers in the presence of polycarboxylate-type superplasticizers. | Cogent Engineering. ISSN: 2331-1916. Inglaterra. 2016; 3(1): 1- 18. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Portela, Genock; Suárez Óscar Marcelo; Cáceres, Arsenio D. | B |
| 2016 | Ultrasonic pulse velocity for monitoring the susceptibility of concrete to sodium sulphate and wetting-drying cycles concrete to sodium sulphate and wetting-drying cycles. "ultrasonic pulse velocity for monitoring | Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales ISSN: 0255-6952, 2016 vol:36 fasc: 2 págs: 1 – 13. | Herrera Ortiz, Julián Orlando; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Zapata Orduz, Luis Eduardo; Quintero Ortiz, Luz Amparo. | B |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | the susceptibility of concrete to sodium". | | | |
| 2016 | Solución de problemas de optimización topológica empleando el algoritmo simulated annealing modificado. | Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería. ISSN: 0213-1315. España. 2016; 32(2):65-69. | Begambre Carrillo, Oscar Javier; Millán Páramo, Carlos Andrés. | B |
| 2015 | A new multiplex-PCR for urinary tract pathogen detection using primer design based on an evolutionary computation method. | Journal of Microbiology and Biotechnology. ISSN: 1017-7825. Corea del Sur. 2015; 25(10):1714-1727. | Begambre Carrillo, Oscar Javier; García, Liliana Torcoroma; Cristancho, Laura Maritza; Vera, Erika Patricia. | A2 |

Artículos en revistas no indexadas

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2020 | ABET Accreditation in Colombian Higher Education Institutions: Opportunities and Barriers. | Revista UIS Ingenierías ISSN: 2145-8456 Ed: Universidad Industrial de Santander, v.19 fasc.4 p.239 - 250, 2020, DOI: 10.18273/revuin.v19n4-2020020. | Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica; Huggins, Kevin; Bautista Rozo, Lola Xiomara. |
| 2019 | Mechanical Behaviour of Composite Material Based on Mortar/Natural Fibers (Fique 'Furcraea Andina') Meshes as External Reinforcement of Concrete Beams. | Materials Science Forum 972 (October 2019): 148–55. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.972.148 | Alvaro Puentes, José Soto, Germán Díaz-Ramírez, and Ricardo Cruz Hernández. |
| 2016 | Equations of elastic modulus of plain concrete derived from nondestructive tests: Impact Echo and ultrasonic pulse velocity. | Actas de Ingeniería. ISSN: 2463-0128. Colombia 2016; 41: 91 -100. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Carcía C, Juan; Garrido O, Gina. |

Contribuciones publicadas en anales/memorias de eventos internacionales

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2021 | Water-Structure Interaction Analysis of a Segmental Bridge Using Ambient Vibration Testing at Different Water Levels | EUROSTRUCT 2021: 1st Conference of the European Association on Quality Control of Bridges and Structures. Agosto 29- Septiembre 1 de 2021. | Hernández Sierra, Wilson; Viviescas Jaimes, Alvaro; Riveros Jerez, Carlos. |
| 2021 | Marco conceptual y metodológico para evaluar la competencia de resolver problemas en programas de ingeniería civil. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. Colombia. Septiembre 21-24 de 2021. | Salas Rondón, Miller Humberto; Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica. |
| 2021 | Comparison of seismic demands in bridges with hammerhead and | fib Symposium 2021 - Concrete Structures: New Trends for Eco-Efficiency and Performance. Portugal, 14-16 Junio de 2021. | Parra, Manuel; Pulido, Samantha; Prieto, David; Benjumea Royero, José |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| | multi-column bents for current and former colombian codes | | Miguel; Chio Cho, Gustavo. |
| 2021 | Parametric study to estimate seismic displacement demands of balanced cantilever bridges in service and construction conditions | fib Symposium 2021 - Concrete Structures: New Trends for Eco-Efficiency and Performance. Portugal, 14-16 Junio de 2021. | Bravo, Juan; Benjumea, José Miguel; Consuegra, Fabián. |
| 2021 | Modal identification of a box girder bridge constructed by successive cantilevers using ambient and forced vibration tests using optimally selected locations. | fib Symposium 2021 - Concrete Structures: New Trends for Eco-Efficiency and Performance. Portugal, 14-16 Junio de 2021. | Hernández Sierra, Wilson; Viviescas Jaimes, Alvaro; Riveros Jerez, Carlos. |
| 2021 | Comparison of seismic structural damage in a building based on non-linear analysis and simplified damage index | fib Symposium 2021 - Concrete Structures: New Trends for Eco-Efficiency and Performance. Portugal, 14-16 Junio de 2021. | Gallego, Andrés; Herrera, Juan; Cotes Prieto, David; Zapata, Luis. |
| 2020 | Hysteretical Behavior of Steel Slit Dampers Subject to Geometric Changes. | XLI Ibero-Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering (CILAMCE-2020), On-line. November 16-19, 2020. UNILA-Brasil. Paper on-line: 8233.pdf (cilamce.com.br) | Mendoza Cuy, Angie; Begambre Carrillo, Oscar; Villalba-Morales Jesús Daniel. |
| 2020 | Patrones de evolución de la inteligencia artificial en gerencia de la construcción. | IV Jornadas Chilenas de la Construcción, 2020. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central de Chile. Chile, 11 de noviembre de 2020. | Portilla Carreño, Oscar; Gutiérrez Prada, Jaime; Medina Martínez, Brayan; Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2020 | Caracterización numérica y experimental de edificaciones construidas mediante el sistema túnel. | Congreso Conferencia Internacional de Ingeniería InNGENIO 2020. Octubre 7-9 de 2020. | Orduz, Carlos Felipe; Valencia-Mina, William; Viviescas Jaimes, Álvaro; Osorio Bustamante, Édison. |
| 2020 | Estimación del módulo de rigidez del balso y el pvc usando un torsiómetro de bajo costo y correlación de imágenes digitales. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI (EIEI ACOFI 2020). Septiembre 15-18 de 2020. | Guerrero, Juan; Vargas, Jeisson; Parada, Raúl; Mosquera, Edwin; Villán, Valentina; Martínez, Jeisi; Benjumea, José; Cotes, David. |
| 2020 | Determining optimum doses of palm oil rejuvenators for recycled blends. | 2nd. International Conference on Advances in Materials and Pavement Performance Prediction (AM3P 2020). San Antonio, Texas, Estados Unidos. Mayo 27-29 de 2020. | Sánchez, Diana Bolena Caro Spinel, Silvia; Álvarez Lugo, Állex Eduardo. |
| 2020 | Empleo de Aceites Vegetales como Rejuvenecedores en Mezclas Asfálticas con Alto Contenido de Material Asfáltico Reciclado tipo RAP. | Road Materials and Pavement Design International Workshop 2020. Cartagena de Indias. Febrero 19-20 de 2020. | Álvarez Lugo, Állex Eduardo; Sánchez Melo, Diana Bolena; Caro Spinel, Silvia. |
| 2019 | Compatibility study between portland cement type I and polycarboxilate based superplasticizer in presence of fly ash. | X Congreso Internacional de Materiales, 2019 Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Octubre 23 – 25 de 2019 | Ruiz, Sergio; Cotes, David; Zapata, Luis Eduardo; Portilla, Jhon; León, Silvia; Vesga, Aschly |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2019 | Mechanical and microstructural behavior of conventional concrete with recycled concrete aggregate. | X Congreso Internacional de Materiales, 2019 Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Octubre 23 – 25 de 2019 | Ruiz, Sergio; Zapata, Luis. |
| 2019 | Rheological study of steel fiber reinforced selfcompacting concrete. | X Congreso Internacional de Materiales, 2019 Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Octubre 23 – 25 de 2019 | Cotes, David.; Cotes, Camilo.; Zapata, Luis Eduardo; Carrillo, Sara. |
| 2019 | Inteligencia computacional en el diseño óptimo de estructuras tipo armadura. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Niño-Alvarez, Luis Humberto; Guevara-Corzo, Jeffrey; Begambre-Carrillo, Oscar Javier |
| 2019 | Efecto del pandeo de muros estructurales y la interacción suelo-estructura sobre los coeficientes de sobre-resistencia y ductilidad de una edificación. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Bravo Rivera, Juan David; Cotes Prieto, David Sebastián; Luis Eduardo Zapata Orduz |
| 2019 | Comportamiento reológico y tixotrópico de concreto auto-compactante modificado con residuo de área de fundición y escoria de alto horno. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Abreño-Bernal, Aleisy; Montero-Parra, Diana; Ruíz-Martínez, Sergio; Zapata-Orduz, Luis Eduardo. |
| 2019 | Comportamiento a largo plazo de un puente viga cajón de concreto preforzado construido por voladizos sucesivos en Colombia. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Rincón Prada, Luis Franciso; Viviescas Jaimes, Alvaro; Chio Cho, Gustavo |
| 2019 | Deformaciones excesivas a largo plazo en puentes viga cajón construidos por voladizos sucesivos. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Rincón Prada, Luis Franciso; Viviescas Jaimes, Alvaro; Chio Cho, Gustavo |
| 2019 | Aprovechamiento de zonas clausuradas en rellenos sanitarios y/o proyectos mineros a cielo abierto para generación de energía renovable. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Mantilla, Alejandra; Celis, Hebenly; Corzo, Angélica; del Toro, Wilfredo |
| 2019 | Comparative Analysis for Monitoring Long-Term Behavior of Box Girder Bridges in Colombia. | International Association of Bridge and Structural Engineering, 2019 IABSE NY Congress. New York, Estados Unidos. Septiembre 4-6 de 2019. | Rincón Prada, Luis Franciso; Viviescas Jaimes, Alvaro |
| 2019 | Comportamiento a largo plazo de un puente viga cajón construido por voladizos sucesivos en Colombia a partir de deflexiones medidas en campo. | Conferencia Internacional de Ingeniería – INNGENIO 2019. Agosto 21-23 de 2019 | Rincón Prada, Luis Franciso; Viviescas Jaimes, Alvaro |
| 2019 | Optimization in the Compressive Strength of iron Slag Self-Compacting Concrete. | 21st International Conference on Concrete Structures and Unreinforced Concrete (ICCSUC 2019). Copenhague (Dinamarca), Junio 11 y 12 de 2019. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Ruiz, Sergio; Mantilla, María F; Villamizar, Jhon A. |
| 2019 | Influence of iron slag and nanosilica particles in self-compacting concrete mixtures. | V International Meeting for Researchers in Materials and Plasma. Cúcuta, 28 al 31 de mayo de 2019. | Ruiz, Sergio; Zapata, Luis; Mantilla, Maria; Villamizar, Jhon. |
| 2019 | Mechanical Behaviour of Composite Material Based on Mortar/Natural Fibers (Fique | 4th International Conference on Building Materials and Construction 2019 (ICBMC 2019). 25-28 de febrero de 2019. | Alvaro Puentes, José Soto, Germán Díaz-Ramírez, Ricardo Cruz Hernández |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| | "Furcraea andina") Meshes as External Reinforcement of Concrete Beams. | | |
| 2018 | Mechanical and Microscopic Analysis of a Structural Concrete Having High Contents of Recycled Aggregate | Advances in Functional Materials Conference 2018. Agosto 27-30 de 2018, Nanjing, China. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Camacho N., Silvia; Súarez M., Edwar; Sierra M., Oscar |
| 2018 | Wave Passage Effect on Seismic Response of an Extradosed Bridge with Main Span of 300 m 2018. | V Simposio Internacional sobre Diseño y Construcción de Puentes. Colombia. Noviembre 7-9 de 2018. | Ardila González, John Esteban; Chio Cho, Gustavo; Benjumea Royero, José Miguel. |
| 2018 | Assessment of a pretest analytical model of a two-span ABC bridge system tested under bi-axial ground motion. | V Simposio Internacional Sobre Diseño y Construcción de Puentes. Colombia. Bucaramanga 7-9 de noviembre de 2018. | Benjumea Royero, Jose Miguel. |
| 2018 | Optimization of the cross section at the middle of a post-tensioned concrete box-girder road bridge with metaheurictic algorithm of particle swarm with guaranteed convergence (Gcpso). | III Congreso Internacional de Matemáticas Aplicadas. Colombia. Septiembre 4-7 de 2018. | Rincón Prada, Luis Francisco; Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Shake Table Testing of a Large-Scale Two-Span ABC Bridge System. | American Concrete Institute Convention. Estados Unidos. Salt Lake City, Utah 25-29 de marzo del 2018. | Benjumea Royero, Jose Miguel. |
| 2018 | Bridge System Seismic Research for Accelerated Bridge Construction. | California Department of Transportation Seminar. Estados Unidos. Sacramento, California 1 de febrero de 2018. | Benjumea Royero, Jose Miguel. |
| 2018 | Acoustic properties of concrete modified with an asphalt/styrene butadiene emulsion; Correlation between cross sectional area and torsion degree of fique yarns by image analysis system; Numerical and experimental study of flexural behaviour in polymer composite materials reinforced with natural fique textiles. | 1st. international applied physics engineering and innovation, 6th National Conference on physical engineering 2018. | Díaz Ramírez, German Adolfo; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2018 | Criterios fundamentales en la implementación del diseño por capacidad de la NSR-10. 2018. | XIX Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura (CCIA 19) y IV Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Cuba. Noviembre 26-30 de 2018. | Rojas Sandino, Verónica; Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Concrete quantity minimization for a shallow foundation integrating particle swarm optimization and a soil structure-interaction analysis | XXXIX Ibero-Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering (CILAMCE-2018), November 11-14, 2018. Paris and Compiègne, France. | David Sebastián Cotes Prieto, César Andrés Méndez Poveda, William Giovanny Alfonso León , Oscar Javier Begambre Carrillo. |
| 2018 | Propuesta de modelamiento numérico de muros delgados de concreto para la zona de amenaza sísmica alta. | Conferencia Internacional de Ingeniería, InNGENIO 2018. | Arango, Erica; Valencia Mina, William; Viviescas Jaimes, Alvaro. |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2018 | Propuesta de Modelamiento Numérico de Muros Delgados de Concreto Reforzado Diseñados para Zona de Amenaza Sísmica Alta. | XXXVIII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. Lima, Perú. | Arango, Erica; Valencia Mina, William; Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Construcción de puentes en Colombia. Antecedentes, estado actual y perspectivas de futuro. | Seminario Latinoamericano de Puentes (2018). En: Santiago de Chile. Chile | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2017 | Seismic Design of Large-Scale ABC Bridge Systems for Shake Table Testing. | Structures Congress 2017. Estados Unidos. Denver, Colorado 5-8 de abril de 2017. | Benjumea Royero, Jose Miguel. |
| 2017 | Statistical analysis of the rheological performance of self-compacting concrete using iron slag as replacement of fine aggregate. | IX Congreso Internacional de Materiales; Materiales, energía y sostenibilidad. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. Del 14 - 16 de Noviembre, 2017. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Torres Chacón, Erick Alfonso; Figueroa Aldana, Yuliet Paola; Cotes prieto, David Sebastian; Peñaranda Ortiz, Jhon Jairo. |
| 2017 | Características térmicas y acústicas de morteros y concretos modificados con jugo de fique. | IX Congreso Internacional de Materiales; Materiales estructurales. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. Del 14 - 16 de Noviembre, 2017. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Herrera Ortiz, Orlando Julián; Begambre Carrillo, Oscar Javier. |
| 2017 | Influencia del proceso de hilatura y modificación superficial con nanopartículas sobre propiedades mecánicas y térmicas de hilos de fique. | IX Congreso Internacional de Materiales - CIM 2017. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Torres, Erick Alfonso; Zapata Orduz, Luis Eduardo. |
| 2017 | Nano-$SiO_2$ coating on natural knitted textiles used as reinforcement on polymer composites. | 5th. International Conference on Multifuntional, Hybrid and Nano Materials. Portugal. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Díaz Ramírez, German. |
| 2017 | Interaction between knowledge and academic skills based on performance in mathematics and physics of engineering students. | 7th. Research in Engineering Education Symposium (REES 2017), UNIANDES. Bogotá, Colombia. | Mejía Aguilar, Guillermo; Rivera F, Tulia E. |
| 2016 | Concrete box girder bridge dynamic behavior from ambient vibration tests. | XII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation, CINPAR 2016; Held at Porto, Portugal. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Vargas Laura. |
| 2016 | Assessing cost forecasting in construction projects through data envelopment analysis. | Congreso de Investigación de Construcción. San Juan -Puerto Rico. | Mejía Aguilar, Guillermo; Franco Durán, Diana Marcela. |
| 2016 | Ecuaciones de módulo de elasticidad en concreto sin refuerzo deducidas desde ensayos no destructivos: impact echo y velocidad de pulso ultrasónico | Conferencia Internacional de Ingeniería, InNGENIO 2016. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; García Chicue, Juan Camilo; Garrido Ortiz, Gina Marcela. |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2016 | Tensile behavior by weibull analysis in binary, ternary, and quaternary concretes designed with micro and nano-silica additions. | 8th. International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS 2016.Brasil. | Zapata Orduz; Luis Eduardo; Portela, G; Suárez, Oscar Marcelo. |
| 2016 | Desempeño mecánico y en estado fresco en mezclas de concreto estructural con agregado de concreto reciclado | 6th. Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials Lat-Rilem Conference. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; García Vera, German; Plazas Rojas, Juan Carlos; Hernández Romero, Jhon Alexander. |
| 2016 | Comparación de la respuesta de un puente extradosado con luz central de 200 m bajo excitación sísmica asíncrona y excitación sísmica uniforme. 2016. | III Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Cuba. Noviembre 21-25 de 2016 | Ardila González, John Esteban; Chio Cho, Gustavo; Benjumea Royero, José Miguel. |
| 2016 | Design of an ABC 2-Span RC Bridge System for Shake Table Studies. | 1st. US-Chile Workshop on Bridge Earthquake Engineering. Estados Unidos. Reno, Nevada 30-31 de agosto de 2016. | Benjumea Royero, Jose Miguel. |
| 2016 | Trabajos de aula como método de aprendizaje alternativo desde las semillas hasta los profesionales en ingeniería. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. ACOFI 2016. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Cálculo fraccionario en el modelamiento de asfaltos. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. ACOFI 2016 | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Aprendizaje más allá de las aulas de clase: estrategia pedagógica en ingeniería civil. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. ACOFI 2016 | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Experiencia de evaluación del student outcome F para la acreditación ABET en tres programas de ingeniería. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. ACOFI 2016 | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2015 | Construcción acelerada de puentes en concreto fundidos in-situ. | X Cátedra Nacional de Ingeniería Emilio Rosenblueth. México. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2015 | Assessment of forecasting: a comparison of timeliness indexes for construction projects. | 35th. International Symposium on Forecasting. Riverside, California. | Franco Durán, Diana Marcela; Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2015 | Influencia de las fibras naturales sobre las propiedades mecánicas del concreto. | VIII CIM, Congreso Internacional de Materiales. Colombia. | Herrera Ortiz, Julián Orlando; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Zapata Orduz; Luis Eduardo. |

Artículos en revistas nacionales

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2021 | Desempeño sísmico y cantidades de obra de edificaciones aporticadas de concreto reforzado diseñadas para diferentes capacidades de disipación de energía. | Revista EIA. ISSN: 1794-1237, 2021 vol:18 fasc: 35, págs: 1-16. DOI:10.24050/reia.v18i35.1454 | Chaparro Tarazona, Andrea Carolina; Suárez Reyes, Alejandro Enrique; Benjumea Royero, Jose Miguel; Villalba | B |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | | | Morales, Jesus Daniel. | |
| 2021 | Caracterización dinámica de puentes de grandes luces de sección viga cajón construidos por voladizos sucesivos | Scientia et Technica, vol. 26, no. 3, pp. 354-359. | Hernández, Wilson Alexander; Viviescas, Álvaro; Riveros-Jerez, Carlos Alberto | B |
| 2021 | Identificación modal de puentes segmentales mediante simulaciones numéricas de pruebas de vibración forzada con vehículos | Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 9, no.2, pp. 59-78 | Riveros-Jerez, Carlos Alberto; Viviescas, Álvaro; Hernández, Wilson | B |
| 2020 | Automatic design of large-scale trusses: a comparison between derivative-free algorithms. | Ingeniería y Ciencia, ISSN:1794-9165. ISSN-e: 2256-4314, vol. 16, no. 32, pp. 83–108, julio-diciembre. 2020 | Niño-Alvarez, Luis; Guevara-Corzo, Jeffrey; Begambre-Carrillo, Oscar. | B |
| 2020 | Optimal sensor placement of a box girder bridge using mode shapes obtained from numerical analysis and field testing. | Revista EIA, ISSN 1794-1246 / e-ISSN 2463-0950. Año XVII/ Volumen 17/ Edición N.34, Julio-diciembre de 2020.pág 1-12. | Riveros-Jerez, Carlos Alberto; Viviescas, Alvaro; Chio Cho, Gustavo; Begambre, Oscar; Hernández, Wilson | B |
| 2020 | Efecto del contenido de solventes en la respuesta mecánica y la compactabilidad de mezclas asfálticas elaboradas con crudo pesado de pavimentación de castilla. | Ingeniería y Ciencia (ISSN 1794-9165; e-ISSN 2256-4314). Vol. 16, No. 32, 2020, pp. 55-82. | Álvarez Lugo, Állex Eduardo; Ovalles Gómez, Evelyn; Reyes Ortiz, Oscar Javier. | B |
| 2020 | Seismic performance analysis and assessment of a precast bridge computational model. | Revista Dyna. ISSN: 2346-2183. Colombia. 2020; 87(212): 80 – 89. | Benjumea Royero, José Miguel; Saiidi, Mehdi; Itani, Ahmad | B |
| 2019 | Factor de amplificación dinámico ante la caída del carro de avance durante la construcción de un puente de viga cajón por el método de voladizos sucesivos. | Revista UIS Ingenierías. ISSN: 2145-8456. Colombia. 2019; 18(3):193 - 202. | Martínez, Leal, Sergio; Osorio, Osorio, Daniela; Buelvas, Moya, Homer, Armando; Benjumea, Royero, Jose, Miguel. | C |
| 2018 | Identificación modal de un puente viga cajón usando mediciones óptimamente seleccionadas de ensayos de excitación ambiental. | UIS Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2018 vol:18 fasc: págs: 31 - 40, **DOI:**10.18273/2019003. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Vargas Carvajal, Laura Andrea; Riveros-Jerez, Carlos Alberto | C |
| 2018 | Análisis de modelos de deslizamiento en bloque para | Boletín de Geología ISSN: 0120-0283, 2018 vol:40 fasc: N/A págs: 113 - | Roman, Daniel; Chio Cho, Gustavo | C |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| | predecir el comportamiento dinámico del fenómeno de remoción en masa: Modelo Uniparamétrico y Modelo Biparamétrico. | 124, **DOI:**10.18273/revbol.v40n2-2018007. | | |
| 2018 | Línea base para el monitoreo de salud estructural del puente Gómez Ortiz a partir de pruebas de vibración ambiental. | Inge CUC, ISSN: 0122-6517, ed: Editorial Mejoras, v.14 fasc.1 p.52 - 65 ,2018. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Carrillo, Julián; Vargas Carvajal, Laura Andrea. | B |
| 2017 | Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado. | Tecnura. ISSN: 0123-921X. Colombia. 2016;.20(50):15 – 28. | Benjumea Royero, José Miguel; Sotelo, Fredy; Celis Melo, Camilo Eduardo; Chio Cho, Gustavo. | A2 |
| 2017 | Determinación de la capacidad resistente de puentes viga-losa en concreto postensado mediante pruebas de vibración ambiental: Caso de estudio Puente El Ramo. | Colombia, Inge CUC ISSN: 0122-6517, 2017 vol:13 fasc: n/a págs: 32 – 41. | Viviescas, Alvaro; Carrillo León, Julián; Vargas Carvajal, Laura Andrea. | C |
| 2016 | Evaluación de la rigidez a flexión de puentes de viga-losa en concreto presforzado a partir de pruebas de carga. Caso de estudio: puente La Parroquia, vía La Renta - San Vicente de Chucurí. | Colombia, UIS Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2016 vol:15 fasc: n/a págs: 145 – 159. | Agredo Chávez, Angélica María; Sarmiento Nova, Silvia Juliana; Viviescas Jaimes, Álvaro. | B |
| 2016 | Influencia de los dominios conceptuales en las competencias académicas: Área de física para ingeniería. | Revista Educación en Ingeniería. ISSN: 1900-8260. Colombia. 2016; 11(21):32-38. | Mejía Aguilar, Guillermo; Franco, Durán; Diana Marcela. | B |
| 2015 | Durabilidad y acústica del concreto con escoria de cubilote como reemplazo del agregado fino. | Tecnura. ISSN: 0123-921X. Colombia. 2015; 19(43):37-51. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Pérez Bustos, Ludwing; Pico Cortés, Carlos Mauricio. | A2 |
| 2015 | Evaluación de técnicas no destructivas en elementos de concreto para puentes. | Revista Facultad de Ingeniería. ISSN: 0121-1129. Colombia. 2015; 24(40):81-94. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Quintero Ortiz, Luz Amparo; Galán Pinilla, Carlos Andrés; Espinosa García, Elkin Javier. | A2 |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2015 | Physical and mechanical characterization of concrete exposed to elevated temperatures by using ultrasonic pulse velocity. | Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. ISSN: 0120-6230. Colombia. 2015; 75(s/v):118-129. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Zapata Orduz, Luis Eduardo; Quintero Ortiz, Luz Amparo; Herrera Ortiz, Julián Orlando. | A1 |

Contribuciones publicadas en anales/memorias de eventos nacionales

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2019 | Construcción Acelerada de Puentes como Solución a Proyectos en Zonas de Alta Sismicidad en Colombia. | Jornadas XVIII Geotécnicas y XXI Estructurales. Colombia. Noviembre 7-9 de 2019. | Benjumea Royero, José Miguel. |
| 2018 | Rehabilitación Sísmica de Estructuras Aporticadas de Concreto Reforzado: Una Estrategia Para la Localización Óptima de Amortiguadores Viscosos. | XI Congreso Colombiano de Métodos Numéricos. | Marín, John; Galvis, Julián; Villalba, Jesús; Begambre Carrillo, Oscar. |
| 2018 | Propuesta de modelamiento numérico de muros delgados de concreto para la zona de amenaza sísmica alta. | Conferencia Internacional de Ingeniería, InNGENIO. | Arango, Erica; Valencia Mina, William; Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Maximum lateral force and displacement prediction of rectangular RC walls with great aspect ratios using an ANN model. | III Congreso de matemáticas Aplicadas, Universidad el Bosque -septiembre 04 al 07 de 2018. Bogotá. | Carlos F. Orduz, Óscar J. Begambre, Duván E. Vaca. |
| 2017 | Caracterización dinámica de puentes viga cajon en concreto de grandes luces a partir de pruebas de vibración ambiental. | VIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Vargas Laura. |
| 2017 | Caracterización dinámica en fase de construcción de puentes de grandes luces. Caso de estudio: Viaducto La Union. 2017. | VIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Hernández, Wilson; Luna, Francisco. |
| 2017 | Statistical analysis of the rheological performance of self-compacting concrete using iron slag as replacement of fine aggregate. | IX Congreso Internacional de Materiales; Materiales, Energía y Sostenibilidad. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Torres Chacón, Erick Alfonso; Figueroa Aldana, Yuliet Paola; Cotes prieto, David Sebastian; Peñaranda Ortiz, Jhon Jairo. |
| 2017 | Influencia del proceso de hilatura y modificación superficial con nanopartículas sobre propiedades mecánicas y térmicas de hilos de fique. | IX Congreso Internacional de Materiales - CIM 2017. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Torres, Erick Alfonso; Zapata Orduz, Luis Eduardo. |
| 2017 | Características térmicas y acústicas de morteros y concretos modificados con jugo de fique. | IX Congreso Internacional de Materiales; Materiales Estructurales. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Herrera Ortiz, Orlando Julián; Begambre Carrillo, Oscar Javier. |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2017 | Performance in mathematics and physics of engineering students. | 7th. Research in Engineering Education Symposium (REES 2017), uniandes. Bogotá, Colombia. | Mejía Aguilar, Guillermo; Rivera F, Tulia E. |
| 2016 | Control del concreto de ultra alto desempeño. | XVI Reunión del Concreto. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Reparación y mantenimiento de estructuras de hormigón armado con agentes inhibidores de corrosión de aplicación superficial. | XVI Reunión del Concreto. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Retos en la construcción del puente atirantado mas largo del mundo: Russky Island Bridge. | XVI Reunión del Concreto. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Concreto permeable. Un aporte a la sostenibilidad. | XVI Reunión del Concreto. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Infraestructura a toda marcha. | XVI Reunión del Concreto. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Trabajos de aula como método de aprendizaje alternativo desde las semillas hasta los profesionales en ingeniería. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Cálculo fraccionario en el modelamiento de asfaltos. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Aprendizaje más allá de las aulas de clase: estrategia pedagógica en ingeniería civil. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Experiencia de evaluación del student outcome F para la acreditación ABET en tres programas de ingeniería. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2016 | Ecuaciones de módulo de elasticidad en concreto sin refuerzo deducidas desde ensayos no destructivos: impact echo y velocidad de pulso ultrasónico. | Ingenio 2016, Conferencia Internacional de Ingeniería. Colombia. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; García Chicue, Juan Camilo; Garrido Ortiz, Gina Marcela. |
| 2016 | Desempeño mecánico y en estado fresco en mezclas de concreto estructural con agregado de concreto reciclado. | 6th. Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials Lat-Rilem Conference. Colombia. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; García Vera, German; Plazas Rojas, Juan Carlos; Hernández Romero, Jhon Alexander. |
| 2015 | Influencia de las fibras naturales sobre las propiedades mecánicas del concreto. | Congreso Internacional de Materiales CIM 2015. Colombia. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo |
| 2015 | Concretos micros y nano-adicionados de alta resistencia y alto módulo de weibull con aplicación potencial en infraestructura vial | Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos. Colombia. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo |
| 2015 | Caracterización dinámica de puentes viga-losa en concreto postensado mediante pruebas de vibración ambiental (AVT). Caso estudio: puente el ramo vía la renta- San Vicente Chucurí. | VII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica. Colombia. | Viviescas Jaimes, Álvaro. Herrera, Leonardo; Arenas, Sebastián. |

Capítulos de libros

| Año | Título del capítulo | Título del libro y número ISBN | Casa editorial y ciudad | Autor (es) |
|---|---|---|---|---|
| 2017 | Análisis estadístico bajo criterios de compresión uniaxial de mezclas de concreto con reemplazos de cemento Portland por escoria de alto horno y nanopartículas de sílice. | Desarrollo e innovación en Ingeniería. Segunda edición. ISBN: 978-958-59127-5-5 | Editorial: Instituto Antioqueño de Investigación (IAI). Medellín, Colombia. | Zapata Orduz, Luis Eduardo; Mora, Sergio; Morano, Cristian. |

**FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS:** (últimos 7 años)

Dirección de Tesis de Doctorado (Terminadas)

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2021 | Sánchez Rivera, Omar Giovanny. Metodología de diseño de proyectos de infraestructura vial, basada en la integración de BIM, IPD y Lean Construction. Universidad Industrial de Santander, Doctorado en Ingeniería. | Mejía Aguilar, Guillermo Porras Díaz, Hernán; Camacho Pico, Jaime Alberto |
| 2020 | Herrera Ortiz, Julián Orlando. Desarrollo de un concreto convencional con adición de productos de fique para el empleo de estructuras en ambiente agresivo. Doctorado en Ingeniería de Materiales, 2020. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Zapata Orduz, Luis Eduardo. |

Dirección de trabajos de grado maestrías (terminados)

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2021 | Ovalles Gómez, Evelyn. Evaluación de la viabilidad del uso de crudos pesados de pavimentación (CPPs) en la pavimentación de vías de bajo volumen de tránsito. Universidad del Magdalena, Maestría en Ingeniería. | Álvarez Lugo, Állex Eduardo; Martínez Cano, Carlos Arturo. |
| 2020 | Mejía Aguilar, María Victoria. Análisis de la gestión vial de la secretaría de infraestructura y valorización del departamento del Valle del Cauca: 2016-2019. Universidad del Valle, Maestría en Políticas Públicas. | Mejía Aguilar, Guillermo |
| 2020 | Uribe Hernández, Sandra Liliana. Efecto de la capacidad de disipación de energía seleccionada en el desempeño sísmico por desplazamiento de edificaciones con sistema muros de carga en zonas de sismicidad intermedia. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Estructural. | Benjumea Royero, José Miguel; Sotelo Monroy, Fredy Saúl. |
| 2020 | Cotes Prieto, David Sebastián. Técnica heurística para determinar la resistencia a flexión en vigas de concreto auto compactante reforzado con fibras de acero. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil | Zapata Orduz, Luis Eduardo. |
| 2020 | Ruiz Martínez, Sergio. Influencia de residuo de arena de fundición, escoria de alto horno y nano partículas de sílice en el comportamiento físico-mecánico y de durabilidad de concretos auto-compactantes. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Zapata Orduz, Luis Eduardo. |
| 2020 | Luna Guevara, Francisco. Simulación del Flujo de Materiales Granulares secos por medio del Método de los Elementos Discretos. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Merchán Jaimes, Vladimir Ernesto; Mendoza Rizo, Jorge. |
| 2020 | Rincón Prada Luis Francisco. Estimación de patologías asociadas a efectos reológicos a largo plazo en puentes viga-cajón en Colombia. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2020 | Bohórquez Castellanos Jherson Jhadir. Efectividad en el control técnico y administrativo de proyectos públicos de construcción, aplicando tecnologías emergentes de información y comunicación. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Mejía Aguilar, Guillermo; Sánchez Rivera, Omar Giovanny. |

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2020 | Niño Álvarez, Luis Humberto. Optimización Topológica de estructuras de celosía. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Begambre Carrillo, Oscar Javier; Moreno De Luca, Leonardo. |
| 2019 | Sandoval Mantilla, Andrés Felipe. Análisis de los efectos diferidos en puentes en concreto con sección viga cajón. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2019 | Arango Patiño, Erika Llovana. Modelado numérico de muros delgados de concreto reforzado en zonas de amenaza sísmica alta: caso Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Viviescas Jaimes, Alvaro; Valencia Mina, William. |
| 2019 | Román Quintero, Daniel Camilo. Modelado del flujo del fenómeno de remoción de masas mediante un modelo analítico bidimensional. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Chio Cho, Gustavo; Mendoza Rizo, Jorge Alejandro. |
| 2019 | Moreno Yáñez, Nicolás. Diseño estructural y análisis no lineal estático de una unidad residencial de vivienda de 12 pisos con sistema estructural en muros estructurales de concreto con capacidad especial de disipación de energía (des). Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Osorio Bustamante, Edinson. |
| 2019 | Díaz Torres, Wilmer Andrés. Diseño elástico y desempeño sísmico de una edificación de muros de concreto reforzado de 11 pisos en una zona de amenaza sísmica alta. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Gaviria Mendoza, Carlos Andrés. |
| 2019 | Mantilla García, Robinson. Distribución de probabilidad de la ductilidad de un muro de concreto reforzado basado en análisis numérico. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Ospina Idárraga, Gustavo Andrés; Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2019 | Rojano Vergara, Elías Humberto. Diseño estructural de un edificio de 36 pisos en zona de amenaza sísmica alta y verificación del comportamiento mediante análisis no lineales. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2019 | Santos Durán, César Mauricio. Evaluación no lineal de un edificio con muros estructurales de concreto reforzado y vigas de acople de sistema de disipación de energía especial. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Osorio Bustamante, Edison. |
| 2018 | Arismendi Weber, Rafael Cristóbal. Reforzamiento estructural con muros estructurales de edificios de grupo de uso ii, iii y iv construidos en tapia pisada. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Ariza Medina, Jeffer Mauricio. Diseño estructural de alternativa viga cajón unicelular en concreto preesforzado con puntales laterales y pila única para el viaducto La Unión, Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Agredo Acevedo, Hernán. Estudio de vulnerabilidad sísmica del edificio Alvaro Beltrán Pinzón-sede UIS. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Valencia Mina, William. |
| 2018 | Tobo Ramos, José David. Diseño estructural de un edificio en aluminio de cinco pisos en Cartagena de forma regular con suelo tipo c, basado en el capítulo f.5 del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Peralta Hernández, Miguel Antonio. |
| 2018 | Bueno Lara, Stephanie Andrea. Patología y rehabilitación estructural de la superestructura de un puente en concreto reforzado ubicado en el municipio La Calera-Cundinamarca. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Díaz Másmela, Oscar Alberto. |
| 2018 | Guevara Corzo, Jeffrey José. Aplicación de un algoritmo heurístico para optimización del peso de una torre de energía de alta tensión. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Begambre Carrillo, Oscar Javier. |

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2018 | Rojas Sandino, Verónica. Determinación de aspectos relevantes y recomendaciones al diseño por capacidad sugerido en la NSR-10 para el comportamiento estructural predecible de edificios de concreto reforzado. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2018 | Vanegas Herrera, Sergio Andrés. Influencia en el comportamiento estructural debida a la variabilidad de las propiedades del hormigón, en pórticos de concreto reforzado mediante confiabilidad estructura. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Chio Cho, Gustavo. |
| 2018 | López Morantes, Elkin Mauricio. Evaluación de la confiabilidad de una estructura con pórticos de acero considerando la variabilidad en las propiedades del material. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Chio Cho, Gustavo. |
| 2017 | Delgado Rojas, Carlos Andrés. Propuesta metodológica para el diseño de conexiones metálicas precalificadas en Colombia. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2017 | Chaparro Tarazona, Andrea Carolina. Influencia de la capacidad de disipación de energía seleccionada en el comportamiento sísmico y costo de edificios aporticados de concreto reforzado localizados en zonas de amenaza sísmica baja e intermedia en Colombia. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Villalba Morales, Jesús Daniel; Benjumea Royero, José Miguel. |
| 2017 | Ardila González, John Esteban. Comportamiento de puentes extradosados bajo excitación sísmica asíncrona. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Chio Cho, Gustavo. |
| 2017 | Paipa Sanabria, Jeisson Armando. Comparación en sistema de rigidización para edificios de concreto reforzado ubicados en zona de amenaza sísmica intermedia. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Chio Cho, Gustavo. |
| 2017 | Pardo Castillo, Jair Román. Comportamiento estructural de una edificación de vivienda en muros de mampostería confinada, en arcilla debido a una irregularidad en altura y sometida a una acción sísmica. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Chio Cho, Gustavo. |
| 2017 | Rivero Londoño, Leixer. Análisis y diseño de losas de cimentación con interacción suelo – estructura. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. |
| 2017 | Forero Carrillo, Rubén Darío. Análisis de fisuras en una viga a partir de las curvaturas de la deflexión y la forma modal. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Begambre, Oscar. |
| 2017 | Gómez Suárez, Tomás Enrique. Comprobación in situ de frecuencias de vibración en entrepisos de concreto postensado. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Viviescas Jaimes, Álvaro. |
| 2016 | Suárez Rodríguez, Mario Alejandro. Analisis del comportamiento estructural de un puente viga cajon sometido a acciones sismicas durante su construccion por voladizos sucesivos. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Benjumea Royero, José Miguel. |
| 2016 | Vargas Carvajal, Laura Andrea. Propuesta de plan de monitoreo del comportamiento dinámico para la salud estructural del nuevo puente Gómez Ortiz en la vía Girón - Zapatoca. Universidad Industrial de Santander. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Viviescas Jaimes, Alvaro. |
| 2015 | López Morantes, Elkin Mauricio. Determinación de la incidencia de irregularidades en la configuración estructural en la respuesta resistente de las edificaciones de mampostería confinada. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Chio Cho, Gustavo. |
| 2015 | Tapias Cáceres, Arnold Hernán. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un puente mixto (celosía metálica y tablero en concreto) a partir de pruebas de | Viviescas, Álvaro. |

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| | vibración ambiental. Caso de estudio: antiguo puente Gómez Ortiz, vía Bucaramanga - Zapatoca. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | |
| 2015 | Mantilla Hernández, Hernán Darío. Análisis del Efecto del Angulo de Ataque de Perforación en la Estabilidad Geomecanico de Formaciones Naturalmente Fracturadas Utilizando Un Modelo de Elementos Finitos. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Geotecnia | Benjumea Royero, José Miguel; Arias, Henry (codirector) |
| 2015 | Buelvas Moya, Homer Armando. Análisis Paramétrico de la Respuesta Estructural de un Puente Extradosado Frente a la Rotura Accidental de un Cable. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Benjumea Royero, José Miguel |
| 2015 | Suárez Rodríguez, Mario Alejandro. Análisis del comportamiento estructural de un puente viga cajón sometido a acciones sísmicas durante su construcción por voladizos sucesivos. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Estructural. | Benjumea Royero, José Miguel |

Investigaciones terminadas

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Entropía como índice de gestión para los proyectos de construcción. | Universidad Industrial de Santander | Libre, Sin Financiación | Escuela de Ingeniería Civil | Mejía Aguilar, Guillermo. | -Proponer un índice de desempeño de gestión calculado a partir de la información que se genera dentro del proceso constructivo, que permita la toma decisiones en el sistema de control.<br>-Evaluar un índice de gestión basado en la entropía de la información para proyectos de construcción.<br>-Definir los parámetros del índice basado en la entropía.<br>-Comparar el nuevo índice de entropía con índices de gestión tradicionales. |
| Análisis del desempeño sísmico y de las cantidades de obra de una edificación con sistema de muros de carga al modificar los requisitos mínimos de capacidad de disipación de energía. | Universidad Industrial de Santander | $ 112.102.242 | Escuela de Ingeniería Civil | Benjumea Royero, Jose Miguel (2 profesores planta, 2 estudiantes). | -Analizar la influencia del cambio en los requisitos mínimos de capacidad de disipación de energía para un nivel de amenaza sísmica dado, en el desempeño y cantidades de obra de una edificación con sistema estructural de muros de carga.<br>-Determinar la capacidad de disipación de energía real de una edificación con sistema de muros de carga al adoptar un requisito mayor al requisito mínimo de capacidad de disipación de energía para un |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | nivel de amenaza sísmica constante.<br>-Determinar la influencia del cambio en la capacidad de disipación de energía esperada en las principales cantidades de obra de una edificación con sistema de muros de carga. |
| Uso de la escoria de procesos metalúrgicos como agregado del concreto para la fabricación de elementos de construcción no estructurales - fase I | Universidad Industrial de Santander - LAVCO | $ 76.160.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo (1 profesor planta, 1 est.) | Se evaluó el comportamiento del concreto con escoria de horno de cubilote (EHC), se determinaron las características de absorción del sonido del material a través del coeficiente de absorción acústica (α) y el índice de reducción de ruido (NRC). |
| Optimización topológica de elementos estructurales empleando elementos finitos generalizados en formulación variacional (MFVM) y técnicas de optimización estocástica. | Universidad Industrial de Santander | Libre, Sin Financiación | Escuela de Ingeniería Civil | Begambre Carrillo, Oscar Javier; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo.(2 profesores planta, 1 est.) | -Desarrollar un algoritmo estable y eficiente para la resolución de problemas de Optimización Topológica Global de Elementos Estructurales Continuos Bidimensionales, en el marco de la elasticidad lineal, empleando el MEFG-FVM y Técnicas Estocásticas de Optimización.<br>-Formular el problema de optimización topológica de elementos estructurales continuos bidimensionales empleando el MEFG-FVM. Para ello será necesario realizar un estudio de la función objetivo a utilizar y analizar la forma más adecuada de imponer las restricciones del problema.<br>-Elaborar un procedimiento para la resolución de problemas de optimización topológica empleando los métodos de optimización estocástica Simulated Annealing Modificado, Algoritmos Genéticos y Particle Swarm Optimization, como optimizadores globales y, al mismo tiempo, permitir |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | que el proceso de optimización pueda iniciarse a partir de cualquier configuración estructural (estable), y no sólo, desde una configuración altamente conectada.<br>-Evaluar y comparar el desempeño de los procedimientos de optimización topológica desarrollados. Esta evaluación se realizará empleando los problemas de optimización topológica de una viga corta en voladizo y de la viga de Messerschmitt-Bolkow-Blohm planteados en la referencia. |
| Propuesta de un concreto convencional modificado con aditivo natural (jugo de fique) resistente a ambiente agresivo. | Universidad Industrial de Santander | $ 35.000.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Begambre Carrillo, Oscar Javier; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo. (2 profesores planta) | -Desarrollar un concreto convencional modificado con aditivo natural (jugo de fique) para su aplicación en ambiente agresivo.<br>-Determinar las características y propiedades del jugo de fique, proveniente del proceso de producción que se lleva a cabo en Santander.<br>-Establecer la mezcla de concreto más adecuada que permita ser manejada con el jugo de fique atendiendo a sus características físicas.<br>-Evaluar el efecto del empleo de jugo de fique sobre las propiedades físicas, químicas (fases cristalinas), mecánicas y de durabilidad del concreto en estudio, atendiendo a su capacidad como aditivo inclusor de aire cuando es sometido a un ambiente agresivo. |
| Uso de tejidos ingenierizados de fibras naturales modificadas para elaboración de materiales compuestos con matrices poliméricas | Universidad Industrial de Santander | $ 180.000.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Cruz Hernández, Ricardo Alfredo; Díaz Ramírez, | -Determinar la mojabilidad, degradación térmica y resistencia a la tracción de las fibras de fique crudas y modificadas con nanopartículas de TiO2. |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| termoestables para aplicaciones estructurales. | | | | German Adolfo. | -Seleccionar una configuración de hilo, basada en la relación de la resistencia a la tracción con la concentración de fibras y el proceso de hilatura, en fibras de fique crudas y modificadas"<br>-Evaluar la adhesión interfacial entre las fibras de fique y la matriz polimérica, a partir de la respuesta a solicitaciones térmicas y mecánicas.<br>-Determinar la arquitectura de textil, elaborado a partir de fibras crudas y modificadas, más adecuada bajo criterios de desempeño en las propiedades mecánicas.<br>-Valorar la influencia del reforzamiento con textiles modificados del compuesto polimérico obtenido, en los parámetros de desempeño térmico y mecánico. |
| Comportamiento físico mecánico y de durabilidad de concretos ternarios de alto contenido en escoria en presencia de nano partículas de sílice. | Universidad Industrial de Santander | $ 25.000.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Zapata, Luis Eduardo; Cruz Hernández, Ricardo. | -Evaluar el desempeño físico-mecánico y de durabilidad apoyándose en herramientas estadísticas avanzadas, para estudiar la viabilidad como material estructural de sistemas cementicios ternarios de cemento portland reemplazado por altos contenidos de escoria de nano-sílice.<br>-Estimar estadísticamente, empleando metodologías de superficie de respuesta las proporciones óptimas de mezcla en concretos ternarios (cemento portland, escoria y nano-sílice) que maximicen la resistencia mecánica medida por: (a) compresión uniaxial (ASTM C39) y (b) tensión indirecta (ASTM C496) y la durabilidad medida por: (a) absorción de agua (ASTM C1585) y (b) resistencia a la penetración del ion cloruro (ASTM C1202).<br>-Determinar el contenido de |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | aire atrapado (ASTM C173), asentamiento en cono (ASTM C143), flujo en tabla estándar (ASTM C1437), consistencia normal (ASTM C187), tiempos de fraguado (ASTM C191) y densidad del concreto (ASTM C138) para caracterizar el estado fresco de las mezclas cementicias ternarias previamente optimizadas.<br>-Caracterizar la micro-estructura de concretos ternarios, a través de microscopía de barrido electrónico (SEM) y difracción de rayos X para apoyar las explicaciones 6 teóricas entre los diseños de mezcla óptimos en resistencia mecánica y diseños óptimos en durabilidad.<br>-Analizar el comportamiento estocástico de concretos ternarios por medio de los parámetros de Weibull ajustados desde fallas en tracción indirecta (ASTM C496) por medio de programación en software especializado y correlacionar los resultados con los comportamientos mecánicos, micro-estructurales y de durabilidad. |
| Análisis experimental del movimiento del fenómeno de remoción de masas en materiales granulares. | Universidad Industrial de Santander | $ 26.250.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Chio Cho, Gustavo; Viviescas Jaimes, Alvaro. | -Elaborar una herramienta computacional del modelo de deslizamiento en bloque que permita el ingreso de datos y retorne el valor de las variables buscadas (alcance, velocidad, aceleración) durante la trayectoria.<br>-Desarrollar un montaje experimental que incluya materiales granulares con capacidad de fricción que permita medir la velocidad de flujo del material a través de una trayectoria definida y que a su vez permita la medición |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | directa de las variables fenomenológicas involucradas en el movimiento, como velocidad, alcance y parámetro de turbulencia.<br>-Comparar los resultados del modelo experimental con los resultados del modelo matemático de deslizamiento en bloque mediante el análisis de las variables velocidad y alcance de recorrido. |
| Estudio del comportamiento sísmico de edificaciones tipo túnel en zonas de alta amenaza. (Fase I). | Universidad del Quindío - Universidad Antonio Nariño - Universidad Pontificia Bolivariana - Universidad Industrial de Santander | $ 394.161.423 | Escuela de Ingeniería Civil | Viviescas Jaimes, Alvaro; Cruz, Ricardo Alfredo; Chio Cho, Gustavo; Begambre, Oscar Javier. | -Identificar los principales mecanismos de daño en sistemas estructurales de muros delgados pertenecientes a edificios altos ante acciones sísmicas. |

Investigaciones en ejecución

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Estudio de deformaciones a largo plazo de puentes viga-cajón construidos por voladizos sucesivos en Colombia. | Universidad Industrial de Santander | $ 313.371.901 | Escuela de Ingeniería Civil | Vivescas Jaimes, Alvaro; Chio Cho, Gustavo. | -Búsqueda y recopilación de literatura científica internacional relacionada con las patologías asociadas a deformaciones a largo plazo por efectos diferidos de los puentes viga-cajón construidos por el método de los voladizos sucesivos.<br>-Análisis de los parámetros de diseños tanto de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP14 y CCP95) como de la norma AASHTO (U.S.) y el Eurocódigo (Unión Europea).<br>-Clasificación e identificación de las patologías.<br>-Identificación y generación de bases de datos local (Santander). |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | -Selección y obtención de información de puentes para caso de estudio.<br>-Modelamiento del caso de estudio por medio de elementos finitos (MIDAS).<br>-Visita de inspección a la muestra de puentes seleccionada. Puentes con antigüedad mayor a 10 años en el país.<br>-Análisis de resultados.<br>-Elaboración de productos de la investigación (artículos, informes, etc.) |
| Respuesta de puentes viga cajón durante construcción por voladizos sucesivos bajo la acción combinada de movimientos sísmicos horizontales y verticales. | Universidad Industrial de Santander | $ 161.256.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Benjumea Royero, José Miguel;<br>Chio Cho, Gustavo. | -Revisión y análisis de la información existente en las temáticas: 1. Características y tendencias actuales en la construcción de puentes viga cajón construidos por voladizos sucesivos (PVCVS) en Colombia y 2. Eventos sísmicos importantes en Colombia y en el mundo, con énfasis en determinar las características de la componente vertical sísmica y su relación con la componente horizontal.<br>-Análisis de las características de la componente vertical de los sismos moderados y fuertes en Colombia.<br>-Desarrollo de un código libre (Matlab) para el tratamiento y análisis de registros sísmicos.<br>-Definición de características geométricas y estructurales de un puente prototipo de estudio representativo en el ámbito colombiano.<br>-Desarrollo de un modelo computacional del puente prototipo seleccionado y ejecución de análisis dinámicos lineales (con y sin |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | la componente vertical sísmica).<br>-Análisis de resultados.<br>-Preparación de artículo de investigación |
| Reforzamiento externo de elementos de concreto a compresión con fibra tejida de fique para el desarrollo de estructuras sísmicamente resilientes | Universidad Industrial de Santander | $ 390.840.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Benjumea Royero, José Miguel; Pérez Ceballos, Ana Maria; 1 estudiante de maestría; 2 estudiantes de pregrado | -Revisión literaria.<br>-Alcalinización de las mallas de fibra de fique.<br>-Caracterización morfológica y mecánica a tracción de las mallas de fique y de una malla FRP comercial.<br>-Definición de la longitud de traslapo de la malla de fique.<br>-Elaboración y curado de probetas de concreto.<br>-Aplicación del recubrimiento externo y ensayos compresión.<br>-Análisis e interpretación de resultados.<br>-Redacción de reportes y artículo de investigación. |
| Evaluación de materiales no convencionales en la fabricación de mezclas asfálticas, IMP-ING-2931 | Universidad Militar Nueva Granada<br>Universidad Industrial de Santander<br>Universidad del Magdalena | $831.682.410 | Escuela de Ingeniería Civil | Allex E. Alvarez | -Evaluar materiales de construcción alternativos que incluyen crudos pesados para pavimentación (PHCO). |
| Sistema piloto para el monitoreo continuo de la salud estructural en puentes de concreto de grandes luces. | Universidad Industrial de Santander | $225’654.027 | Escuela de Ingeniería Civil | Chío Chio, Gustavo (Director); Viviescas Jaimes, Alvaro (Coinvestigador) | -Revisión literatura.<br>-Levantamiento de información referente al puente.<br>-Línea base (caracterización, calibración del modelo, diseño sistema de monitoreo).<br>-Definición de alarmas.<br>-Diseño y desarrollo sistema de monitoreo.<br>-Pruebas piloto y validación del sistema de monitoreo. |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | -Elaboración de productos e informe final. |
| Aprovechamiento de suelos en desuso en rellenos sanitarios clausurados para la generación de energía a partir de sistemas fotovoltaicos | Universidad Industrial de Santander | $229'178.671 | Escuela de Ingeniería Civil | Viviescas Jaimes, Alvaro (Director); Merchán, Vladimir Ernesto (Coinvestigador); Villalobos, María Alejandra (Coinvestigadora) | - Selección de zonas para estudio.<br>-Caracterización zonas seleccionadas.<br>-Diseño e implementación de prototipos.<br>-Análisis de resultados y estudio comparativo.<br>-Artículos e informes. |

| **GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEOMÁTICA – GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS** | |
|---|---|

**DIRECTOR:**

Hernán Porras Díaz.

**UAA A CARGO:**

Escuela de Ingeniería Civil.

**CATEGORÍA SEGÚN MINCIENCIAS:**

| Convocatoria 737 de 2015 | Convocatoria 781 de 2017 | Convocatoria 833 de 2018 | Convocatoria 894 de 2021 |
|---|---|---|---|
| **D** | **Reconocido** | **B** | **B** |

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

- Ambiente construido e innovación social.
- Gestión del riesgo de desastres, medio ambiente y hábitat.
- Ingeniería de transporte e infraestructura vial.
- Modelos de optimización y evaluación de proyectos.
- Tecnologías en geociencias e informática.

**LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES:**

Listado de profesores investigadores

| **Nombre** | **Máximo nivel de formación** | **Dedicación** | **Clasificación MinCiencias según convocatoria y año** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 737 de 2015 | 781 de 2017 | 833 de 2018 | 894 de 2021 |
| Eduardo Alberto Castañeda Pinzón | Doctorado en Ingeniería Civil | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Guillermo Mejía Aguilar | Doctorado en Ingeniería de la Construcción | Tiempo completo | Asociado | Asociado | Asociado | Asociado |
| Gustavo Chio Cho | Doctorado en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos | Tiempo completo | n/a | n/a | Junior | Junior |
| Hernán Porras Díaz | Doctorado en Ingeniería en Telecomunicaciones | Tiempo completo | Junior | Junior | Asociado | Junior |
| Jhon Jairo Cáceres Jiménez | Doctorado in Civil and Coastal Engineering | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Miller Humberto Salas Rondón | Doctor en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Wilfredo Del Toro Rodríguez | Magíster en Ingeniería Civil | Tiempo completo | n/a | n/a | n/a | n/a |

**PRODUCCIÓN ACADÉMICA:** (últimos 7 años)

Artículos en revistas internacionales indexadas

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2021 | BIM-based traffic analysis and simulation at road intersection design. | Automation in Construction, vol 131, 103911. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103911 | Karen Castañeda, Omar Sánchez, Rodrigo F Herrera, Eugenio Pellicer, Hernán Porras. | A1 |
| 2020 | Cost overrun causative factors in road infrastructure projects: A frequency and importance analysis. | Applied Sciences, ISSN: 2076-3417 Ed: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), v.10 fasc.16 p.1 - 25 ,2020, DOI: 10.3390/app10165506 | Herrera Valencia, Rodrigo Fernando; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Castañeda Parra, Karen Milady; Porras Díaz, Hernán. | A1 |
| 2020 | Delay Causes in Road Infrastructure Projects in Developing Countries. | Revista de la Construcción, ISSN: 0717-7925, Ed: Pontificia Universidad Católica de Chile, v.19 fasc.2 p.220 - 234 ,2020, https://doi.org/10.7764/rdlc.19.2.220-234 | Mejía Aguilar, Guillermo; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Castañeda, Karen; Pellicer, Eugenio. | B |
| 2020 | Modelado geométrico de hidrofacies aplicado al sector norte de Bucaramanga, Santander, Colombia. | Tecnología y Ciencias del Agua ISSN: 0187-8336, 2020 vol:11 fasc: N/A págs: 101 - 135, DOI:10.24850/j-tyca-2020-04-04 | Gómez Arroyo, Mario Andrés; Sánchez Ortiz, Oscar Fabián. | B |
| 2018 | Physical Activity in Public Parks of High and Low Socioeconomic Status in Colombia Using Observational Methods | Journal of physical activity & health ISSN: 1543-5474, 2018 vol:15 fasc: 8 págs: 581 - 591, DOI:10.1123/jpah.2017-0318 | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Porras Díaz, Hernán; Sánchez Rivera, Omar Giovanni; Marino Espinel, Maria Camila. | B |
| 2017 | Physical activity in outdoor gym users in Bucaramanga, Colombia | European Journal of Physiotherapy ISSN: 2167-9177, 2017 vol:19 fasc: 1 págs: 54 - 55, DOI:10.1080/21679169.2017.1381322. | Ramírez Muñoz, Paula Camila; Quiróga Arciniégas, Vanessa Mercedes; Camargo Lemos, Diana Marina. | B |
| 2017 | Organizational Behavior Influence on Cost and Schedule Predictability. | Journal of Management In Engineering ISSN: 1943-5479, 2017 vol:33 fasc: 2 págs: 1 - 8, DOI:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000542. | Mejía Aguilar, Guillermo; Grau, David; Back Edward. | A1 |
| 2017 | Quality of public urban parks for physical activity in Bucaramanga, Colombia | Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano ISSN: 1415-8426, 2017 vol:19 fasc: 4 págs: 480 - 492, DOI:10.5007/19800037. | Ramírez Muñoz, Paula Camila; Quiroga Arciniegas, Vanessa Mercedes; Camargo Lemos, Diana Marina; Fermino, Rogerio César; Ríos Cabra, Ana Paola; Sarmiento Dueñas, Olga Lucía. | C |

Artículos en revistas no indexadas

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2021 | Influencia del vetiver y eucalipto en la estabilidad de taludes. | UIS Ingenierías, ISSN: 2145-8456, 2021, vol:20 fasc: NA págs: 171 - 188, DOI:10.18273/revuin | Chaparro Sarmiento, Luis David; Sánchez Ortiz, Óscar Fabián. |
| 2021 | Subsidio a la tarifa para fortalecer la operación de los sistemas estratégicos de transporte público en Colombia. | UIS Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2021 vol:20 fasc: 3 págs: 77 – 90. | Salas Rondón, Miller Humberto; Martínez Estupiñán, Yerly Fabián. |
| 2020 | De vías férreas a carreteras urbanas. Análisis para la ciudad de Barrancabermeja. | Revista Ingenio Ufpso ISSN: 2011-642X, 2020 vol:16 fasc: N/A págs: 16 – 22. | Martínez Estupiñán, Yerly Fabian; Carrero Monroy, Oscar Daniel; Martínez Guerra, Cindy. |
| 2018 | Monitoreo, Seguimiento y Control en los Proyectos de Construcción apoyados en Bim: Una Revisión Sistemática | Encuentro nacional de semilleros sector construcción ISSN: 2590-6771, 2018 vol:2 fasc: págs: 31 - 50 | Marino Espinel, Maria Camila; Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir. |
| 2018 | Modelación y calibración de la intersección ubicada entre las carreras 23 y 21 con las calles 45 y 48 en la ciudad de Bucaramanga. | USBMed, ISSN: 2027-5846. Edición No 1. Volumen No. 9. Enero-Junio de 2018. | Castellanos Almeyda, Valentina.; Rodríguez Torres, Christian. O.; Báez Trujillo, Claudia Patricia |
| 2018 | Los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial: Una revisión actual. | En libro: Desarrollo e Innovación en Ingeniería. Serie: Ingeniería y Ciencia. 978-ISBN 958-59127-9-3. Agosto de 2018 | Bohórquez-Castellanos, Jherson Jhadir; Oviedo-Méndez, Nel Sebastián; Mejía-Aguilar, Guillermo. |
| 2017 | Caracterización de los sobrecostos en proyectos de construcción de acuerdo con la localización geográfica: Una revisión sistemática entre 1985 y 2016. | Actas de Ingeniería. ISSN: 2463-0128. 2017, vol. 3, pp. 6-16. | Mejía-Aguilar, Guillermo; Escandón-Leguízamo, Natali; Reyes-Hernández, Luis Alejandro. |
| 2017 | Métodos de estimación y análisis de incertidumbre en inundaciones: Una revisión sistemática de la literatura publicada entre 1985 y 2016. | Actas de Ingeniería. ISSN: 2463-0128. 2017, vol. 3, pp. 6-16. | Barón-Rondón, Héctor Iván; Bedoya-Luna, Silvia Juliana; Mejía-Aguilar, Guillermo. |
| 2016 | Cuantificación de la información de diseño detallado en proyectos de construcción. | Actas de Ingeniería 2, 109-119. 2016 ISSN: 2463-0128 | Vargas, Edward.; Mejía, Guillermo. |

Contribuciones publicadas en anales/memorias de eventos internacionales

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2021 | Marco conceptual y metodológico de la evaluación de la competencia de resolución de problemas en programas de Ingeniería Civil. | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI. Cartagena, Septiembre 22-24 de 2021. | Salas Rondón, Miller Humberto; Caballero Márquez, María Mónica; Mejía Aguilar, Guillermo. |

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2020 | Benefits of Using Confidence Intervals in Reports of Project Cost Overrun. | Construction Research Congress 2020, en Tempe, Arizona - College Avenue Commons. Marzo 8-10 de 2020. | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Mejía, Guilllermo; Rivera, Tulia. |
| 2020 | Delay Factors: A Comparative Analysis between Road Infrastructure and Building Projects. | ASCE Construction Research Congress 2020. Estados Unidos. Del 8-10 de marzo. 2020. | Sánchez, Omar; Castañeda Karen; Mejía, Guillermo; Pellicer, Eugenio |
| 2019 | Estimación del impacto en la redistribución de los flujos vehiculares a partir del análisis del comportamiento de elección de rutas de los usuarios. | Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia. Del 2 - 5 de octubre, 2019. | Báez-Trujillo, Claudia; Martínez-Estupiñán, Yerly; Porras-Díaz, Hernán |
| 2018 | Los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial: Una revisión actual. | Conferencia Internacional de Ingeniería - Inngenio 2018. Medellín, agosto 22-24 de 2018. | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Oviedo Méndez, Nel Sebastián; Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2018 | Estimación del impacto en la redistribución de los flujos vehiculares a partir del análisis del comportamiento de elección de rutas de los usuarios. | XIII Congreso de Ingeniería del Transporte (CIT 2018) (Junio 6-8: Universidad de Oviedo: Gijón, España). | Báez Trujillo, Claudia Patricia; Porras Díaz, Hernán; Martínez Estupiñán, Yerly Fabián. |
| 2018 | Sistemas de control de costos para proyectos de infraestructura aplicando tecnologías emergentes. | Primer Congreso Latinoamericano AACE International, Ingeniería de Costos. Bogotá, Marzo 17 y 18 de 2018. | Mejía Aguilar, Guillermo; Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir. |
| 2018 | Estimación del impacto en la redistribución de los flujos vehiculares a partir del análisis del comportamiento de elección de rutas de los usuarios. | XX Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística (2018 septiembre 26-28: Universidad Nacional de Colombia: Medellín, Colombia) | Báez Trujillo, Claudia Patricia; Porras Díaz, Hernán; Martínez Estupiñán, Yerly Fabián. |
| 2018 | Estrategias para el mejoramiento de la movilidad en ciudades patrimonio – caso estudio Socorro (Colombia). | XX Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística (2018 septiembre 26-28: Universidad Nacional de Colombia: Medellín, Colombia). | Baza, Nelson; Báez, Claudia; Martínez, Yerly. |
| 2017 | Métodos de estimación y análisis de incertidumbre en inundaciones: Una revisión sistemática de la literatura publicada entre 1985 y 2016. | Conferencia Internacional de Ingeniería - Inngenio 2017. | Barón Rondón, Héctor Iván; Bedoya Luna, Silvia Juliana; Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2017 | Caracterización de los sobrecostos en proyectos de construcción de acuerdo con la localización geográfica: Una revisión sistemática entre 1985 y 2016. | Conferencia Internacional de Ingeniería - Inngenio 2017. | Mejía Aguilar, Guillermo; Escandón Leguizamo, Natali; Reyes Hernández, Luis Alejandro. |
| 2016 | Cuantificación de la información de diseño detallado en proyectos de construcción. | Conferencia Internacional de Ingeniería - Inngenio 2016. | Vargas Quintero, Edward; Mejía Aguilar, Guillermo. |

Artículos en revistas nacionales

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2021 | Planificación del flujo de caja de proyectos de construcción basada en BIM y dinámica de sistemas. | Entramado. ISSN: 1900-3803, 2021 vol:17, fasc: 1, págs: 272-288, DOI:10.18041/1900-3803/entramado.1.6305 | Karen Milady Castañeda-Parra, Omar Giovanny Sánchez-Rivera, Hernán Porras-Díaz. | B |
| 2020 | Do parks characteristics promote a differential usage based on children and adolescents' gender. | Ciencia e Innovación en Salud. ISSN: 2344-8636, 2020, vol:88 ,fasc: N/A págs: 286 - 299, DOI:10.17081/innosa, | Quiroga Arciniegas, Vanessa Mercedes; Ramirez Munoz, Paula Camila; Camargo Lemos, Diana Marina; Anaya Duarte, Luis Felipe. | B |
| 2020 | ABET Accreditation in Colombian Higher Education Institutions: Opportunities and Barriers. | Revista UIS Ingenierías ISSN: 2145-8456 Ed: Universidad Industrial de Santander v.19 fasc.4 p.239 - 250 ,2020, DOI: 10.18273/revuin.v19n4-2020020. | Mejía Aguilar, Guillermo; Caballero-Márquez, María Mónica; Huggins, Kevin; Bautista Rozo, Lola Xiomara | B |
| 2018 | Tendencia mundial en tecnologías de sistemas de mapeo móvil implementadas con láser | Revista Avances: Investigación en Ingeniería. ISSN: 1794-4953, 2018 vol:15 fasc: N/A págs: 204 - 230, DOI:10.18041/1794-4953/avances.1.1361 | Sanabria Echeverry, Duván Yahir; Porras Díaz, Hernán; Ortiz Ferreria, Johan Alexander. | C |
| 2018 | Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D. | Revista Entramado ISSN: 1900-3803. Colombia. Enero - junio, 2018. vol. 14, no. 1, p. 252-267 http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27106. | Bohórquez-Castellanos, Jherson Jhadir; Porras-Díaz, Hernán; Sánchez-Rivera, Omar Giovanny; Mariño-Espinel, María Camila. | B |
| 2017 | BrIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges. | Revista Facultad de Ingeniería. ISSN: 0121-1129 Septiembre-Diciembre, 2017 vol. 26, no. 46, p. 39-50, http://doi.org/10.19053/01211129.v26.n46.2017.7314 | Porras-Díaz, Hernán; Sánchez-Rivera, Omar Giovanny; Galvis-Guerra José Alberto; Ardila-Chacón, Yerson Damián; Martínez Martínez, César Augusto. | C |
| 2016 | Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV. | Colombia, Tecnura ISSN: 2248-7638, 2016 vol:20 fasc: 50 págs: 119 – 140. | Jesús Orlando Escalante Torrado, Jhon Jairo Cáceres Jiménez, Hernán Porras Díaz | A2 |
| 2016 | Estimación de los factores de penalización del tiempo en la función de costo generalizado en Bucaramanga y su área metropolitana. | Colombia, UIS Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2016 vol:15 fasc: 2 págs: 135 – 144. | Hernán Porras Díaz, Sandra Milena Cote Vargas | C |
| 2015 | Diseño e implementación del sistema de control on-off del proyector láser Lasiris Magnum II para el sistema SICAIPAV II. | Inge@UAN. ISSN: 2145-0935. Colombia. 2015; 6(11):79-97. | Porras Díaz, Hernán; Sanabria Echeverry, Duván Yahir; Ramírez Vera, Wilmer Daniel; Rueda Duarte, Luis Enrique. | C |

| Año | Título del artículo | Nombre de la revista ISSN, volumen, etc. | Autor (es) | Clasificación MinCiencias |
|---|---|---|---|---|
| 2015 | Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tencologías "Building Information Modeling". | Gerencia Tecnológica Informática - (GTI). ISSN: 1657-8236. Colombia. 2015; 14(38):59-73. | Porras Díaz, Hernán; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Galvis Guerra, José Alberto. | B |
| 2015 | Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. | Entramado. ISSN: 1900-3803. Colombia. 2015; 11(1):230-249. | Porras Díaz, Hernán; Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Galvis Guerra, José Alberto; Castañeda Parra, Karen Milady. | B |

Contribuciones publicadas en anales/memorias de eventos nacionales

| Año | Título del texto | Nombre del evento, entidad, organizadora, etc. | Autor (es) |
|---|---|---|---|
| 2019 | Experiencias de buenas prácticas de assesment: Ingeniería Civil UIS. | II Simposio de Buenas Prácticas de Assessment en Ingeniería 2019. Barranquilla, 15 al 16 de agosto de 2019. | Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2017 | Interaction between knowledge and academic skills based on performance in mathematics and physics of engineering students. | 7th. Research in Engineering Education Symposium (REES 2017). | Mejía Aguilar, Guillermo; Rivera F, Tulia E. |
| 2017 | Análisis de la evolución en la movilidad de un centro atractor de viajes. Caso de estudio: Universidad Industrial de Santander (sede principal), Bucaramanga. | Congreso Colombiano de Transporte y Tránsito (12: 2017 julio 24-26: Universidad de los Andes, Colombia). | Báez Trujillo, Claudia Patricia. |
| 2017 | Modelado preliminar del impacto de la información al usuario en la selección de rutas de transporte. | XV Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas (2017 agosto 30 y 31 y septimbre 1: Universidad de Cartagena, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia). | Báez-Trujillo, Claudia P.; Román-Quintero, Daniel C. |
| 2016 | Cuantificación de la información de diseño detallado en proyectos de construcción. | Conferencia Internacional de Ingeniería. Ingenio 2016. | Vargas Quintero, Edward; Mejía Aguilar, Guillermo. |

Capítulos de libro

| Año | Título del capítulo | Título del libro y número ISBN | Casa editorial, y ciudad | Autor (es) |
|---|---|---|---|---|
| 2018 | Los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial: Una revisión actual. | Desarrollo e Innovación en Ingeniería. Serie: Ingeniería y Ciencia. 978-958-59127-9-3 | Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir; Oviedo Méndez, Nel Sebastián; Mejía Aguilar, Guillermo. |

**FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS:** (últimos 7 años)

Dirección de Tesis de Doctorado (Terminadas)

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2021 | Sánchez Rivera, Omar Giovanny. Metodología de diseño de proyectos de infraestructura vial, basada en la integración de BIM, IPD y Lean Construction. Universidad Industrial de Santander, Doctorado en Ingeniería. | Porras Díaz, Hernán; Mejía Aguilar, Guillermo; Camacho Pico, Jaime Alberto |

Dirección de trabajos de grado maestría (terminadas)

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2020 | Bohórquez Castellanos, Jherson Jhadir. Efectividad en el control técnico y administrativo de proyectos públicos de construcción, aplicando tecnologías emergentes de la información y comunicación. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Civil. | Mejía Aguilar, Guillermo; Sánchez, Omar Giovanny. |
| 2020 | Contreras Celedón, Jefherson Joseph. Acciones para la prevención de accidentes en los puntos críticos de la vía concesionada: Cisneros–Alto de Dolores, Antioquia, PR01-PR40+900, ruta nacional 6206, aplicando la metodología del HSM y el software IHSDM. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Maestría en Ingeniería Civil. | Salas Rondón, Miller Humberto. |
| 2019 | Castañeda Parra, Karen Milady. Diseño geométrico de intersecciones viales a desnivel, con base en la integración de: BIM, IPD, y LEAN Construction. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Civil. | Sánchez Rivera, Omar Giovanny; Porras Díaz, Hernán |
| 2019 | Higuera Pino, María Lucía. Diagnóstico de Emergencias y Amenazas por Movimientos en Masa y Avenidas Torrenciales para la Gestión del Riesgo de Desastres en el Área Urbana de Floridablanca. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia. | Del Toro Rodríguez, Wilfredo; Reyes Mendoza, Germán A (codirector). |
| 2019 | Barajas Martínez, Juan Pablo. Obras de protección para el control de oleaje en el municipio de Bahía Solano. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia. | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2019 | Barrios Padilla, Modesto Junior. Evaluación de geoamenazas que afectan las laderas del cerro De La Popa en el barrio San Francisco de la Ciudad de Cartagena de Indias. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia. | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2018 | Arenas Calderón, Gonzalo Alonso. Análisis de estabilidad de taludes del corredor vial y pared lateral oriental de la mina "Caypa", en el municipio de Barrancas - departamento de La Guajira. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia. | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2018 | Maldonado Rodríguez, Marcelino. Aplicación de métodos geoestadístico para la evaluación de la estabilidad de un talud en el barrio Juan XXIII, zona nororiental del municipio de Pamplona, Colombia. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2018 | Amaya Pico, Manuel Salvador. Estudio para la estabilización del talud superior del patinódromo, ubicado en el municipio de Socorro-Santander Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2018 | Montañez Gómez, Robinson Antonio. Análisis de alternativas y propuesta de estabilización del talud k71 entre el subsector San Alberto-San Roque del Tramo F. Aguachica-La Mata de la ruta del Sol. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2018 | Díaz Tanco, Luis Felipe. Análisis de cimentación para vivienda campestre en el coluvión de La Leona sector de La Renta finca El Reposo Lebrija Santander. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |

| Año | Nombre del autor y título del trabajo | Director (es) |
|---|---|---|
| 2018 | Serrano Carranza, Camilo Andrés. Análisis de estabilidad y propuesta de alternativas de obras de mitigación para las viviendas ubicadas en el barrio Los Tamarindos en la comuna IV de Barrancabermeja. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2017 | Vargas Quintero, Edward. Entropía como indicador de incertidumbre en diseño de proyectos de construcción. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2017 | Grass, Adriana Carolina. Optimización de mezclas de suelo cemento y espesores del estrato de reemplazo con limos inorgánicos para cimentaciones superficiales. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2017 | Nieves Cordón, Katalin Yiset. Estudio geotécnico para la zonificación de la amenaza por movimiento en masa a escala 1:1000 del predio destinado para el proyecto urbanístico Yariguies III, del municipio de San Vicente de Chucurí-Santander. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2017 | León Carvajal, Nelson Ferney. Análisis comparativo de las deformaciones horizontales medidas con inclinómetros y el método de elementos finitos durante la construcción de un sistema de estabilización con pantallas ancladas, caso de estudio Proyecto de Vivienda Multifamiliar Andes. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2017 | Quintero Guerrero, Tulia Elena. Análisis geotécnico a los problemas de estabilidad en el casco urbano del Corregimiento de Alto Jordán, Municipio de Vélez, Santander. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2017 | Gómez Arias, Jaime Andrés. Modelación y calibración de tránsito usando el software PTV VISSIM. Estudio de caso de una intersección vial en la ciudad de Guimarães, Portugal. Universidade do Minho. Mestrado Integrado em Engenharia Civil | Sánchez Rivera, Omar Giovanny |
| 2016 | Gutiérrez Tovar, Anyi Catherine. Control de los factores de seguridad y desplazamiento de las estructuras de contención de los taludes de excavación mediante el método de elementos finitos y teoría del equilibrio límite. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2016 | Pico Velandia, Pedro Pablo. Estudios y diseños geotécnicos de alternativas para la construcción de deprimido en el intercambiador San Francisco del Municipio de Piedecuesta, Departamento de Santander. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Geotecnia | Del Toro Rodríguez, Wilfredo. |
| 2016 | Franco Durán, Diana Marcela. Entropía como índice de gestión para proyectos de construcción. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil | Mejía Aguilar, Guillermo. |
| 2016 | Cote Vargas, Sandra Milena. Estimación de los factores de penalización del tiempo en la función de costo generalizado para Bucaramanga y su área metropolitana. Universidad Industrial de Santander. Maestría en Ingeniería Civil. | Porras Díaz, Hernán. |
| 2015 | Sánchez Rivera, Omar Giovanny. Análisis del flujo de caja de la construcción de un proyecto con modelos BIM 5D y dinámica de sistemas. Universidad Industrial de Santander, Maestría en Ingeniería Civil. | Porras Díaz, Hernán. |

Investigaciones terminadas

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Actividad física y parques en Bucaramanga, caracterización y | COLCIENCIAS - Universidad Industrial de Santander - | $ 475.030.058 | Escuela de Ingeniería Civil | Profesores Planta UIS 3 Profesional | *Determinar las características sociodemográficas, el nivel de actividad física y la percepción de los usuarios de los parques, |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| factores relacionados con su uso. Código 8728. | Universidad Santo Tomás | | | 7 Tecnólogo I | relacionadas con sus características ambientales. *Elaborar un inventario georreferenciado de infraestructura del parque objeto de estudio en cada una de las 17 comunas en la ciudad de Bucaramanga soportado en observación directa, computación móvil y ortomosaico de fotografías aéreas digitales, recolectadas con un vehículo aéreo no tripulado UAV del parque principal en cada una de las 17 comunas en la ciudad de Bucaramanga. *Describir el entorno de los parques a partir de bases de datos espaciales usando sistemas de información geográfica métodos de análisis espacial y algoritmos de vecindad y conectividad. *Describir las características ambientales de los parques relacionadas con actividad física. *Analizar la asociación entre los factores geográficos del entorno de la infraestructura del parque y las características de los usuarios con su nivel de actividad física y el uso activo y pasivo del parque. |
| An Environmental and occupational research and training Hub GEOHealthHub: Colombia. | NIH/EE. UU-Universidad Industrial de Santander | $ 306.000.000 | Escuela de Ingeniería Civil | Profesores Planta UIS 4 Estudiante posgrado 1 Estudiantes pregrado 2 Profesional 7 | The planning grant overall goal was to plan the development of a global Environmental and Occupational Health hub in Colombia to strengthen capacity for research, training, and policy formulation in South America and the Caribbean region. Our specific aims were: Aim 1: To assess needs and opportunities in environmental and occupational health concerns in Colombia. Aim 2: To establish a collaborative network of investigators and institutions |

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | addressing global environmental and occupational health for Colombia and the region for the purpose of conducting advanced research and comprehensive training programs.<br>Aim 3: To formulate a plan for research and capacity building that will define the agenda of the GEOHealth Hub for the development, and long-term sustainability of quality global environmental and occupational health needed to inform policy decisions in Colombia and the region. |

Investigaciones en ejecución

| Investigación | Fuente de financiación | Monto de inversión | Dependencia | Personal asignado | Cronograma (actividades) |
|---|---|---|---|---|---|
| Evaluación de los efectos en salud de la comunidad Hitnu en los municipios de Arauca y Puerto Rondón por exposición a situaciones relacionadas con actividades de explotación de hidrocarburos. | COLCIENCIAS | $992.742.251 | Escuela de Ingeniería Civil | 4 profesores planta de la UIS, 8 profesionales de distintas disciplinas, 1 estudiante de posgrado. | -Caracterizar las condiciones de aguas y saneamiento de las comunidades objeto de estudio.<br>-Analizar información de agua y muestras ambientales en áreas de influencia de los sitios de explotación de hidrocarburos.<br>-Determinar el nivel de riesgo a la salud de las comunidades indígenas objeto de estudio, asociados a niveles de exposición en sitios de explotación de hidrocarburos. |

## 15.4 ANEXO IV. FORMATOS DE EVALUACIÓN DE PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO Y TRABAJO DE GRADO

**Anexo 10**
**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA PARA MAESTRÍAS DE PROFUNDIZACIÓN**

Dirección de Posgrados | Universidad Industrial de Santander

**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍAS DE PROFUNDIZACIÓN**

AÑO MES DÍA
FECHA: _____

| **DATOS DEL PROFESOR EVALUADOR** | |
|---|---|
| **Nombre:** | |

| **DATOS DEL EVALUADO** | | | |
|---|---|---|---|
| **Título del Trabajo:** | | | |
| **Nombre:** | | **Código:** | |
| **Entidad a Intervenir:** | | | |

**PROPÓSITO:**
El propósito de la evaluación de la propuesta del trabajo de aplicación de maestría es verificar que el(la) estudiante haya realizado un proceso adecuado de planeación de la intervención a realizar en la institución seleccionada, de manera que, teniendo en cuenta los plazos y recursos disponibles, resuelva un problema o situación particular que contribuya efectivamente en el mejoramiento de los indicadores de cumplimiento de los propósitos de la entidad a intervenir.

### PARTE A – EVALUACIÓN DEL DOCUMENTO DEL PLAN O PROPUESTA

Lea por favor todos los puntos a considerar en la evaluación antes de la presentación de la defensa de la propuesta y proceda a evaluarlos. Por favor considere cada aspecto en este formato cuidadosamente y sólo asigne los más altos puntajes por desempeños inusualmente efectivos. Esta es solo una guía y usted puede o no considerar algún aspecto, no ponderar con el mismo peso cada ítem de evaluación, o considerar otro que según su criterio sea de importancia (en tal caso, debe especificarlo). Cualquier información adicional que no disponga de suficiente espacio en este formulario puede anexarla en una hoja adicional debidamente firmada. No rige para maestrías en ciencias humanas.

**Escala de Valoración:**

| Excelente | Buena | Aceptable | Mala | Muy Mala | Pésima | No Rige |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | N.R. |

| EVALUACIÓN (5 – 0) | ASPECTO EVALUADO |
|---|---|
| | 1. **Identificación del Problema o Necesidad.** Define claramente el problema a solucionar o necesidad a satisfacer mediante unos objetivos concretos y concisos, cuya satisfacción sea medible e impacte positivamente los indicadores de desempeño de la entidad a intervenir. |
| | 2. **Hipótesis**. La solución planteada/bosquejada del problema diagnosticado o la satisfacción de la necesidad identificada es original, clara y apropiada para el nivel de un trabajo de grado de maestría de profundización y se vislumbra que puede tener éxito. |

| EVALUACIÓN (5 – 0) | ASPECTO EVALUADO |
|---|---|
| | 3. **Revisión Bibliográfica (Marco Teórico, Antecedentes, Estado del Arte, Situación Actual).** La revisión bibliográfica y el acopio y análisis de información son adecuados para plantear soluciones al problema/necesidad seleccionado. Cubre de manera organizada, estructurada y suficiente las fuentes relevantes, evaluándolas de forma crítica, identificando brechas en la información y relacionándolas con el problema seleccionado y especialmente con la alternativa de solución propuesta. Incorpora las ideas más recientes y las características de vanguardia de las alternativas disponibles en la literatura disciplinar para tratar con el mismo (o similar) problema o necesidad. Incluye un análisis de las ventajas/desventajas, pros y contras de las soluciones reportadas en la literatura además de una revisión detallada de las mas recientes teorías, ideas, herramientas, metodologías, técnicas y tecnologías, incluso utilizada en otros contextos, que deben considerarse para proponer una solución que supere las limitaciones de las existentes. El estado del arte puede utilizarse para justificar como promisoria, considerando las opciones existentes, la alternativa de solución propuesta por el estudiante. |
| | 4. **Alcance y Resultados.** Establece justificadamente un alcance y resultados (productos) acordes con los recursos y el plazo disponibles, definiendo los indicadores y metas a los que se compromete el trabajo con respecto a los propósitos institucionales de la entidad intervenida. |
| | 5. **Metodología.** Propone una metodología apropiada considerando los objetivos propuestos. Justifica la idoneidad de la metodología y el plan de trabajo propuestos relacionándolos con las opciones disponibles a partir del estado del arte. |
| | 6. **Recursos y Presupuesto.** Identifica detalladamente los recursos necesarios y asegura su disponibilidad. Organiza efectivamente los recursos estimados como necesarios para cumplir con los objetivos del trabajo de grado. |
| | 7. **Impacto.** Contribución o eventual efecto del trabajo en los indicadores de cumplimiento de los propósitos institucionales de la entidad intervenida y las de su tipo, incluyendo el potencial de generación de productos o procesos de innovación. Efecto de eventual utilización o generalización de los resultados en el sector productivo, la región o el País (productividad y competitividad). |
| | 8. **Organización del Documento del Plan.** Las secciones del plan están bien estructuradas y han sido enlazados adecuadamente; utiliza apropiadamente apéndices o anexos para incluir información relevante imprescindible para valorar el plan de trabajo de grado. |
| | 9. **Presentación General del Documento del Plan.** Redacción clara y concisa. Buena ortografía y gramática. Estilo coherente a lo largo del documento. |
| | 10. **Referencias.** Uso adecuado y correcta citación y referenciación de tablas y figuras. Cita adecuadamente y reconoce las contribuciones e información de otros trabajos utilizada en el documento. |
| | **CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL (NO CONSIDERE LOS N.R.)*** |

* Como criterio se recomienda que si se obtiene una evaluación ponderada promedio total mayor o igual a 3,5 (70%) se puede autorizar la defensa pública oral de la propuesta. Si no, el estudiante debe replantear la propuesta considerando las observaciones realizadas y solicitar nuevamente autorización para la defensa. La autorización de la defensa no implica la aprobación de la propuesta. La decisión definitiva al respecto la toma el Jurado de la Propuesta en deliberación privada una vez finalizada la respectiva defensa considerando el grado de la preparación conceptual del estudiante, el entendimiento del tema, su capacidad de análisis, la suficiencia de la revisión del estado del arte, la claridad de la hipótesis, del problema a resolver o de la necesidad a satisfacer con la intervención, la disponibilidad de los recursos requeridos, la idoneidad de la metodología y del plan de trabajo además de la probabilidad de finalizar exitosamente la intervención realizando un aporte acorde con el nivel de maestría, todo esto demostrado tanto en el documento del plan como en la presentación oral de defensa.

**¿Qué observaciones, correcciones o sugerencias específicas realizaría con respecto a como mejorar el plan de trabajo de grado de maestría planteado?**

| |
|---|
| |

## PARTE B – DEFENSA PÚBLICA DEL PLAN O PROPUESTA DE MAESTRÍA

Lea por favor todos los puntos a considerar en la evaluación antes de la presentación de la defensa pública. Por favor considere durante la presentación cada aspecto en este formato cuidadosamente y sólo asigne los más altos puntajes por desempeños inusualmente efectivos. Para evaluar debe asistir a la totalidad de la presentación del estudiante. Esta es solo una guía y usted puede o no considerar algún aspecto, no ponderar con el mismo peso cada ítem de evaluación, o considerar otro que según su criterio sea de importancia (en tal caso, debe especificarlo). No rige para maestrías en ciencias humanas.

**Escala de Valoración:**

| Excelente | Buena | Aceptable | Mala | Muy Mala | Pésima | No Rige |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | N.R. |

| ASPECTOS EVALUADOS EN LA DEFENSA PÚBLICA | EVALUACIÓN (5 – 0) |
|---|---|
| 1. **Hipótesis.** Se presenta claramente el problema o necesidad que se pretende resolver o satisfacer con el trabajo de grado (objetivos, formulación del problema) y la alternativa de solución a implantar, demostrando una utilización correcta de los conocimientos y habilidades disciplinares. Se ilustra cómo la alternativa de solución se plantea a partir de los trabajos previos disponibles en la literatura disciplinar. | |
| 2. **Preparación conceptual, entendimiento del tema y capacidad de análisis del estudiante.** El estudiante cuenta con los conocimientos y las habilidades necesarias para plantear una solución al problema planteado, comprende y entiende claramente las implicaciones, suposiciones o simplificaciones que implica la hipótesis propuesta, tiene las condiciones para desarrollar conclusiones y generalizar resultados a partir su propio trabajo y los que conforman el estado del arte. | |
| 3. **Viabilidad de la Propuesta.** La metodología, plan de trabajo y recursos disponibles son idóneos considerando los objetivos planteados y los resultados establecidos. Se vislumbra un desarrollo exitoso del trabajo mientras se impactan positivamente los indicadores de desempeño de la entidad intervenida. | |
| 4. **Organización de la Presentación y Recursos Audiovisuales.** Define y enuncia claramente los objetivos de la presentación. Presenta el contenido (mapa de organización) de la presentación. La introducción captura la atención de la audiencia. Presenta todos los temas en una secuencia lógica y con un ritmo adecuado considerado el tiempo disponible. Responde adecuadamente a cualquier inconveniente durante la presentación. Organiza efectivamente los recursos utilizados para cumplir con los propósitos de la sustentación. Las diapositivas son útiles para soportar la presentación y resaltar las ideas principales. Las diapositivas no están sobrecargadas, son claras y bien organizadas, de manera que se pueden leer fácilmente. Le da el crédito apropiado a las contribuciones o material de otros. | |

| ASPECTOS EVALUADOS EN LA DEFENSA PÚBLICA | EVALUACIÓN (5 – 0) |
|---|---|
| 5. **Habilidades de Comunicación e Interacción con la Audiencia.** Utiliza un tono de voz adecuado usando la entonación para variar el énfasis. Explica las ideas importantes de forma simple y clara. Proyecta ademanes y gestos consistentes con las intenciones de la presentación. Incluye ejemplos para realizar aclaraciones. Utiliza el humor apropiadamente para mantener el interés de la audiencia. Utilización limitada de muletillas y pausas verbalizadas (ehh, ahh, etc.). Adecuada pronunciación y articulación sin acento que distraiga a la audiencia. Mantiene contacto visual con la audiencia estableciendo empatía. Utiliza métodos que animen la participación o fomenten el interés de la audiencia en el desarrollo de la presentación (preguntas, discusión). Se comunica adecuada y efectivamente con un lenguaje apropiado para la audiencia. Responde adecuadamente a las preguntas, inquietudes y comentarios de la audiencia. Aclara términos no familiares. Responde a las señales de aburrimiento, confusión o curiosidad de la audiencia. Demuestra dominio del tema, confianza y entusiasmo. | |
| **CALIFICACIÓN PROMEDIO DE LA DEFENSA (No considere los N.R.)** | |

**EVALUACIÓN TOTAL DE LA PROPUESTA (DELIBERACIÓN PRIVADA DEL JURADO)**

| ÍTEM | PONDERACIÓN [%] | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|
| **Documento del Plan** | | |
| **Defensa Pública** | | |
| **CALIFICACIÓN TOTAL*** | **100%** | |

**APROBADA** ☐ **APLAZADA** ☐ FIRMA: _____

FECHA: _____

**Observaciones y Comentarios Generales:**

* Como criterio general se recomienda aprobar la propuesta si el estudiante obtiene una calificación mayor o igual a 4,0 (80%) considerando la evaluación del documento del plan y la defensa pública. Si no, el estudiante debe replantear la propuesta considerando las observaciones realizadas y solicitar una nueva defensa.

**Anexo 12**
**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO:**
**MAESTRÍAS DE PROFUNDIZACIÓN**

**Dirección de Posgrados** | Universidad Industrial de Santander

**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍAS DE PROFUNDIZACIÓN**

AÑO MES DÍA
FECHA: _____

| **DATOS DEL PROFESOR EVALUADOR** | |
|---|---|
| **Nombre:** | |

| **DATOS DEL EVALUADO** | | | |
|---|---|---|---|
| **Título del Trabajo:** | | | |
| **Nombre:** | | **Código:** | |
| **Institución Intervenida:** | | | |

**PROPÓSITO:**
El propósito de la evaluación del trabajo de aplicación de maestría es verificar que el estudiante hayan solucionado un problema específico o situación particular en su campo disciplinar a partir de la propuesta de intervención aprobada, realizando en el proceso un aporte para la comunidad académica o profesional acorde con el nivel de maestría (mejoramiento de los indicadores institucionales de la entidad seleccionada para intervención).

## PARTE A – EVALUACIÓN DEL INFORME FINAL

Lea por favor todos los puntos a considerar en la evaluación antes de la presentación de la sustentación del trabajo de maestría y proceda a evaluarlos. Por favor considere cada aspecto en este formato cuidadosamente y sólo asigne los más altos puntajes por desempeños inusualmente efectivos. Esta es solo una guía y usted puede o no considerar algún aspecto, no ponderar con el mismo peso cada ítem de evaluación, o considerar otro que según su criterio sea de importancia (en tal caso, debe especificarlo). Cualquier información adicional que no disponga de suficiente espacio en este formulario puede anexarla en una hoja adicional debidamente firmada. No rige para maestrías en ciencias humanas.

**Escala de Valoración:**

| Excelente | Buena | Aceptable | Mala | Muy Mala | Pésima | No Rige |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | N.R. |

| **ASPECTOS EVALUADOS DEL INFORME FINAL** | **EVALUACIÓN (5 – 0)** |
|---|---|
| 1. **Validez de la Hipótesis**. Se evidencia que se logró la solución del problema o satisfacción de la necesidad seleccionados a través de la alternativa de solución planteada en la propuesta de aplicación aprobada (secciones de la propuesta: formulación/declaración del problema, metodología). | |
| 2. **Metodología.** Se evidencia que se siguió la metodología y el plan de trabajo propuestos de forma exitosa. Cualquier cambio o ajuste en la metodología y plan de trabajo está debidamente justificado. Todas las decisiones tomadas durante la investigación son acordes con el ámbito de utilización de la solución propuesta y los recursos disponibles, además de demostrar un empleo correcto de los conocimientos y habilidades disciplinares. | |

| ASPECTOS EVALUADOS DEL INFORME FINAL | EVALUACIÓN (5 – 0) |
|---|---|
| 3. **Resultados.** Se entregaron todos los resultados y productos establecidos en el plan de trabajo y estos tienen las características especificadas en el alcance aprobado. Se alcanzaron las metas a los que se comprometió el trabajo, en la propuesta aprobada, con respecto a los indicadores de cumplimiento de los propósitos institucionales de la entidad intervenida. | |
| 4. **Planificación.** Se evidencia que la solución del problema o satisfacción de la necesidad se logró en los plazos planteados y utilizando los recursos previstos en el plan de trabajo aprobado. Cualquier cambio o ajuste en los plazos o recursos está debidamente justificado. | |
| 5. **Análisis de los Resultados.** Se realizó un análisis de resultados claro y bien estructurado; el autor demuestra idoneidad y entendimiento de lo ocurrido en el proceso de solucionar el problema o satisfacer la necesidad seleccionada; buen uso y utilización de gráficos, tablas y otros medios de presentación e interpretación de los resultados. Se relacionan los resultados obtenidos con los de trabajos previos, explicando su importancia y sentido físico o práctico. | |
| 6. **Conclusiones.** El autor declara conclusiones apropiadas y justificadas a partir del análisis de los resultados obtenidos; identifican la contribución e implicaciones del trabajo; reconocen limitaciones e identifican futuras áreas de desarrollo en el tema (en el problema o necesidad abordados). No confunden los resultados con las conclusiones. No plantean opiniones como conclusiones ni incluyen perogrulladas (hechos auto-evidentes u obvios) como conclusiones. | |
| 7. **Impactos.** Se demuestran las contribuciones y efectos del trabajo en los indicadores de cumplimiento de los propósitos institucionales de la entidad intervenida y las de su mismo tipo, incluyendo el potencial de generación de productos o procesos de innovación. Enuncia los efectos de eventual utilización o generalización de los resultados obtenidos en el sector productivo, la región o el País (productividad y competitividad). | |
| 8. **Organización del Documento.** Los capítulos del informe final están bien estructurados y han sido enlazados adecuadamente; utiliza apropiadamente apéndices o anexos para incluir información relevante (e.g., encuestas, pruebas y ensayos) o de otros autores, imprescindible para valorar el trabajo de grado de manera completa. | |
| 9. **Referencias Bibliográficas.** La revisión bibliográfica y el acopio y análisis de información son adecuados para plantear soluciones al problema/necesidad seleccionado. Cita adecuadamente y reconoce las contribuciones e información de otros trabajos utilizada en el documento. | |
| 10. **Presentación General.** Redacción clara y concisa con una adecuada organización de las ideas. Buena ortografía y gramática. Uso adecuado y correcta citación y referenciación de tablas y figuras. Estilo coherente a lo largo del documento. Presentación agradable del documento con un formato adecuado. | |
| **CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL (No considere los N.R.)** | |

* Como criterio se recomienda que si se obtiene una evaluación ponderada promedio total mayor o igual a 4,0 (80%) se puede autorizar la sustentación pública oral del trabajo de aplicación. Si no, el estudiante debe replantear el trabajo considerando las observaciones realizadas y solicitar nuevamente autorización para la sustentación. La autorización de la sustentación no implica la aprobación del trabajo de aplicación. La decisión definitiva al respecto la toma el Jurado Calificador en deliberación privada una vez finalizada la respectiva sustentación considerando el aporte e idoneidad de lo presentado como trabajo de grado de maestría (ARTÍCULO 9 del Reglamento General de Posgrado), todo esto demostrado tanto en el documento del trabajo como en la presentación oral de sustentación.

**¿Qué observaciones, correcciones o sugerencias específicas realizaría con respecto a cómo mejorar trabajo de aplicación presentado?**

| |
|---|
| |

## PARTE B – SUSTENTACIÓN PÚBLICA ORAL DEL TRABAJO DE MAESTRÍA

Lea por favor todos los puntos a considerar en la evaluación antes de la presentación de la sustentación pública. Por favor considere durante la presentación cada aspecto en este formato cuidadosamente y sólo asigne los más altos puntajes por desempeños inusualmente efectivos. Para evaluar debe asistir a la totalidad de la presentación del estudiante. Esta es solo una guía y usted puede o no considerar algún aspecto, no ponderar con el mismo peso cada ítem de evaluación, o considerar otro que según su criterio sea de importancia (en tal caso, debe especificarlo). No rige para maestrías en ciencias humanas.

**Escala de Valoración:**

| Excelente | Buena | Aceptable | Mala | Muy Mala | Pésima | No Rige |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | N.R. |

| ASPECTOS EVALUADOS EN LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA | EVALUACIÓN (5 – 0) |
|---|---|
| 1. **Validez de la Hipótesis.** Se explica y sustenta la solución del problema o satisfacción de la necesidad seleccionados a través de la alternativa planteada en la propuesta de aplicación aprobada, demostrando la utilización correcta de los conocimientos y habilidades disciplinares. Se ilustra cómo la alternativa de solución se planteó a partir de los trabajos previos disponibles en la literatura disciplinar y el aporte del autor. | |
| 2. **Aporte y Originalidad del Trabajo.** Presenta cómo en el proceso de construcción de la solución al problema o necesidad seleccionados, se resolvieron incertidumbres que pueden ser generalizadas a otros contextos, de manera que constituyen un aporte a la comunidad académica o profesional que trabaja en con problemas similares. Explica en que consiste lo original o novedoso de la alternativa de solución planteada. | |
| 3. **Análisis de los Resultados y Conclusiones.** Se presenta un análisis de resultados claro y bien estructurado; en la sustentación el autor demuestra idoneidad y entendimiento de lo ocurrido en el proceso de solucionar el problema o satisfacer la necesidad seleccionada. Se relacionan los resultados obtenidos con los de trabajos previos, explicando su importancia y sentido físico o práctico. El estudiante presenta conclusiones apropiadas y justificadas a partir del análisis de los resultados obtenidos; generaliza y extrapola a otros contextos los resultados determinando las implicaciones del trabajo; reconoce limitaciones e identifica futuras áreas de desarrollo en el tema (en el problema o necesidad abordados). No confunde los resultados con las conclusiones. No plantea opiniones como conclusiones ni incluye perogrulladas (hechos auto-evidentes u obvios) como conclusiones. | |

| ASPECTOS EVALUADOS EN LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA | EVALUACIÓN (5 – 0) |
|---|---|
| 4. **Organización de la Presentación y Recursos Audiovisuales.** Define y enuncia claramente los objetivos de la presentación. Presenta el contenido (mapa de organización) de la presentación. La introducción captura la atención de la audiencia. Presenta todos los temas en una secuencia lógica y con un ritmo adecuado considerado el tiempo disponible. Responde adecuadamente a cualquier inconveniente durante la presentación. Organiza efectivamente los recursos utilizados para cumplir con los propósitos de la sustentación. Las diapositivas son útiles para soportar la presentación y resaltar las ideas principales. Las diapositivas no están sobrecargadas, son claras y bien organizadas, de manera que se pueden leer fácilmente. Le da el crédito apropiado a las contribuciones o material de otros. | |
| 5. **Habilidades de Comunicación e Interacción con la Audiencia.** Utiliza un tono de voz adecuado usando la entonación para variar el énfasis. Explica las ideas importantes de forma simple y clara. Proyecta ademanes y gestos consistentes con las intenciones de la presentación. Incluye ejemplos para realizar aclaraciones. Utiliza el humor apropiadamente para mantener el interés de la audiencia. Utilización limitada de muletillas y pausas verbalizadas (ehh, ahh, etc.). Adecuada pronunciación y articulación sin acento que distraiga a la audiencia. Mantiene contacto visual con la audiencia estableciendo empatía. Utiliza métodos que animen la participación o fomenten el interés de la audiencia en el desarrollo de la presentación (preguntas, discusión). Se comunica adecuada y efectivamente con un lenguaje apropiado para la audiencia. Responde adecuadamente a las preguntas, inquietudes y comentarios de la audiencia. Aclara términos no familiares. Responde a las señales de aburrimiento, confusión o curiosidad de la audiencia. Demuestra dominio del tema, confianza y entusiasmo. | |
| **CALIFICACIÓN PROMEDIO DE LA SUSTENTACIÓN (No considere los N.R.)** | |

**EVALUACIÓN TOTAL DEL TRABAJO (DELIBERACIÓN PRIVADA DEL JURADO)**

| ÍTEM | PONDERACIÓN [%] | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|
| **Documento del Trabajo de Maestría** | | |
| **Sustentación Pública** | | |
| **CALIFICACIÓN TOTAL*** | **100%** | |
| **APROBADO** ☐ **APLAZADO** ☐ FIRMA: _____ FECHA: _____ | | |
| **Observaciones y Comentarios Generales:** | | |

* Como criterio general se recomienda aprobar el trabajo de grado si el estudiante obtiene una calificación mayor o igual a 4,5 (90%) considerando la evaluación del informe final y la sustentación pública. Si no, el estudiante debe corregir el informe considerando las observaciones realizadas y solicitar una nueva sustentación.

**DISTINCIONES QUE EL JURADO PUEDE RECOMENDAR AL CONSEJO ACADÉMICO:**

| **TRABAJO DE GRADO MERITORIO** | | **TRABAJO DE GRADO LAUREADO** | |
|---|---|---|---|
| a) El trabajo de grado contribuye eficientemente a la solución o mejoramiento en un campo o aspecto de la institución en que se ha desarrollado el trabajo, de manera que este representa cambios positivos y de relevancia en los indicadores de la organización. | SI☐ NO ☐ | a) El trabajo de grado contribuye eficientemente, a través del aporte de un producto u proceso de innovación, a la solución o mejoramiento en un campo o aspecto de la institución en que se desarrolló el trabajo de grado, de modo que este representa cambios positivos de relevancia en los indicadores de la organización | SI☐ NO ☐ |
| b) El autor ha finalizado el programa de maestría, en su totalidad, en el número de períodos académicos consecutivos previstos en el respectivo proyecto educativo. | SI ☐ NO ☐ | b) El autor ha finalizado el programa de maestría, en su totalidad, en el número de períodos académicos consecutivos previstos en el respectivo proyecto educativo. | SI☐ NO ☐ |
| ¿Recomienda otorgar la distinción **Trabajo de Grado Meritorio**? | SI☐ NO ☐ | ¿Recomienda otorgar la distinción **Trabajo de Grado Laureado**? | SI ☐ NO ☐ |
| **Consideraciones, Comentarios y Observaciones:** | | | |
| FIRMA: _____<br>FECHA: _____ | | | |

## 15.5 ANEXO V. RELACIÓN ENTRE PROPÓSITOS DEL PROGRAMA Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE DECLARADOS EN EL PERFIL DE EGRESO

| PERFIL DE EGRESO | PROPÓSITOS DEL PROGRAMA |
|---|---|
| El graduado del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS es un Magíster integral, con alto nivel de formación y capacidad técnica avanzada para solucionar problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, a partir de análisis rigurosos y críticos de los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales, utilizando principios, conceptos, técnicas, metodologías y herramientas vigentes propias del área, e integrando elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales, para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.<br><br>Durante todo el programa, el estudiante de la Maestría, según la línea de profundización seleccionada, desarrollará y/o consolidará las siguientes competencias cognitivas, procedimentales, y actitudinales- axiológicas:<br><br>1. Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br><br>2. Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br><br>3. Analiza los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales que se presentan en sistemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br><br>4. Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua.<br><br>5. Aplica procesos y metodologías de diseño de tecnologías para potabilización de agua o depuración de aguas residuales.<br><br>6. Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br><br>7. Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.<br><br>8. Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de | GENERAL<br><br>Formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental puedan contribuir con la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua; y, la prevención y el control de la contaminación por vertimientos de aguas residuales, bajo enfoques de Sostenibilidad, Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Servicios Ecosistémicos.<br><br>ESPECÍFICOS<br><br>- Formar profesionales que participen en la planeación, formulación gestión, ejecución y evaluación de proyectos relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental.<br><br>- Favorecer la aplicación de conocimientos, métodos, tecnologías y herramientas acordes al contexto, para la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua para consumo humano, la prevención y control de vertimientos por aguas residuales.<br><br>- Promover el desarrollo de habilidades para la solución técnica de problemas relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental, sin dejar de lado consideraciones de las dimensiones sociales, económicas, normativas e institucionales.<br><br>- Desarrollar en los profesionales habilidades para el trabajo colaborativo en equipos interdisciplinarios, y para incorporar la participación de diversos actores en la búsqueda de soluciones a los problemas relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental<br><br>- Fomentar el aprendizaje de forma continua y autónoma de teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. |

| | |
|---|---|
| sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br><br>9. Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social.<br><br>10. Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias.<br><br>Los graduados del programa podrán desempeñarse activamente en empresas, industrias, instituciones, y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del sector ambiental, así como realizar consultoría privada. | |

## 15.6 ANEXO VI. FORMATO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD EN EL AULA

Escuela de Ingeniería Civil — Universidad Industrial de Santander — CONSTRUIMOS FUTURO

**ENCUESTA CALIDAD EN EL AULA COHORTE ____**

La siguiente encuesta hace parte del proceso de mejoramiento que adelanta la Escuela sobre las actividades de enseñanza en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Apreciado estudiante, le invitamos a responder de manera objetiva y consciente cada pregunta o afirmación.

**PROFESOR: _____ ACTIVIDAD ACADÉMICA: _____**

**PLANIFICACIÓN**

1. El programa de la actividad académica[243] fue presentado al inicio de la misma, por el profesor de manera clara, indicando los temas, la metodología y la evaluación. — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

2. El profesor demuestra una preparación previa de las clases, temas y actividades que se desarrollan en el aula. — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

3. El profesor planifica diversas experiencias a desarrollar por los estudiantes dentro y fuera del aula. — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

**PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

4. Los métodos y recursos de enseñanza (diapositivas, ejercicios, talleres, quices, trabajos aplicados, clase magistral, videos, etc.) que ha usado el profesor han contribuido favorablemente al aprendizaje de los temas planteados para la actividad académica. — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

5. Cuál de los siguientes recursos ha facilitado en mayor medida su aprendizaje [puede seleccionar más de una opción]

Presentaciones orales: ____
Ejercicios en clase: _____
Talleres: ___
Trabajo grupal: ____
Quices: _____
Exámenes: _____
Evaluaciones orales: ___
Proyectos: ___
Sesiones de clase en línea: ___
Sesiones de clase en el aula física: ___

6. El docente comunica con claridad el conocimiento. — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

7. El docente demuestra conocimiento sobre los temas abarcados en la actividad académica. — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

**EVALUACIÓN**

_____ — De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR ☐

[243] Una actividad académica puede corresponder a: cátedra, seminario, trabajo de aplicación, electiva.

8. La evaluación de la actividad académica se hizo de acuerdo a lo planificado al inicio de la misma (método, porcentajes, temas, etc.).

9. Los temas evaluados fueron acordes con los objetivos de la actividad académica y se realizaron sobre temas trabajados previamente. ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

10. Los resultados de las evaluaciones fueron entregados para su retroalimentación y revisión. ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

**VALORES Y ACTITUDES**

11. La asistencia a las clases por parte del profesor se cumplió en un ☐ 50% ☐ 75% ☐ 90% ☐ 100%

12. Mi asistencia a las clases se cumplió en un ☐ 50% ☐ 75% ☐ 90% ☐ 100%

13. El profesor inició la clase y la finalizó según lo acordado ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

14. Mi asistencia a las clases fue siempre de manera puntual ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

15. Las clases no dictadas fueron recuperadas bajo acuerdo común [profesor-estudiantes] ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

16. Las clases se desarrollaron en torno al diálogo respetuoso y argumentativo ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

17. Adquirí o fortalecí los conocimientos y competencias definidos para la actividad académica? ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

18. Cumplí responsablemente con el trabajo independiente requerido por la actividad académica? ☐ De acuerdo ☐ Neutro ☐ Desacuerdo ☐ NS/NR

**OBSERVACIONES**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_

## 15.7 ANEXO VII. RESULTADOS ENCUESTA A PROFESIONALES INTERESADOS EN EL PROGRAMA

# Encuesta de interés Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| 54 | 09:43 | Cerrado |
|---|---|---|
| Respuestas | Tiempo medio para finalizar | Estado |

1. En el mediano o largo plazo ¿Cuán interesado/a estaría usted en cursar una maestría en el área de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental? (0 punto)

| | |
|---|---|
| Nada interesado/a | 0 |
| Poco interesado/a | 1 |
| Interesado/a | 27 |
| Muy interesado/a | 26 |



2. Si usted decidiera realizar estudios de maestría en el área antes mencionada. ¿Qué modalidad de clases preferiría que tuviese el programa a escoger? (0 punto)

| | |
|---|---|
| Modalidad presencial (Estudian... | 25 |
| Modalidad presencial remota (E... | 17 |
| Modalidad distancia-virtual (Los... | 12 |

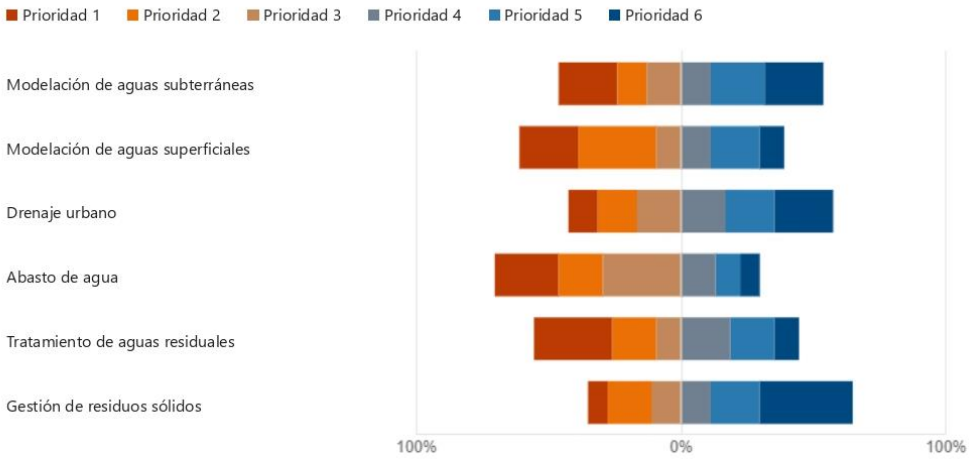


3. ¿Conoce el programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ofrecido en la Universidad Industrial de Santander? (0 punto)

| | |
|---|---|
| Si | 37 |
| No | 17 |



4. Si usted decidiera matricularse a la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS, ¿En cuáles líneas de profundización estaría interesado/a*? (Seleccione según orden de prioridad).* (0 punto)




5. ¿Cuál es el motivo para la selección de estas líneas de profundización? (0 punto)

54
Respuestas

Respuestas más recientes
*"Por el Medio en que me desempeño"*
*"Debido a mi experiencia, son líneas que representan mi interés en profundi...*
*" Por gusto "*

**9** encuestados (**17**%) respondieron **tema** para esta pregunta.



6. Si en la oferta académica no está considerado algún tema que sea de su interés, por favor indíquelo a continuación: (0 punto)

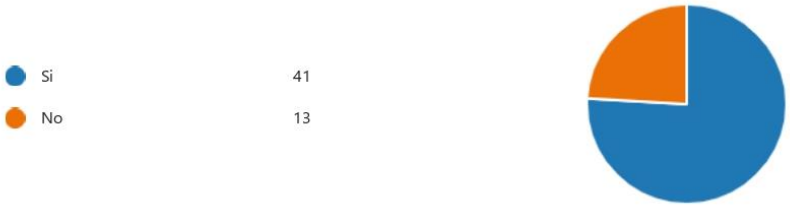
54
Respuestas

Respuestas más recientes
*"Estudio de las cuencas, y obras en ellas. Tipo de captaciones apropiadas de...*
*"No."*
*"Ningúno"*

**4** encuestados (**7**%) respondieron **temas** para esta pregunta.




7. Considera que el programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS debería articularse con un programa de especialización en la misma área temática? (0 punto)



## 15.8 ANEXO VIII. ANÁLISIS DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL PREGRADO QUE DEBE TENER EL ASPIRANTE A LA MAESTRÍA

La Tabla a continuación muestra la relación entre los conocimientos básicos del pregrado en Cálculo, Algebra Lineal, Física, Química y Estadística y las actividades académicas del plan de estudios de la Maestría.

| Actividad académica | Tipo | Actividad Académica Requisitos | Conocimientos básicos de pregrados afines | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Cálculo | Algebra Lineal | Física | Química | Estadística |
| Química Ambiental | | | | | | X | X |
| Procesos Ambientales | Obligatoria | Química Ambiental | | | | X | X |
| Hidrología y clima | Obligatoria | | X | X | X | | X |
| Sistemas de Información Geográfica | Obligatoria | | X | X | X | | X |
| Tratamiento de aguas residuales | Obligatoria | Procesos ambientales | X | X | X | X | X |
| Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | Electiva | Tratamiento de aguas residuales | X | X | X | X | X |
| Hidrogeología | Electiva | Hidrología y clima | X | X | X | X | X |
| Modelación de aguas subterráneas | Electiva | Hidrogeología | X | X | X | X | X |
| Sistemas de abastecimiento de agua | Electiva | - | X | X | X | | X |
| Diseño de plantas de potabilización | Electiva | Química ambiental | X | X | X | X | X |
| | Electiva | Sistemas de abastecimiento de agua | | | | | |
| Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | Electiva | Procesos ambientales | X | X | X | X | X |
| | Electiva | Hidrología y clima | | | | | |
| Modelación de la calidad del agua superficial | Electiva | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | X | X | X | X | X |

Para definir la formación de pregrado que pueden tener los aspirantes al Programa, se realizó un análisis de planes de estudio de las carreras a las que pueden pertenecer los aspirantes (se seleccionó una universidad ejemplo en cada carrera), donde se identifica que esté incluida la formación en las actividades académicas que aportan la formación en los conocimientos básicos requeridos para cursar el programa propuesto, tal como se evidencia a continuación:

**Ingeniería Civil UIS**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| VIDA Y CULTURA UNIVERSITARIA | 0 |
| TALLER DE LENGUAJE | 3 |
| GEOMETRIA DESCRIPTIVA | 4 |
| ALGEBRA LINEAL I | 4 |
| QUIMICA BASICA | 4 |
| CALCULO I | 4 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INGLES I | 4 |
| CULTURA FISICA Y DEPORTIVA | 1 |
| BIOLOGIA PARA INGENIEROS | 2 |
| FISICA I | 4 |
| CALCULO II | 4 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 2 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TOPOGRAFIA | 4 |
| INGLES II | 4 |
| ESTATICA | 4 |
| FISICA II | 4 |
| CALCULO III | 4 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| METODOS NUMERICOS | 3 |
| GEOLOGIA PARA INGENIEROS | 3 |
| MECANICA DE SOLIDOS | 4 |
| FISICA III | 4 |
| ECUACIONES DIFERENCIALES | 4 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| GEOMATICA | 3 |
| CARACTERIZACION DE MATERIALES I | 1 |
| ESTADISTICA APLICADA A LA INGENIERIA | 3 |
| ANALISIS ESTRUCTURAL | 5 |
| MECANICA DE FLUIDOS | 5 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INGENIERIA DEL TRANSITO | 2 |
| CARACTERIZACION DE MATERIALES II | 1 |
| MECANICA DE SUELOS I | 3 |
| DISEÑO DE HORMIGON ARMADO I | 4 |
| MATERIALES DE CONSTRUCCION | 2 |
| HIDROLOGIA | 3 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| DINAMICA ESTRUCTURAL | 3 |
| INGENIERIA ECONOMICA | 3 |
| FUNDACIONES I | 3 |
| DISEÑO DE HORMIGON ARMADO II | 3 |
| HIDRAULICA | 4 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| DISEÑO VIAL | 4 |
| DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS | 3 |
| CONSTRUCCION | 3 |
| ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS | 4 |
| DIRECCION EMPRESARIAL I | 3 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| DISEÑO DE PAVIMENTOS | 3 |
| TRABAJO DE GRADO I | 3 |
| ETICA CIUDADANA | 3 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 3 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 2 |

| NIVEL X | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRABAJO DE GRADO II | 7 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 6 |

**Ingeniería Ambiental UPB**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CÁLCULO DIFERENCIAL | 3 |
| ECOLOGÍA | 4 |
| INTRODUCCIÓN A LA QUIMICA AMBIENTAL | 1 |
| INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AMBIENTAL | 2 |
| BIOLOGÍA CELULAR | 3 |
| HUMANISMO Y CULTURA | 2 |
| LENGUA Y CULTURA | 2 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CÁLCULO INTEGRAL | 3 |
| GEOMETRIA ANALITICA | 3 |
| QUÍMICA AMBIENTAL I | 4 |
| BIOQUÍMICA | 4 |
| MICROBIOLOGÍA | 4 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CÁLCULO MULTIVARIABLE | 3 |
| MECÁNICA | 4 |
| QUÍMICA AMBIENTAL II | 4 |
| BIODIVERSIDAD | 3 |
| ESTADISTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIA | 4 |
| ÉTICA GENERAL | 1 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| ECUACIONES DIFERENCIALES | 3 |
| ALGEBRA LINEAL | 3 |
| MECANICA DE FLUIDOS | 3 |
| TERMODINÁMICA | 4 |
| OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS | 3 |
| CRISTOLOGÍA BÁSICA | 2 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| HIDRÁULICA DE CANALES | 4 |
| HIDROLOGÍA | 3 |
| OPTATIVA I | 3 |
| DEGRADACIÓN DE SUELOS | 2 |
| DIBUJO PARA INGENIERÍA | 3 |
| CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA | 1 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE | 4 |
| TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL | 4 |
| OPTATIVA II | 2 |
| SANEAMIENTO | 3 |
| GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS | 3 |
| EMPRENDERISMO Y RESPONSABILIDAD SOCIAL | 2 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN | 2 |
| OPTATIVA III | 3 |
| OPTATIVA IV | 3 |
| TÉCNICAS DE REMEDIACIÓN DE SUELOS | 3 |
| SISTEMA DE CONTROL ATMOSFÉRICO | 3 |
| ELECTIVA I | 1 |
| ÉTICA PROFESIONAL | 3 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| REQUISITO DE TRABAJO DE GRADO I | 4 |
| GERENCIA AMBIENTAL | 3 |
| EVALUACIÓN DE PROYECTOS | 3 |
| IMPACTO AMBIENTAL | 3 |
| OPTATIVA V | 3 |
| - | - |

**Ingeniería Sanitaria Univalle**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Cálculo I | 4 |
| Introducción a la IngenieríaSanitaria y Ambiental | 2 |
| Química Fundamental | 3 |
| Dibujo en Ingeniería | 3 |
| Introducción a la Tecnología Informática | 2 |
| Lectura de Textos Académicos en Inglés I | 3 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Cálculo II | 3 |
| Física I | 3 |
| Química Orgánica General | 3 |
| Biología General | 2 |
| Álgebra Lineal | 3 |
| Lectura de Textos Académicos en Inglés II | 3 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Cálculo III | 3 |
| Experimentación Física I | 1 |
| Físico-Química Ambiental | 3 |
| Física II | 3 |
| Fundamentos de Ecología | 3 |
| Algoritmia y Programación | 3 |
| Español | 2 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Ecuaciones Diferenciales | 3 |
| Experimentación Física II | 1 |
| Química Ambiental Para ISA | 3 |
| Microbiología y Parasitología Ambiental | 4 |
| Fundamentos de Estadística | 3 |
| Balance de Materia y Energía | 3 |
| Deporte Formativo | 3 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Fundamentos de Fluidos | 3 |
| Fundamentos de Suelo | 3 |
| Procesos Ambientales I | 3 |
| Laboratorio Química Ambiental | 2 |
| Topografía e Inf. Satelital | 3 |
| Epidemiología Ambiental | 2 |
| Filosófico, artístico | 3 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Hidráulica | 3 |
| Procesos Ambientales II | 3 |
| Saneamiento Ambiental | 3 |
| Gestión Ambiental para ISA | 3 |
| Participación Comunitaria en I.S.A. | 3 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Hidrología | 3 |
| Ecología Industrial | 2 |
| Laboratorio Procesos Ambientales | 3 |
| Abasto de Aguas | 3 |
| Contaminación Atmosférica | 3 |
| Fundamentos de Gestión de Tecnología | 2 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Seminario de Investigación | 1 |
| Diseño Plantas | 3 |
| Residuos Sólidos | 3 |
| Residuos Sólidos | 2 |
| EP 1 Electiva Profesional | 3 |
| EP 2 Electiva Profesional | 3 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Trabajo de Grado I | 2 |
| Remoción de Aguas | 3 |
| Gestión en Salud Ambiental | 2 |
| Evaluación y Admón. De Proyectos | 2 |
| Construcciones en ISA | 3 |
| EP 3 Electiva Profesional | 3 |

| NIVEL X | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| Trabajo de Grado II | 5 |
| Instalaciones Hidrosanitarias | 3 |
| Diseño de PTAR | 3 |
| EP 4 Electiva Profesional | 3 |
| - | - |

**Ingeniería Química UIS**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INTRODUCCION A LA ING QUIMICA | 2 |
| VIDA Y CULTURA UNIVERSITARIA | 0 |
| TALLER DE LENGUAJE | 3 |
| CULTURA FISICA Y DEPORTIVA | 1 |
| ALGEBRA LINEAL I | 4 |
| QUIMICA I | 4 |
| CALCULO I | 4 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INGLES I | 4 |
| QUIMICA II | 4 |
| GEOMETRIA DESCRIPTIVA | 4 |
| FISICA I | 4 |
| CALCULO II | 4 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| BASES INFORMATICAS | 2 |
| INGLES II | 4 |
| QUIMICA III | 4 |
| FISICA II | 4 |
| CALCULO III | 4 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| ANALISIS DE VARIABLES DE PROCESO | 0 |
| FISICA III | 3 |
| ESTEQUIOMETRIA | 4 |
| ECUACIONES DIFERENCIALES | 4 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 4 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| MANEJO DE FLUIDOS Y SOLIDOS | 4 |
| METODOS EN ING QUIMICA I | 3 |
| TERMODINAMICA I | 4 |
| ESTRUCTURA Y PROP. DE LOS MATERIALES | 4 |
| FENOMENOS DE TRANSPORTE I | 4 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| FISICOQUIMICA | 3 |
| METODOS ING QUIMICA II | 3 |
| TERMODINAMICA II | 4 |
| NANOTECNOLOGIA | 4 |
| FENOMENOS DE TRANSPORTE II | 4 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INGENIERIA COMPUTACIONAL | 3 |
| LAB DE PROCESOS I | 2 |
| BIOPROCESOS I | 3 |
| DISEÑO DE REACTORES | 4 |
| INGENIERIA ECONOMICA | 3 |
| OPERACIONES UNITARIAS I | 4 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| GESTION DE PROYECTOS | 3 |
| SINTESIS Y ANAL DE PROCESOS QUIMICOS | 3 |
| BIOPROCESOS II | 3 |
| CONTROL DE PROCESOS QUIMICOS | 4 |
| OPERACIONES UNITARIAS II | 4 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CREACION DE EMPRESAS | 3 |
| LABORATORIO DE PROCESOS II | 2 |
| TRABAJO DE GRADO I | 1 |
| ANALISIS DE PROCESOS | 4 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 3 |

| NIVEL X | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRABAJO DE GRADO II | 6 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 3 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 2 |

**Geología UIS**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| VIDA Y CULTURA UNIVERSITARIA | 0 |
| TALLER DE LENGUAJE | 3 |
| INTRODUC. A LAS GEOCIENCIAS | 3 |
| ALGEBRA LINEAL I | 4 |
| ETICA CIUDADANA | 3 |
| QUIMICA I | 4 |
| CALCULO I | 4 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CULTURA FISICA Y DEPORTIVA | I |
| MINERALOGIA I | 4 |
| QUIMICA II | 4 |
| GEOMETRIA DESCRIPTIVA | 4 |
| FISICA I | 4 |
| CALCULO II | 4 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INGLES I | 4 |
| BIOLOGIA PARA GEOLOGIA | 2 |
| CARTOGRAFIA | 3 |
| MINERALOGIA II | 4 |
| FISICA II | 4 |
| CALCULO III | 4 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| INGLES II | 0 |
| PALEONTOLOGIA I | 3 |
| SEDIMENTOLOGIA PARA GEOLOGOS | 4 |
| METODOS GEOFISICOS | 4 |
| FISICA III | 4 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| GEOLOGIA ESTRUCTURAL | 4 |
| GEOMORFOLOGIA | 4 |
| ESTRATIGRAFIA | 4 |
| PETROLOGIA IGNEA | 4 |
| TELEDETECCION | 4 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| GEOESTADISTICA | 3 |
| CAMPO I | 4 |
| PETROLOGIA METAMORFICA | 4 |
| GEOLOGIA HISTORICA | 4 |
| SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA(SIG) | 3 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 2 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TECNICAS DE ANALISIS INSTRUMENTAL | 3 |
| CAMPO II | 4 |
| GEOQUIMICA | 4 |
| HIDROGEOLOGIA | 4 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 2 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| GEOLOGIA DE HIDROCARBUROS | 4 |
| YACIMIENTOS MINERALES | 4 |
| ECONOMIA DE LOS GEORECURSOS | 3 |
| GEOLOGIA AMBIENTAL | 4 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 4 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| GEOLOGIA DE COLOMBIA | 4 |
| TRABAJO DE GRADO I | 3 |
| DIRECCION EMPRESARIAL I | 3 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 8 |

| NIVEL X | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRABAJO DE GRADO II | 7 |
| - | - |
| - | - |

**Química UIS**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| QUIMICA I | 4 |
| VIDA Y CULTURA UNIVERSITARIA | 0 |
| LABORATORIO I DE QUIMICA | 2 |
| TALLER DE LENGUAJE | 3 |
| INGLES I | 4 |
| ALGEBRA LINEAL I | 4 |
| CALCULO I | 4 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| QUIMICA II | 4 |
| LABORATORIO II DE QUIMICA | 3 |
| ESTADISTICA PARA QUIMICOS | 3 |
| FISICA I | 4 |
| CALCULO II | 4 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 3 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| LAB I DE ANALISIS QUIMICO | 3 |
| ANALISIS QUIMICO I | 3 |
| INGLES II | 4 |
| FISICA II | 4 |
| CALCULO III | 4 |
| ASIGNATURA DE CONTEXTO | 3 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| LAB II DE ANALISIS QUIMICO | 2 |
| ANALISIS QUIMICO II | 4 |
| ESTRUCTURAS Y ENLACES | 4 |
| CULTURA FISICA Y DEPORTIVA | 1 |
| FISICA III | 4 |
| ECUACIONES DIFERENCIALES | 4 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| LAB III DE ANALISIS QUIMICO | 2 |
| ANALISIS QUIMICO III | 4 |
| LAB I DE QUIMICA ORGANICA | 3 |
| QUIMICA ORGANICA I | 5 |
| SEMINARIO I | 1 |
| INTRODUCCION A LA QCA CUANTICA | 4 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| LAB. II DE QUIMICA ORGANICA | 3 |
| QUIMICA ORGANICA II | 5 |
| BIOLOGIA CELULAR | 3 |
| LAB. I DE FISICOQUIMICA | 3 |
| TERMODINAMICA | 4 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| LAB I DE QUIMICA INORGANICA | 2 |
| QUIMICA INORGANICA I | 3 |
| LABORATORIO DE BIOQUIMICA | 3 |
| BIOQUIMICA | 4 |
| LAB. II DE FISICOQUIMICA | 3 |
| EQUILIBRIO Y CINETICA | 3 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| QUIMICA AMBIENTAL | 3 |
| LAB. II DE QUIMICA INORGANICA | 3 |
| QUIMICA INORGANICA II | 3 |
| SEMINARIO II | 3 |
| LAB. TECNOLOGIA QUIMICA | 2 |
| TECNOLOGIA QUIMICA | 4 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRABAJO DE GRADO I | 3 |
| ETICA CIUDADANA | 3 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 8 |

| NIVEL X | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRABAJO DE GRADO II | 7 |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS | 4 |

**Ingeniería geológica UNAL**

| NIVEL I | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CALCULO DIFERENCIAL | 4 |
| GEOMETRIA ANALITICA Y VECTORIAL | 4 |
| QUIMICA GENERAL | 3 |
| GEOLOGIA FISICA | 4 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| INGLES I | 3 |

| NIVEL II | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| CALCULO INTEGRAL | 4 |
| ALGEBRA LINEAL | 4 |
| FISICA MECANICA | 4 |
| MECANISMOS DE PROGRAMACION | 3 |
| MINERALOGIA | 4 |
| INGLES II | 3 |

| NIVEL III | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| ESTADISTICA I | 4 |
| OPTATIVA | 4 |
| OPTATIVA | 4 |
| MINERALOGIA OPTICA | 3 |
| ELEMENTOS DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL | 3 |
| INGLES III | 3 |

| NIVEL IV | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| PETROLOGIA SEDIMENTARIA | 3 |
| OPTATIVA | 4 |
| GEOLOGIA DE CAMPO I | 3 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| INGLES IV | 3 |

| NIVEL V | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| MECANICA APLICADA | 3 |
| PETROLOGIA | 3 |
| PETROLOGIA IGNEA | 3 |

| NIVEL VI | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| DEPOSITOS MINERALES Y METALOGENIA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| GEOTECNIA | 3 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| SEMINARIO DE PROYECTOS I | 3 |

| NIVEL VII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| GEOLOGIA DE CAMPO II | 4 |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |

| NIVEL VIII | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| OPTATIVA | 3 |
| GEOLOGIA DE CAMPO III | 3 |
| OPTATIVA | 4 |
| SEMINARIO DE PROYECTOS II | 3 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| OPTATIVA | 3 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| LIBRE ELECCION | 4 |

| NIVEL IX | |
|---|---|
| Actividad académica | Créditos |
| TRABAJO DE GRADO | 6 |
| OPTATIVA | 3 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| LIBRE ELECCION | 4 |
| SEMINARIO DE PROYECTOS III | 4 |

## 15.9 ANEXO IX. INFORME DE AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA (2017-II A 2021-I)

# MAESTRÍA EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

## INFORME DE AUTOEVALUACIÓN

Ventana de tiempo: (2017-II a 2021-1)

FACULTAD DE FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, 2021

| REGISTRO HISTÓRICO DEL DOCUMENTO | | |
|---|---|---|
| **VERSIÓN** | **FECHA** | **DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO** |
| 01 | | Versión Inicial |

| **ELABORADO POR:** | **APROBADO POR:** |
|---|---|
| PhD. Isabel Cristina Domínguez Rivera<br>*Coordinadora*<br>*Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental*<br><br>PhD. Angélica Corzo Hernández<br>*Profesional área de Calidad - Escuela de Ingeniería Civil* | Consejo de Escuela de Ingeniería Civil<br>Acta 01 de enero 17 de 2022 |

# CONTENIDO


pág.

**PRESENTACIÓN** **9**

**1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA UIS Y DEL PROGRAMA** **10**

1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA UIS 10

1.1.1 MISIÓN DE LA UIS 10

1.1.2 VISIÓN DE LA UIS 11

1.1.3 PROYECTO INSTITUCIONAL 12

1.1.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA UIS 16

1.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROGRAMA 18

1.2.1 MISIÓN DE LA ESCUELA 18

1.2.2 VISIÓN DE LA ESCUELA 18

1.2.3 RESEÑA HISTÓRICA DE LA ESCUELA 18

1.2.4 INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROGRAMA 20

1.2.5 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA 20

1.2.6 PERFIL DE FORMACIÓN 21

1.2.7 OBJETO DE CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA 22

1.2.8 PLAN DE ESTUDIOS 22

1.2.9 PROFESORES DEL PROGRAMA 24

1.2.10 ESTUDIANTES DEL PROGRAMA 25

1.2.11 GRADUADOS DEL PROGRAMA 25

1.2.12 RELACIÓN DEL PROGRAMA CON OTROS PROGRAMAS DE LA UIS 26

**2 PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN** **27**

2.1 METODOLOGÍA 27

2.1.1 MODELO DE AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA 28

2.1.2 RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 30

2.1.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 32

**3 RESULTADOS DE LA AUTOEVALUACIÓN** **35**

3.1 FACTOR 1. CUMPLIMIENTO DE LOS PROPÓSITOS DEL PROGRAMA Y SU COHERENCIA CON LA MISIÓN Y VISIÓN DE LA UNIVERSIDAD 35

3.1.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 1 35

3.1.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 1 38
3.2 FACTOR 2. ESTUDIANTES 39
3.2.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 2 39
3.2.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 2 49
3.3 FACTOR 3. PROFESORES 51
3.3.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 3 51
3.3.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 3. 65
3.4 FACTOR 4. PROCESOS ACADÉMICOS Y LINEAMIENTOS CURRICULARES 67
3.4.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 4 67
3.4.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 4 83
3.5 FACTOR 5. INVESTIGACIÓN: CALIDAD, PERTINENCIA Y PRODUCCIÓN. 85
3.5.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 5 85
3.5.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 5. 101
3.6 FACTOR 6. ARTICULACIÓN CON EL ENTORNO Y CAPACIDAD PARA GENERAR PROCESOS DE INNOVACIÓN. 103
3.6.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 6 103
3.6.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 6. 109
3.7 FACTOR 7. INTERNACIONALIZACIÓN, ALIANZAS ESTRATÉGICAS E INSERCIÓN EN REDES CIENTÍFICAS GLOBALES. 110
3.7.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 7 110
3.7.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 7. 117
3.8 FACTOR 8. BIENESTAR Y AMBIENTE INSTITUCIONAL. 118
3.8.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 8 118
3.8.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 8. 121
3.9 FACTOR 9. GRADUADOS Y ANALISIS DE IMPACTO DEL PROGRAMA. 122
3.9.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 9 122
3.9.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 9. 125
3.10 FACTOR 10. RECURSOS FÍSICOS Y GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA. 126
3.10.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 10 126
3.10.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 10. 135
**4 CONCLUSIÓN DE LA CALIDAD DEL PROGRAMA 137**
**ANEXOS**

# LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Información básica del programa ....20
Tabla 2. Plan de Estudios ....23
Tabla 3. Asignaturas Electivas ....24
Tabla 4.Profesores del Programa....25
Tabla 5.Estudiantes del programa....25
Tabla 6.Modelo de autoevaluación ....28
Tabla 7. Escala y criterios de calificación....31
Tabla 8. Diligenciamiento de Encuestas....31
Tabla 9 Ponderación de los parámetros para la selección de admitidos al programa ....40
Tabla 10. Criterios de la entrevista....41
Tabla 11. Caracterización de los estudiantes admitidos por cohorte....43
Tabla 12. Desempeño de los estudiantes por cohorte....46
Tabla 13. Tasa de deserción del programa por cohorte....46
Tabla 14. Tiempo promedio de duración por cohorte para la obtención del grado. ....48
Tabla 15. Desempeño de los graduados por cohorte....49
Tabla 16. Profesores del programa que han participado en actividades de movilidad. ....51
Tabla 17. Distinciones académicas o científicas de los profesores. ....52
Tabla 18. Vinculación o experiencia de los profesores en el sector productivo....54
Tabla 19. Resumen publicaciones de profesores del programa....56
Tabla 20. Relación de estudiante por directores de trabajos de grado en el programa. ....57
Tabla 21. Estrategias para el acompañamiento y seguimiento de los estudiantes por parte de los directores o codirectores de trabajos de grado. ....70
Tabla 22. Espacios académicos para estudiar el entorno....72
Tabla 23. Títulos de propuesta de trabajos de grado de los estudiantes según línea de profundización....74
Tabla 24. Convenios con universidades internacionales ....76
Tabla 25. Convenios con universidades nacionales....79
Tabla 26. Convenios activos con redes nacionales ....80
Tabla 27. Grupos de investigación que apoyan el programa ....89
Tabla 28. Resultados Convocatoria 833 de COLCIENCIAS ....92

Tabla 29. Proyectos de investigación relacionados con el programa que han desarrollado los grupos de investigación de soporte directo ..... 93
Tabla 30. Trabajos de aplicación de los estudiantes de la Maestría ..... 94
Tabla 31. Participación de los profesores en los grupos de investigación que apoyan las actividades del programa ..... 95
Tabla 32. Descripción de la producción según profesor ..... 100
Tabla 33. Contratos firmados con actores sociales del entorno para realizar investigación o servicios de consultoría. ..... 107
Tabla 34. Encuentros académicos nacionales o internacionales ofrecidos en el programa. ..... 112
Tabla 35. Movilidad Internacional Profesores 2017-II a 2021-I ..... 114
Tabla 36. Profesores Visitantes 2017-II a 2021-I ..... 114
Tabla 37. Productos de investigación realizados en conjunto con universidades, institutos o centros de investigación extranjeros. ..... 115
Tabla 38. Caracterización de los graduados del Programa. ..... 124
Tabla 39. Personal administrativo al servicio Programa. ..... 130
Tabla 40. Ejecución del presupuesto del Programa en el periodo de evaluación. ..... 132
Tabla 41 Resumen del plan de mejoramiento del programa ..... 140
Tabla 42. Plan de mejoramiento Acción 1 ..... 141
Tabla 43. Plan de mejoramiento Proyecto 1 ..... 142
Tabla 44. Plan de mejoramiento Acción 2 ..... 143
Tabla 45. Plan de mejoramiento Proyecto 2 ..... 144
Tabla 46. Plan de mejoramiento Proyecto 3 ..... 145
Tabla 47. Plan de mejoramiento Proyecto 4 ..... 147

# LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Línea de tiempo de la creación de programas académicos en la Escuela de Ingeniería Civil ..... 19

Figura 2 Estructura curricular ..... 23

Figura 3 Valoración desempeño docente ..... 55

Figura 4 Red de Apoyo para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos, RAEMA. ..... 81

# SIGLAS

ARPRUIS: Asociación Recreativa de Profesores de la UIS.

CEDEDUIS: Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS.

CENTIC: Centro de Tecnologías de Información y Comunicación

CNA: Consejo Nacional de Acreditación.

COOPRUIS: Cooperativa de Profesores de la UIS.

EIC: Escuela de Ingeniería Civil

FAVUIS: Fondo de Ahorro y Vivienda de la UIS

GPH: Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

INME: Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción

IPRED: Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia.

MEN: Ministerio de Educación Nacional.

PAD: Puntos de Actividad Docente.

PDI: Plan de Desarrollo Institucional.

PEP: Proyecto Educativo del Programa.

RAEMA: Red de Apoyo para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos.

SGI: Sistema de Gestión Integrado.

UAA: Unidades Académicas y Administrativas

UIS: Universidad Industrial de Santander.

VIE: Vicerrectoría de Investigación y Extensión

# PRESENTACIÓN

La Escuela de Ingeniería Civil (EIC) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) asumió el compromiso de formar profesionales en el área avanzada de los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental para contribuir con la prevención, reducción y control de los efectos antrópicos y naturales sobre la calidad de vida de las personas y preservación del ambiente. Por lo anterior, creó el programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental con el aval de la UIS a través del Acuerdo del Consejo Académico N° 220 del 26 de julio de 2016; posteriormente, el Ministerio de Educación Nacional otorgó al programa el registro calificado mediante Resolución No.11420 del 31 de enero de 2017 por un periodo de 7 años.

Dentro de la cultura del mejoramiento continuo, los procesos de autoevaluación de los programas de pregrado y maestría de la EIC, se constituyen en punto de referencia para alcanzar la excelencia académica y contribuir de esta manera, con la formación de estudiantes con altos estándares de calidad. Con este compromiso, la EIC, realizó durante el año 2021 la primera autoevaluación del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, cuyos resultados se compilan en el presente informe.

Este documento presenta en su primer capítulo los aspectos generales de la Universidad Industrial de Santander UIS y del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, seguidamente se describe el proceso metodológico que se siguió para llevar a cabo la autoevaluación del programa; en el capítulo tercero se describen los resultados del proceso de autoevaluación y su respectivo plan de mejoramiento.

La ventana de tiempo definida por la comunidad académica del programa para el proceso de autoevaluación abarca los períodos desde el 2017-II hasta el 2021-I.

# 1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA UIS Y DEL PROGRAMA

## 1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA UIS

La Universidad Industrial de Santander (UIS) es una institución de educación superior construida con el compromiso de varias generaciones para hacer de ella el patrimonio cultural más importante del departamento de Santander y del nororiente colombiano. En los siguientes apartes se presenta la misión, la visión y el proyecto institucionales, así como, de manera sucinta, el crecimiento sostenido durante los 73 años de vida institucional.

Vale la pena destacar que la UIS estuvo inmersa durante los años 2016 a 2019 en la apuesta de actualizar el Proyecto Institucional (PI) y construir el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030 (PDI), acciones que exigieron pensar y actualizar la misión y visión de la institución. El PI fue aprobado mediante Acuerdo N° 26 de septiembre de 2018 del Consejo Superior y el PDI 2019-2030 mediante Acuerdo N° 47 de octubre de 2019 del Consejo Superior.

Lo anterior implica que, durante la ventana de tiempo que abarca el proceso de autoevaluación (2017-II a 2021-I), el desarrollo del programa estuvo orientado de la siguiente manera:

- Hasta 2018-II, por el PI 2001 y la respectiva misión, así como por la visión declarada en el PDI 2008-2018.

- A partir de 2019-I, por el PI 2018, y la misión y la visión declaradas en este.

### 1.1.1 MISIÓN DE LA UIS

A lo largo de los 73 años de historia, la institución ha repensado, en diferentes momentos, los propósitos colectivos que se han viabilizado en actividades y proyectos para el fortalecimiento permanente de la universidad y el desarrollo con calidad de las funciones misionales. Estos propósitos son declarados en la misión Institucional.

#### 1.1.1.1 Misión 2000

> La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa en un proceso de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.
>
> Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.
>
> Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso

de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida[1].

#### 1.1.1.2 Misión 2018

La Universidad Industrial de Santander es una institución pública que forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno. Este obrar institucional, dinamizado con redes diversas y abiertas de conocimiento y aprendizaje, busca el fortalecimiento de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir[2].

### 1.1.2 VISIÓN DE LA UIS

La visión de la universidad señala los fines y las metas posibles en el futuro próximo que identifican una imagen de la UIS con la cual está comprometida toda la comunidad universitaria y que exige la confrontación y transformación permanente del presente.

#### 1.1.2.1 Visión 2008

Como visión general en el año 2018, la Universidad Industrial de Santander se habrá fortalecido en su carácter público, aportando al desarrollo político, cultural, social y económico del país, como resultado de un proceso de generación y adecuación de conocimiento en el cual la investigación constituye el eje articulador de sus funciones misionales.

La Universidad habrá desarrollado exitosamente una política de crecimiento vertical, mediante la cual se crearán y consolidarán programas de maestría y doctorado de alta calidad, sustentados en procesos de investigación pertinente para la región y el país.

La Institución habrá contribuido al desarrollo regional, mediante la formación del talento humano, la investigación y la extensión, reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida, la competitividad internacional y el crecimiento económico. Como parte de este proceso, se ampliará la cobertura con la creación y consolidación de programas misionales pertinentes y soportes estratégicos en su sede central y en sus sedes regionales tanto a nivel profesional como a nivel tecnológico, atendiendo a la política de formación por ciclos aprobada por el Consejo Superior.

La Universidad habrá consolidado una política de articulación global que le ha permitido incrementar de manera significativa los resultados de sus procesos misionales mediante la cooperación con instituciones educativas y de investigación de alto prestigio, empresas,

[1] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 015 de 2000. Proyecto Institucional. Pág. 18.
[2] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 29.

entidades gubernamentales, egresados y otros entes públicos y privados nacionales e internacionales.

La Universidad habrá fortalecido en toda su organización una cultura de gestión de alta calidad de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo.

Como resultado de la actualización permanente de sus programas académicos, la Universidad forma personas con las competencias apropiadas para liderar el desarrollo económico y social y para realizar proyectos educativos e investigativos, que contribuyan al logro de las metas de desarrollo del país y a la consolidación de una sociedad del conocimiento a nivel regional, nacional e internacional.

La Institución habrá consolidado su estabilidad financiera y modernizado su infraestructura física y tecnológica[3].

#### 1.1.2.2 Visión 2018

Para el año 2030 la Universidad Industrial de Santander será reconocida en el entorno nacional e internacional como una comunidad intelectual, ética y diversa, que educa para interpretar los desafíos del mundo, que es abierta a nuevas formas de pensamiento y que gestiona el conocimiento para el avance y la transformación de la sociedad y la cultura hacia el mejoramiento de la calidad de vida. La UIS, a fin de fortalecer la naturaleza pública que le es propia, habrá actuado de manera significativa y acorde con los derechos humanos para la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia[4].

### 1.1.3 PROYECTO INSTITUCIONAL

El proyecto institucional constituye el marco de referencia y orienta las acciones institucionales.

#### 1.1.3.1 PI 2000

El Proyecto Institucional[5] (PI) de la UIS, promulga las políticas generales de la institución y las estrategias para la operacionalización de las mismas. Establece, como principios orientadores para las reformas académicas de los programas, la formación integral, la investigación, la vigencia social, la flexibilidad e interdisciplinariedad, la pedagogía dialógica y la formación permanente.

Las políticas generales de la UIS declaradas en el PI son:

[3] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 080 de 2007. Plan de Desarrollo Institucional 2008-2018. Pág. 3.
[4] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 30.
[5] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 015 de 2000. Proyecto Institucional.

- Construcción de la comunidad universitaria. “Se trata de construir la identidad y sentido de pertenencia a la UIS, basados en la constitución de un compromiso colectivo de asimilación y cumplimiento de los propósitos definidos en la misión de la Institución”.

- Responsabilidad social. “Se trata de asumir plenamente, la condición pública de la Universidad para responder a la necesidad nacional de formación de alta calidad y pertinencia, generando en su seno los saberes, las actitudes y prácticas innovadoras que permitan pensar y transformar el país y la región con sentido ético y responsabilidad política”.

- Cultura de la investigación. Con el propósito de “hacer de la investigación la cultura básica de todos los universitarios para que el espíritu científico impregne todas nuestras acciones académicas, sociales y prácticas profesionales, pues la pertinencia social de las comunidades universitarias en el mundo globalizado depende de su capacidad para ofrecer la formación de los ciudadanos que se necesitan para dar respuestas efectivas, desde las ciencias y mediante las ciencias a los grandes problemas de la sociedad”.

- Desempeño integral de los docentes. Hace referencia a que “los docentes deben asumir con compromiso y conciencia plena de su responsabilidad ética y social, el papel de orientadores del proceso de aprendizaje y ser los maestros que apoyan la formación integral de los estudiantes. Para ello deberán articular en su desempeño las funciones de docencia, investigación y extensión, pues sólo así podrán evidenciar los objetivos sociales del aprendizaje y su propósito último de contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y la sociedad”.

- Mejoramiento de la calidad y pertinencia de los programas académicos. Es la apuesta a que “los programas académicos ofrecidos por la Universidad en todas sus sedes y bajo las diversas modalidades, deben estar comprometidos con un proceso permanente de mejoramiento de su calidad y pertinencia. La autoevaluación y evaluación externa asegurarán la excelencia académica y la vigencia social de los programas”.

- Pedagogía para la formación integral. Establece la pedagogía dialógica “como norma de acción académica y como principio de democracia participativa, la cual exige reconocer en la práctica la autonomía de los estudiantes para que asuman por sí mismos los procesos de aprendizaje y de formación integral”.

- Eficacia y eficiencia de las acciones universitarias. “Se trata de propiciar un compromiso colectivo con el prudente manejo de los recursos, con un sentido de la racionalización en todos los procesos y unos propósitos de eficacia y eficiencia en la realización de las tareas institucionales”.

- Ampliación de cobertura. Compromiso de apostarle a “la ampliación de cobertura con nuevos programas de pre y posgrado, deberá darse en todas sus sedes, con el propósito

de apoyar el desarrollo regional y el avance científico y tecnológico, fortaleciendo así una política social de admisión a la universidad".

- La UIS: proyecto cultural. Dado que la UIS se concibe en sí misma como un proyecto cultural de la nación colombiana "esta política obliga a desarrollar los propósitos culturales formulados en la misión: formar personas de alta calidad ética, política y profesional, es decir, desarrollar la cultura del ejercicio responsable de la ciudadanía, la cultura ética de la modernidad de Occidente, y las culturas del decir y del hacer correspondiente a los ejercicios profesionales…; también, construir una cultura de la investigación científica, conservar el legado cultural de la nación y de la Humanidad, pero igualmente innovar la cultura de la nación...; finalmente, es parte de la política cultural la participación de la comunidad universitaria en los procesos de cambio social actualmente en discusión, para modernizar la vida nacional y mejorar su calidad".

- Internacionalización. "Se trata de asumir la educación superior en el contexto moderno de la globalización y con espíritu crítico crear las condiciones necesarias para posicionar la Universidad Industrial de Santander en una activa interrelación con las comunidades académicas internacionales".

- Relación permanente con los egresados. Tiene que ver con "reconocer a los egresados como miembros activos de la comunidad universitaria, respetando su autonomía y confiando en su capacidad para apoyar el desarrollo y el fortalecimiento de la institución, así mismo su contribución al progreso nacional. Parte de esta política es la organización de la oferta de educación permanente para este sector de la comunidad universitaria y la invitación a su participación en todas las actividades institucionales".

- Política financiera. La apunta a que a la institución debe intervenir decididamente ante el Estado, para incrementar la financiación a la universidad estatal como reconocimiento a su buen desempeño en las funciones de formación, investigación y extensión. La universidad debe apuntarle a que la generación de recursos propios debe ser el resultado del desarrollo con calidad de las funciones misionales y de la oferta de servicios que no pierde de vista la misión de la institución. Finalmente, "parte de la política financiera es la de permanente racionalización del gasto, congruente con la política de eficacia y eficiencia en la utilización de los recursos disponibles".

- Política organizacional. "Se trata de disponer de los recursos y de conducir el desarrollo universitario hacia el cumplimiento de las metas y objetivos institucionales en el marco de la ley y en correspondencia con los desarrollos de la ciencia y de la tecnología, profundizando la cultura de la organización inteligente, con una gestión descentralizada, flexible, autónoma y responsable".

### 1.1.3.2 PI 2018

Este Proyecto Institucional[6] es una guía del quehacer de la Universidad Industrial de Santander, que se enmarca en la autonomía y el carácter público de la Institución. Declara la misión (cf. numeral 1.1.1.2), la visión (cf. numeral 1.1.2.2), los valores y los principios que orientan las funciones misionales y el actuar de la comunidad universitaria.

Los principios y valores son: Dignidad; Ética de la responsabilidad pública; Legalidad y legitimidad; Solidaridad, inclusión y equidad; Actitud dialógica, tolerante y pluralista; Protagonismo académico; Eficiencia, transparencia y corresponsabilidad en la gestión de los recursos; Autonomía, cuidado y defensa de lo público; Sostenibilidad social y ambiental, construcción de paz y vivencia de los derechos humanos; Autocuidado, Cultura de innovación; Confianza e inteligencia colectiva; Cosmopolitismo y universalidad; Libertad de cátedra y de aprendizaje; Manejo responsable de la información y del conocimiento.

Adicionalmente, el proyecto Institucional direcciona el devenir institucional en seis enfoques estratégicos, los cuales describen las oportunidades de desarrollo, el compromiso institucional y el logro de propósitos desarrollados en la visión, la misión y, los valores y principios. Los enfoques estratégicos de la UIS son:

- Formación integral e innovación pedagógica: contempla todo lo relacionado con la formación integral de los estudiantes y profesores; metodologías, herramientas y diseño de experiencias de aprendizaje que permitan desarrollar todas las dimensiones de los sujetos que intervienen en el proceso de formación.

- Investigación e innovación como ejes articuladores de las funciones misionales: aborda el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de investigación, los procesos de innovación y la gestión del conocimiento para impactar positivamente a toda la sociedad.

- Cultura de la excelencia académica: postula a la excelencia como el eje que oriente todo el quehacer institucional, que permee todos los procesos incluyendo la gestión administrativa. Asimismo, fortalece y resalta el compromiso de la Universidad por acreditar sus programas y mantener su calidad.

- Cohesión social y construcción de comunidad: considera el bienestar de la comunidad universitaria y la comunidad en general, así como la promoción y el desarrollo de las diferentes culturas en la institución.

- Diseño de soluciones compartidas para atender prioridades nacionales y retos globales: promueve espacios de interacción entre la Universidad y la sociedad para enfrentar desafíos y solucionar retos a nivel nacional e internacional.

[6] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional.

- Democratización del conocimiento para la transformación social y el logro del buen vivir con enfoque territorial: aborda el compromiso institucional para resolver problemas locales, mejorando la calidad de vida de la región y reconstruir el tejido social. Así mismo, para fortalecer la función sustantiva de Extensión a través de la democratización del conocimiento.

### 1.1.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA UIS[7]

Desde el inicio oficial de labores, hace 73 años, la vida de la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha estado marcada por significativos momentos que han incidido en el desarrollo y la consolidación del proyecto institucional de educación superior pública que hoy la define.

En 1940 el abogado Mario Galán Gómez presentó ante la Asamblea de Santander el proyecto de ordenanza que inició el proceso legal de creación de la universidad, que apenas se limitaba a la creación de una "Facultad" de Ingeniería Industrial, "orientada de preferencia hacia las especializaciones de química, mecánica y electricidad", pero incluyó el establecimiento de un bachillerato técnico en la renovada Escuela Industrial de Bucaramanga, donde sería preparado un grupo de jóvenes para el ingreso, en óptimas condiciones, a la mencionada Facultad. Una vez que la comisión designada por la Asamblea dio su visto bueno, este poder legislativo aprobó, el 21 de junio de 1940, la Ordenanza 41 que declaraba creada la "Facultad de Ingeniería Industrial" y establecía un bachillerato técnico en la Escuela Industrial. Sin embargo, con el esfuerzo de dos diputados se aprobó la ordenanza 83, el 22 de junio de 1944, que creó definitivamente "La Universidad de Santander".

El primer rector de la UIS fue Nicanor Pinzón Neira, ingeniero civil de la Escuela de Minas de Medellín. Con tres facultades de Ingeniería (Eléctrica, Mecánica y Química), la UIS aceptó sus primeros veinte estudiantes en 1948. En la década de los años sesenta ya existían doce edificios y en 1963 los estudiantes matriculados ascendían a 1147. A finales de los 60's, creó la Facultad de Ciencias de la Salud ubicada junto al Hospital Universitario Ramón González Valencia.

La década de los años ochenta se inició con el nuevo marco de acción establecido por el Decreto Ley 80 de 1980, que obligó a una nueva reforma administrativa y a ampliar el aspecto de los programas profesionales: Geología (1982), Física (1983), Diseño Industrial (1985), Música (1985) e Historia (1987). Además, se abrieron los Centros Regionales de Educación a Distancia, los cuales terminaron por crear el actual Instituto de Educación a Distancia, ya al final de la década se habían creado 7 especializaciones y 7 maestrías. Las necesidades de formación del profesorado en técnicas didácticas obligaron a crear el Centro para el Desarrollo de la Docencia (1982), y las demandas de investigación se resolvieron con un

[7] Universidad Industrial de Santander, Manual de Gestión Integrado. (2021). Pág.9. Disponible en: https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/direccion%20institucional/MANUAL%20DE%20CALIDAD/MDI.01.pdf

convenio firmado con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) para la dotación de los laboratorios.

En la década de los 90, se crea el Programa de Regionalización que sitúa proyectos educativos presenciales en el Socorro, Barbosa, Málaga y Barrancabermeja, con sedes propias que permiten un acercamiento del Proyecto educativo a las principales Provincias de Santander. Asimismo, se da inicio a los procesos de autoevaluación de programas con fines de acreditación, logrando la acreditación de alta calidad para 8 programas.

Al comenzar el siglo XXI, la UIS sigue siendo la universidad más importante de la región oriental de Colombia, reconocida por la calidad de sus programas y por los esfuerzos de gestión de sus recursos financieros. La UIS ha tenido un crecimiento sostenido con calidad y eficiencia, un avance hacia la profundización, sin perder el sentido de su pertinencia social que se da en sus programas de maestría y doctorado, un reconocimiento a la alta calidad de sus programas, tal como lo destaca la acreditación de la mayoría de los mismos y la Acreditación Institucional conferida por el término de 8 años por el Ministerio de Educación Nacional, según Resolución No. 5775 de abril 24 de 2014, que hoy la ratifica entre las mejores Universidades de Colombia.

Para dar cumplimiento a cabalidad con su tarea científica, académica y cultural, se cuenta con el apoyo del Estado y con el significativo aporte que se genera al interior de la Universidad, gracias al esfuerzo propio y sostenido de su comunidad universitaria, pues la UIS es un proyecto de vida en el que todos sus integrantes y la sociedad colombiana se encuentran comprometidos.

Estos son los resultados de la historia construida con tesonera voluntad por una comunidad consciente de la fortaleza de una gran institución. Aspectos como la estabilidad financiera alcanzada; la renovación generacional de su planta docente; la transformación arquitectónica que hoy enriquece con nuevas construcciones los campus universitarios; es lo que emerge de las políticas de extensión que buscan un mayor arraigo de la vida institucional en los distintos ámbitos comunitarios; es el horizonte que se avizora con la enérgica proyección de la investigación para que el conocimiento sea cada vez más propio y más apto para el entendimiento de nuestros modos de ser y del rumbo de nuestro procesos de desarrollo sostenible que propende por un mejor futuro para la región y el país.

En síntesis, la Universidad Industrial de Santander, es parte de un proyecto cultural de 73 , inspirador de acciones de cara a lo social, con el mejor sentido del valor de lo público y el espíritu moderno de una ciudadanía que busca hacer de la región y del país un mejor lugar de convivencia y de civilización.

## 1.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROGRAMA

### 1.2.1 MISIÓN DE LA ESCUELA

La Escuela de Ingeniería Civil tiene como misión la formación integral de profesionales de la ingeniería con capacidad científica, tecnológica y humanística, para planear y desarrollar proyectos de infraestructura y obras civiles, comprometidos con el desarrollo sostenible de una sociedad equitativa.

La Escuela tiene como actividad primordial la generación de conocimiento, la adaptación de nuevas tecnologías, y la implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos para bien de la sociedad.

La Escuela se desempeña como ente asesor de instituciones públicas y privadas en sus campos de acción, y ofrece servicios especializados a través de sus grupos de investigación y laboratorios.[8]

### 1.2.2 VISIÓN DE LA ESCUELA

La Escuela de Ingeniería Civil en el año 2020 será reconocida a nivel internacional por la formación de profesionales con una alta capacidad humanística, científica, tecnológica, y por su aporte a la solución de los problemas de la sociedad colombiana a partir del conocimiento que genera. Sus profesores serán pares reconocidos internacionalmente por sus aportes a la ciencia, y sus egresados tendrán aceptación y preferencia por su alto grado de formación.

La Escuela de Ingeniería Civil ofrecerá programas de posgrado a nivel de maestría y doctorado, apoyado en la excelencia de sus grupos de investigación, que propenderá por la solución de los problemas de la sociedad.[9]

### 1.2.3 RESEÑA HISTÓRICA DE LA ESCUELA

La Escuela de Ingeniería Civil (EIC) surge en el año 1964 mediante acuerdo del Consejo Superior No. 024 del 22 de diciembre de 1964, con la intención de ofrecer un programa académico de Ingeniería Civil que permitiera dar respuesta a las necesidades regionales. En el año de 1965, se inicia la oferta del programa de Ingeniería Civil, y en el año de 1970 después de otorgar los primeros títulos de Ingeniería Civil, recibe el reconocimiento del Ministerio de Educación Nacional mediante resolución No. 0839.

Atendiendo a las necesidades en materia de investigación, la Escuela crea en el año 1990 el primer grupo de Investigación denominado "Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción-INME", enfocado en las áreas de estructuras, materiales y suelos. Fortaleciendo esta función sustantiva, la Escuela da visto bueno a la creación del Grupo de Predicción y Modelamiento Hidroclimático – GPH, en el año de 1997, con enfoque

[8] Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Numeral 1.1.
[9] Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Numeral 1.2.

de investigación en las áreas de recursos hídricos y medio ambiente. Posteriormente en el año 1998, crea el Grupo de Gestión y Optimización de Sistemas –GEOMÁTICA, el cual maneja el área de nuevas tecnologías para la gestión y optimización de sistemas.

La formación avanzada también ha sido de interés para la Escuela, por ello desde el año 1993 ha creado 12 programas de especialización y maestría (ver Figura 1), destacándose que en el año 2017 a partir de un planeamiento estratégico del grupo de investigación GPH, en el que asumió una perspectiva de investigación más amplia y cambió su nombre a Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, surge la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.




Figura 1. Línea de tiempo de la creación de programas académicos en la Escuela de Ingeniería Civil

El programa de Ingeniería Civil de la UIS es reconocido nacionalmente por sus egresados. Actualmente, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con más de 4624 egresados de su programa de pregrado, 548 de los programas de especialización y 139 de los programas de Maestría.

La calidad es la esencia del ser y el hacer de la EIC, por ello en el año 1997 solicitó el reconocimiento de la calidad del programa de Ingeniería Civil ante el Ministerio de Educación Nacional, consiguiendo la acreditación mediante resolución No. 1028 de 4 de mayo de 2000 por un periodo de cinco años. Al culminar este periodo se da continuidad a este reconocimiento al recibir la renovación de la acreditación a través de la resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 3569 de 16 de junio de 2008 por un periodo de seis años. En el año 2017, recibió la segunda renovación de la acreditación por un periodo de seis (6) años, mediante resolución No.02557 del 23 de febrero de 2017, del Ministerio de Educación Nacional. En el año 2020 realizó un ejercicio de autoevaluación con miras a renovar la acreditación de alta calidad del programa. Sumado a lo anterior, desde el año 2012 se encuentra inmersa en el proyecto de monitoreo y autoevaluación para conseguir la

acreditación internacional del programa ante el Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) en Estados Unidos. Así mismo, periódicamente realiza ejercicios de autoevaluación en sus programas de posgrado, tal como el que se evidencia en el presente documento que recopila el fruto del ejercicio de autoevaluación del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental realizado durante el año 2021.

### 1.2.4 INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROGRAMA

El programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se desarrolla bajo las condiciones señaladas en la Tabla 1.

Tabla 1. Información básica del programa

| | |
|---|---|
| **Código SNIES** | 106110 |
| **Denominación** | Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental |
| **Título que otorga** | Magíster en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental |
| **Número de créditos académicos** | Cincuenta (50) |
| **Modalidad** | Presencial |
| **Duración** | 4 semestres |
| **Periodicidad de la admisión** | Anual |
| **Número de estudiantes por cohorte** | Hasta 30 estudiantes |
| **Lugar en el que se ofrece** | Bucaramanga |
| **Norma interna de creación** | Acuerdo del Consejo Académico N° 220 de 2016 |
| **Año de iniciación de actividades** | 2017 |
| **Resolución de registro calificado** | Resolución MEN N° 11420/2017 |

### 1.2.5 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

Formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental puedan contribuir con la prevención, reducción y control de los efectos antrópicos y naturales sobre la calidad de vida de las personas y preservación del ambiente.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formar profesionales que participen en la planeación, formulación gestión, ejecución y evaluación de proyectos relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental.

- Favorecer la aplicación de tecnologías acordes con el contexto, para el aprovechamiento del agua para múltiples usos, y la medición, monitoreo, evaluación y restauración de recursos hídricos y ecosistemas.

- Promover la investigación aplicada en la búsqueda de soluciones ambientales para la prevención y control de la contaminación del recurso hídrico y de los ecosistemas, así como de los riesgos asociados al agua, derivados de actividades antrópicas y fenómenos naturales.

- Promover en los profesionales la interacción con grupos de investigación multidisciplinarios a nivel nacional e internacional y con actores sociales e institucionales, que conlleve a la búsqueda de soluciones y formación permanente.[10]

### 1.2.6 PERFIL DE FORMACIÓN

El egresado del programa será un profesional integral, con alto nivel de formación y capacidad técnica y analítica para dar solución a problemáticas relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. Contará con las competencias para interactuar con un sentido social, humano, práctico y crítico, en grupos interdisciplinarios para la toma de decisiones, y promoviendo el trabajo en equipo. Además, tendrá habilidad para adaptarse a cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad.

Dependiendo de las áreas de profundización tomadas durante el programa de maestría y el trabajo de grado, el egresado tendrá habilidades para:

-Identificar la cuenca como unidad de estudio y plantear el manejo adecuado de los recursos hídricos.

-Identificar el acuífero como unidad de estudio del recurso hídrico y plantear su manejo en forma sostenible.

-Modelar la cantidad y calidad del agua en sistemas lóticos.

-Modelar caudales de inundación en ríos teniendo en cuenta fenómenos hidrológicos y condiciones físicas de la cuenca.

-Diseñar sistemas de tratamiento de aguas residuales en los contextos urbano y rural, considerando la selección de tecnología y el aprovechamiento de efluentes y subproductos.

-Diseñar sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en contextos urbanos y rurales.

-Diseñar soluciones de drenaje urbano, convencionales y alternativas.

-Diseñar sistemas de abastecimiento de agua (desde la captación hasta el usuario final, incluye planta de tratamiento), para los contextos urbano y rural.

[10] Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Numeral 3.5

-Analizar los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental y buscar soluciones técnicas a éstos, involucrando consideraciones sociales, ambientales, económicas, políticas e institucionales.[11]

### 1.2.7 OBJETO DE CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA

La maestría estudia los recursos hídricos y el saneamiento ambiental fundamentado en la comprensión de los fenómenos hidrológicos y de los procesos ambientales que se presentan en la cuenca, considerada como unidad fundamental de análisis, y la aplicación de estos conceptos en el abastecimiento de agua, la prevención y el control de la contaminación y la protección frente a fenómenos extremos como inundaciones y sequias.[12]

### 1.2.8 PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental está compuesto por las asignaturas del ciclo básico, los temas transversales, las líneas de profundización y las asignaturas de apoyo y construcción del proyecto de aplicación.

El ciclo básico incluye cuatro asignaturas: Primero, Fundamentos de hidrología, que es la base para conocer la oferta del recurso hídrico en cantidad y calidad, considerando la cuenca hidrográfica y su relación con entornos rurales y urbanos. Luego se ofrecen Química ambiental y Procesos ambientales, dos asignaturas que permiten la comprensión de los procesos bioquímicos y físicos involucrados en el diseño de tecnologías para el tratamiento de agua potable, aguas residuales y residuos sólidos, así como para el análisis y modelación de la calidad del agua. Finalizando el ciclo básico se incluye la asignatura de Gestión de recursos hídricos, que aporta una perspectiva sobre la complejidad de manejar el agua y la necesidad de integrar aspectos biofísicos, técnicos, sociales, económicos, ambientales y políticos para su análisis.

Después de la fase de fundamentación, se estructura una ruta de aprendizaje al tomar dos (2) líneas de profundización que definen el perfil del estudiante, representadas por las asignaturas electivas. Las dos líneas en cada cohorte son seleccionadas mediante un análisis de oferta y demanda, entre seis líneas posibles (ver Figura 2) que hacen parte del ciclo de profundización: i) modelación de aguas superficiales, ii) modelación de aguas subterráneas, iii) abastecimiento de agua, iv) manejo de inundaciones, v) tratamiento de aguas residuales, y vi) tratamiento de residuos sólidos.

[11] Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Numeral 3.3.
[12] Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Numeral 3.4.

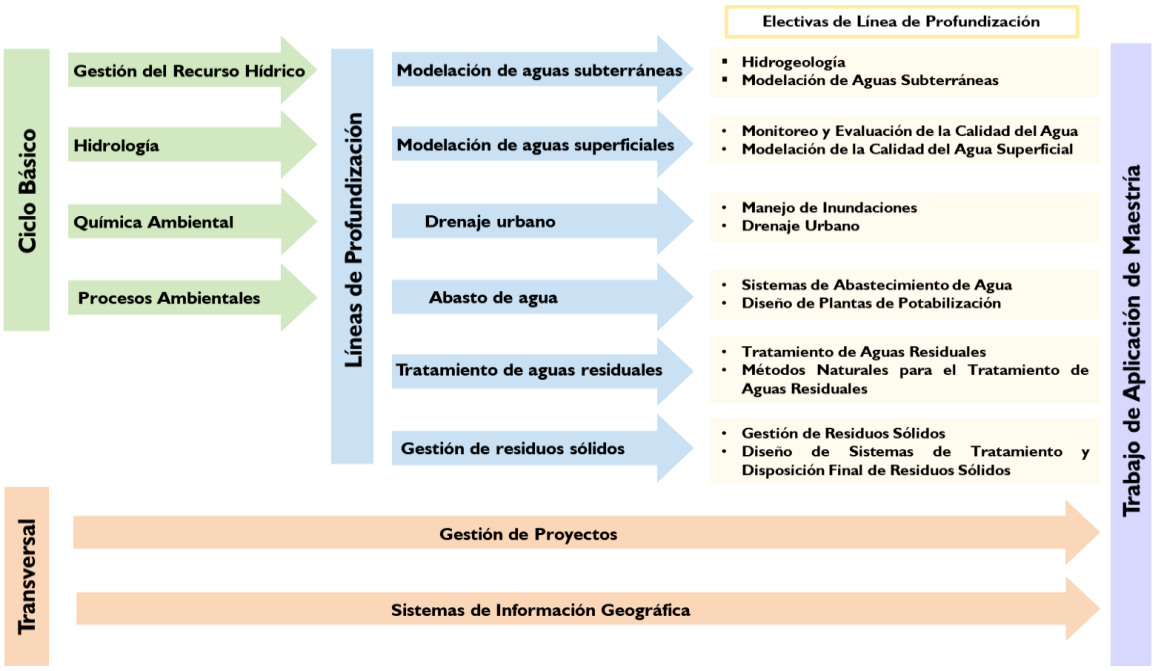



Figura 2 Estructura curricular

La estructura curricular del plan de estudios se desarrolla en cuatro (4) semestres académicos, con un total de 50 créditos académicos; en la Tabla 2 se presenta el plan de estudios por niveles con sus asignaturas y requisitos, así mismo, en la Tabla 3 se presentan las asignaturas electivas:

Tabla 2. Plan de Estudios

| CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS | HORAS T.A.D* | HORAS T.I | REQUISITO |
|---|---|---|---|---|---|
| 28469 | Química ambiental | 3 | 40 | 120 | |
| 28470 | Procesos ambientales | 3 | 40 | 120 | |
| 28471 | Gestión de recursos hídricos | 3 | 30 | 90 | |
| 28472 | Hidrología aplicada | 3 | 40 | 120 | |
| 28473 | Propuesta de trabajo I | 1 | 10 | 30 | |
| | **TOTAL NIVEL I** | **13** | **160** | **480** | |
| | Electiva I | 3 | 40 | 120 | |
| | Electiva II | 3 | 40 | 120 | |
| 28474 | Sistemas de Información Geográfica | 3 | 30 | 90 | |
| 28475 | Seminario de profundización I | 2 | 20 | 60 | Propuesta de trabajo I |
| 28476 | Propuesta de trabajo II | 3 | 30 | 90 | Propuesta de trabajo I |
| | **TOTAL NIVEL II** | **14** | **160** | **480** | |
| | Electiva III | 3 | 40 | 120 | Electiva I |
| | Electiva IV | 3 | 40 | 120 | Electiva II |
| 28477 | Seminario de profundización II | 3 | 32 | 96 | Seminario de profundización I |
| 28478 | Trabajo de grado I | 4 | 48 | 144 | Propuesta de trabajo II |
| | **TOTAL NIVEL III** | **13** | **160** | **480** | |

| CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS | HORAS T.A.D* | HORAS T.I | REQUISITO |
|---|---|---|---|---|---|
| 28479 | Gestión de proyectos | 3 | 30 | 90 | |
| 28480 | Trabajo de grado II | 7 | 80 | 240 | Trabajo de grado I |
| | **TOTAL NIVEL IV** | 10 | 110 | 330 | |
| | **TOTAL PROGRAMA** | **50** | **590** | **1770** | |

*TAD: Tiempo de acompañamiento docente

Tabla 3. Asignaturas Electivas

| CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS | HORAS T.A.D* | HORAS T.I | REQUISITO |
|---|---|---|---|---|---|
| **Electivas de segundo semestre** | | | | | |
| 28481 | Tratamiento de aguas residuales | 3 | 40 | 120 | Química ambiental y Procesos ambientales |
| 28482 | Manejo de inundaciones | 3 | 40 | 120 | Hidrología aplicada |
| 28483 | Hidrogeología | 3 | 40 | 120 | Hidrología aplicada |
| 28484 | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | 3 | 40 | 120 | Hidrología aplicada, Química ambiental y Procesos ambientales |
| 28485 | Gestión de residuos sólidos | 3 | 40 | 120 | Química ambiental y Procesos ambientales |
| 28486 | Sistemas de abastecimiento de agua | 3 | 40 | 120 | |
| **Electivas de tercer semestre** | | | | | |
| 28487 | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 3 | 40 | 120 | Tratamiento de aguas residuales |
| 28488 | Drenaje urbano | 3 | 40 | 120 | Manejo de inundaciones |
| 28489 | Modelación de aguas subterráneas | 3 | 40 | 120 | Hidrogeología |
| 28492 | Modelación de la calidad del agua superficial | 3 | 40 | 120 | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua |
| 28490 | Diseño de sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos | 3 | 40 | 120 | Gestión de residuos sólidos |
| 28491 | Diseño de plantas de potabilización | 3 | 40 | 120 | Sistemas de abastecimiento de agua, Química ambiental |

### 1.2.9 PROFESORES DEL PROGRAMA

El grupo de docentes con los cuales cuenta la EIC para el desarrollo de las actividades del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental está conformado por docentes planta de la Universidad, adscritos tanto a la escuela como a otras unidades académico administrativas, y docentes de otras universidades, con alto perfil académico y profesional. El programa ha contado con la participación de 14 profesores, de ellos 5 son profesores de planta y 9 profesores cátedra, como lo revela la Tabla 4.

Tabla 4.Profesores del Programa

| N° | Nombres | Apellidos | Nivel académico | Dedicación |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Isabel Cristina | Domínguez Rivera | Doctorado | Tiempo completo |
| 2 | Edgar Ricardo | Oviedo Ocaña | Doctorado | Tiempo completo |
| 3 | Guillermo | Mejía Aguilar | Doctorado | Tiempo completo |
| 4 | Juan Carlos | Aceros Gualdrón | Doctorado | Tiempo completo |
| 5 | Jorge Enrique | Meneses Flórez | Maestría | Tiempo completo |
| 6 | Fernando León | Guzmán Duque | Doctorado | Cátedra |
| 7 | Sully | Gómez Isidro | Doctorado | Cátedra |
| 8 | Juan Pablo | Silva Vinasco | Doctorado | Cátedra |
| 9 | Johnny Harold | Rojas Padilla | Doctorado | Cátedra |
| 10 | Javier Ernesto | Holguín González | Doctorado | Cátedra |
| 11 | Carlos Arturo | Madera Parra | Doctorado | Cátedra |
| 12 | Carlos Alberto | Sierra Ramírez | Maestría | Cátedra |
| 13 | Inés | Restrepo Tarquino | Doctorado | Cátedra |
| 14 | Mario Alejandro | Pérez Rincón | Doctorado | Cátedra |

### 1.2.10 ESTUDIANTES DEL PROGRAMA

En el momento de la realización del proceso de autoevaluación 9 estudiantes del programa se encontraban activos en el primer periodo de 2021. La Tabla 5 muestra el listado de los mismos.

Tabla 5.Estudiantes del programa

| Cohorte | Código | Nombres | Apellidos |
|---|---|---|---|
| 2 | 2218286 | Jennifer María Judith | Aldana Burgos |
| 2 | 2218308 | Johan Fernando | Álvarez Galezo |
| 2 | 2218278 | William Fernando | Bermúdez Flórez |
| 2 | 2218275 | Kevin David | Blanco Silva |
| 2 | 2218282 | Wilmer Arley | Cadena Patiño |
| 2 | 2218281 | Karina | González Gaviria |
| 2 | 2218288 | Neidy Alejandra | Hurtado |
| 2 | 2218287 | Nathaly Andrea | Montoya Torres |
| 2 | 2218285 | Sergio Enrique | Riveros Idárraga |

### 1.2.11 GRADUADOS DEL PROGRAMA

Desde su creación en el año 2017 y hasta el primer período académico de 2021, la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ha graduado 6 magísteres correspondientes a su primera cohorte.

### 1.2.12 RELACIÓN DEL PROGRAMA CON OTROS PROGRAMAS DE LA UIS

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental hace parte de la oferta educativa de la EIC, conformada por el programa de pregrado en Ingeniería Civil, y en formación de posgrado las especializaciones en Gerencia de Proyectos de Construcción, en Estructuras y cinco (5) programas de maestría: Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, Maestría en Ingeniería Estructural, Maestría en Geotecnia, Maestría en Infraestructura y Materiales de Vías, y Maestría en Ingeniería Civil. Estos programas se vinculan y complementan para establecer una cooperación e intercambio académico, científico y tecnológico entre la Universidad, el sector y los grupos de investigación.

# 2 PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN

La maestría de profundización es un programa académico de posgrado que ofrece procesos de formación orientados a profundizar conocimientos científicos, tecnológicos o artísticos y a desarrollar competencias que permitan la construcción de estados del arte y tendencias en un campo del saber, identificar y estudiar necesidades, resolver problemas, realizar actividades de investigación, entre otros. Para lograr los propósitos se desarrollan procesos académicos que utilizan estrategias para favorecer la asimilación o apropiación de saberes, el desarrollo del pensamiento autónomo, el análisis crítico de situaciones, el planteamiento y la solución de problemas, el análisis de literatura científica, la socialización de saberes adquiridos, de análisis de casos y de desarrollo de soluciones de problemas.

En la maestría de profundización se plantea un trabajo de aplicación como ejercicio académico para evidenciar e integrar los conocimientos adquiridos y las competencias desarrolladas durante el proceso de formación. Este trabajo puede ser, entre otros, un estudio de caso, la solución de un problema concreto o la interpretación documentada de una obra artística, según la naturaleza del programa.

El ejercicio de autoevaluación tiene como fin emitir un juicio sobre la calidad del programa constituido principalmente por las fortalezas y debilidades identificadas. En concreto, los objetivos del proceso de autoevaluación del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental son:

- Construir un juicio de la calidad del programa con base en las evidencias de aspectos clave de este y las apreciaciones de la comunidad académica.

- Formular un plan de mejoramiento que permita consolidar o proyectar las fortalezas y superar las debilidades identificadas en el juicio de calidad del programa.

- Favorecer en la comunidad del programa la cultura de la calidad y el mejoramiento continuo.

## 2.1 METODOLOGÍA

El proceso de autoevaluación se inició en febrero de 2021, liderado por la Coordinadora de la Maestría y con el apoyo de la Profesional de calidad de la Escuela, quienes constituyeron el *equipo de trabajo*, y cumplieron las siguientes funciones:

- Analizar y definir el modelo de autoevaluación.
- Diseñar los mecanismos de recolección de información que permitiera ver el grado de cumplimiento de las condiciones de calidad definidas anteriormente.
- Recopilar y analizar la información identificando las fortalezas y debilidades del programa.

- Organizar y ejecutar el taller para definición del Plan de Mejoramiento del Programa.
- Elaborar el Plan de Mejoramiento del Programa de acuerdo con las conclusiones del taller anterior, quedando este plasmado en el informe de autoevaluación.

### 2.1.1 MODELO DE AUTOEVALUACIÓN DEL PROGRAMA

La Universidad Industrial de Santander, a través de la Vicerrectoría Académica, construyó una herramienta denominada "Sistema para la Autoevaluación de Programas Académicos de Posgrado –SIAPAD Posgrado", para la autoevaluación de programas en la Institución, con base en la experiencia adquirida en el desarrollo de los procesos de autoevaluación.

El proceso de autoevaluación de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se desarrolló en el marco de los referentes conceptuales consignados en el SIAPAD Posgrado, que incluye un modelo de autoevaluación construido con base en la *Guía de procedimiento para autoevaluación con fines de acreditación de alta calidad de programas de Maestría y Doctorado*[13] del Consejo Nacional de Acreditación-CNA.

El *modelo de evaluación* declara y organiza los elementos que determinan la calidad del programa y está constituido por factores, características e indicadores. Los *factores* "son grandes áreas de desarrollo institucional que expresan los elementos con que cuentan la Institución y sus programas para el conjunto del quehacer académico. Ellos son componentes estructurales que inciden en la calidad"[14]. Las *características de calidad*[15] son propias de la educación superior y expresan referentes universales y particulares de la calidad que pueden ser aplicables a todo tipo de programa académico. Los *indicadores* "reflejan las características y posibilitan observar o apreciar su desempeño en una situación dada"[16]. El modelo de autoevaluación estuvo constituido por 10 factores y 28 características como se muestra en la Tabla 6

Tabla 6.Modelo de autoevaluación

| FACTOR | No | CARACTERÍSTICA |
|---|---|---|
| 1. Cumplimiento de los propósitos del programa y su coherencia con la misión y visión de la universidad | 1 | Cumplimiento de los propósitos del programa y su coherencia con la misión y visión de la universidad. |
| | 2 | Perfil del estudiante al ingreso. |

[13] CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Autoevaluación con fines de Renovación de Acreditación de alta calidad de programas de Maestría y Doctorado. Bogotá. Mayo de 2010.

[14] COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la acreditación de alta calidad de los programas de maestría y doctorado. Bogotá D.C., 2009. p.14.

[15] COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado, Op. cit. p.18.

[16] COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la acreditación de alta calidad de los programas de maestría y doctorado, Op. cit. p. 15.

| FACTOR | No | CARACTERÍSTICA |
|---|---|---|
| 2. Estudiantes | 3 | Permanencia y desempeño de los estudiantes durante el posgrado. |
| | 4 | Características de los graduados del programa. |
| 3. Profesores | 5 | Perfil de los profesores. |
| | 6 | Producción científica de los profesores. |
| | 7 | Relación estudiante/director de trabajo de grado. |
| | 8 | Política sobre profesores. |
| 4. Procesos académicos y lineamientos curriculares | 9 | Formación, aprendizaje y desarrollo del estudiante: el papel de la dirección de trabajos de grado. |
| | 10 | Formación del estudiante en términos de la capacidad para comprender el entorno social y geopolítico de la ciencia. |
| | 11 | Flexibilidad del currículo. |
| | 12 | Aseguramiento de la calidad y mejora continua. |
| 5. Investigación: calidad, pertinencia y producción | 13 | Articulación de la investigación al programa. |
| | 14 | Grupos de investigación y sus líneas. |
| | 15 | Productos de la investigación y su impacto. |
| 6. Articulación con el entorno y capacidad para generar procesos de innovación. | 16 | Posibilidad de trabajo inter y transdisciplinario. |
| | 17 | Relevancia de las líneas de investigación y de los trabajos de grado para el desarrollo del país o de la región. |
| | 18 | Experiencias de interacción con el entorno. |
| 7. Internacionalización, alianzas estratégicas e inserción en redes científicas globales | 19 | Internacionalización del currículo y bilingüismo. |
| | 20 | Internacionalización de estudiantes y profesores (movilidad internacional). |
| | 20 | Internacionalización de la investigación. |
| 8. Bienestar y ambiente institucional | 22 | Actividades de bienestar. |
| 9. Graduados y análisis de impacto del programa | 23 | Producción científica de los graduados |
| 10. Recursos físicos y gestión administrativa y financiera | 24 | Infraestructura física adecuada |
| | 25 | Recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación. |
| | 26 | Apoyo administrativo adecuado para las actividades de docencia, investigación y extensión del programa. |
| | 27 | Presupuesto del programa |
| | 28 | Gestión del programa |

Para analizar de manera cualitativa y cuantitativa el modelo de autoevaluación del programa, se tomaron diferentes fuentes documentales e instrumentos de recolección de información aplicados a estudiantes, profesores y egresados del programa.

### 2.1.2 RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de la información se utilizaron encuestas, y búsqueda-análisis documental. Las fuentes fueron los estudiantes, profesores, graduados y los documentos, según corresponda.

#### 2.1.2.1 Encuestas

En el proceso se utilizaron dos tipos de encuestas: i) encuestas de consulta directa sobre indicadores del modelo, ii) encuestas de información indirecta aplicadas a los estudiantes del programa en cada asignatura al finalizar el curso, denominadas "Encuesta de calidad en el aula", que permiten la recolección de información relevante del proceso de enseñanza, aprendizaje y calidad académica.

*2.1.2.1.1 Población y selección del método de encuesta.*

Los estamentos que participaron en el proceso de autoevaluación del programa fueron:

a) Estudiantes. La población estuvo conformada por los estudiantes matriculados en el programa durante el periodo de autoevaluación, es decir la cohorte 2 de la maestría.

b) Profesores. Según la participación de los profesores en los procesos misionales en el programa se clasifican en:

    a. Profesores de planta: La población estuvo conformada por los profesores de carrera adscritos a la Unidad Académica a cargo del programa o a otras Unidades Académicas de la Universidad.

    b. Profesores de cátedra. La población estuvo conformada por los profesores externos a la Universidad, que orientan asignaturas.

c) Graduados. La población estuvo conformada por los graduados del programa.

*2.1.2.1.2 Diseño de las encuestas.*

Las encuestas que se utilizaron para el proceso de autoevaluación fueron las propuestas por la Vicerrectoría Académica de la UIS para los programas de posgrado, las cuales se estudiaron, y ajustaron de acuerdo con la naturaleza del programa (Anexo A). Dichas encuestas están conformadas por:

- Enunciados dicotómicos: operacionalizan el indicador con el propósito de evaluar su cumplimiento; cada enunciado es evaluado con las opciones Si/No.

- Enunciados politómicos con selección única: operacionalizan el indicador con el propósito de evaluar su cumplimiento; cada enunciado se evaluó de 0 a 5 teniendo en cuenta la escala y los criterios presentados en la Tabla 7.

Tabla 7. Escala y criterios de calificación.

| Opciones | Descripción |
|---|---|
| 5.0 | Se cumple plenamente |
| 4.0; 4.5 | Se cumple en alto grado |
| 3.0; 3.5 | Se cumple aceptablemente |
| 2.0; 2.5 | Se cumple en bajo grado |
| 0.0; 0.5; 1.0; 1.5 | No se cumple |
| - | No sabe/ No responde |

*2.1.2.1.3 Diligenciamiento de encuestas.*

Empleando la plataforma Forms (https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes) institucional se crearon los formularios de encuesta, y mediante email a cada uno de los estamentos se invitó a participar en el proceso de autoevaluación y el diligenciamiento online de los instrumentos. Se contó con la participación de estudiantes, profesores, y graduados, según lo descrito en la Tabla 8.

Tabla 8. Diligenciamiento de Encuestas

| Estamento | Tamaño del estamento | Método de encuesta | N° de encuestas diligenciadas |
|---|---|---|---|
| Estudiantes | 9 | Censo | 8 |
| Profesores de planta | 4 | Censo | 4 |
| Profesores cátedra | 9 | Censo | 8 |
| Graduados | 6 | Censo | 6 |

Nota: La coordinadora del proceso también forma parte del grupo de profesores de planta, sin embargo, se excluyó del proceso de encuesta.

*2.1.2.1.4 Procesamiento de las encuestas*

La plataforma Forms institucional generó el archivo Excel de las respuestas a cada pregunta. Posteriormente, los datos se procesaron, determinando la distribución porcentual de cada una de las respuestas dadas por los participantes.

### 2.1.2.2 Análisis documental

En un primer momento, el equipo de trabajo identificó y recopiló las fuentes documentales (a nivel institucional y del programa) para evaluar el cumplimiento de cada uno de los indicadores. Una vez finalizó la recopilación de las fuentes documentales, se evaluó el cumplimiento por parte del programa de determinados indicadores del modelo.

### 2.1.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 2.1.3.1 Análisis y discusión de resultados

Con base en la información recopilada y los resultados obtenidos en las encuestas, se analizó el cumplimiento por parte del programa de los indicadores, características y factores. Para cada uno de ellos se identificaron las fortalezas, aspectos susceptibles de mejora y debilidades del programa, entendidas como:

- Fortaleza: componente del programa que se destaca por el desarrollo, la trayectoria, la madurez, los logros o el impacto alcanzados; es decir, que es un componente crítico positivo que denota la calidad del programa y el cumplimiento de los propósitos del mismo. Generalmente, es el origen, la raíz o la causa de otros componentes positivos del programa. La declaración de una fortaleza abarca tanto el componente crítico positivo (es decir la fortaleza) como los componentes positivos asociados a esta.

- Aspecto susceptible de mejora: componente del programa que se caracteriza por presentar un detrimento o deterioro; es decir, que es un componente negativo que afecta leve o moderadamente la calidad del programa, no debe perderse de vista porque a mediano o largo plazo puede convertirse en una debilidad. Los aspectos susceptibles de mejora se reconocen porque no es posibles asociarlos o explicarlos con base en una debilidad; esto quiere decir que no son el efecto o la consecuencia de una debilidad.

- Debilidad: componente del programa que no ha alcanzado el desarrollo, la trayectoria, la madurez, los logros o el impacto esperados; es decir, que es un componente crítico negativo que tiene un impacto desfavorable en la calidad del programa porque afecta significativamente el desarrollo de componentes estructurales o de carácter transversal. También es el origen, la raíz o la causa de que otros componentes del programa no hayan alcanzado el nivel esperado (componentes negativos asociados). La declaración de una debilidad abarca tanto el componente crítico negativo (es decir la debilidad) como los componentes negativos asociados a esta.

Posteriormente se construyeron los juicios de calidad de las características y los factores del programa, de manera **cualitativa**. El juicio de una característica es el resultado de una valoración integral de los indicadores que la conforman, el juicio de un factor corresponde a la síntesis de los juicios de sus características y el juicio del programa concierne a la síntesis de los factores. Estos juicios se distinguen por estar soportados y argumentados[17].

[17] COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Autoevaluación con fines de acreditación de programas de pregrado: Guía de procedimiento N°3. Bogotá D.C., noviembre de 2006. p.9.

### 2.1.3.2 Formulación del plan de mejoramiento

El plan de mejoramiento está compuesto por áreas de mejora, proyectos y acciones, entendidos como[18]:

a) Área de mejora: hace referencia a un conjunto de elementos del programa que se interrelacionan entre sí y que se pueden atender mediante proyectos o acciones de mejoramiento transversales al área.

b) Proyecto: corresponde a un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas para alcanzar un determinado objetivo con miras a superar las debilidades, atender los aspectos susceptibles de mejora y consolidar o proyectar las fortalezas del programa; pueden exigir o no recursos financieros adicionales. Cada proyecto está conformado por: objetivos, duración, responsable del proyecto, recursos, actividades e indicadores.

c) Acción: corresponde a actividades o tareas puntuales enfocadas al mejoramiento continuo del programa y que no requieren recursos financieros adicionales. Las acciones están conformadas por: objetivos, descripción, duración, responsable de la acción e indicadores.

Su formulación se realizó en dos momentos:

a) Clasificación de las debilidades, de los aspectos susceptibles de mejora y de las fortalezas por área de mejora.

La Coordinadora del Programa y la profesional de apoyo se encargaron de agrupar las debilidades, los aspectos susceptibles de mejora y las fortalezas, declaradas en el juicio de calidad del programa, por áreas de mejora, como insumo para la actividad a realizar con la comunidad del programa.

b) Identificación de proyectos o acciones por área de mejora.

Se realizó un taller para la identificación de proyectos o acciones por área de mejora con participación de docentes planta del área de aguas de la Escuela de Ingeniería Civil.

Para la identificación de proyectos o acciones por cada área de mejora, inicialmente se realizó una lluvia de ideas que permitieron intervenir cada área de mejora; posteriormente, cada idea se priorizó a partir de un análisis de pertinencia y de factibilidad operativa y financiera. Finalmente, con base en la priorización, se seleccionaron las ideas que permitieron conseguir el propósito de mejoramiento, es decir, atender todas las debilidades y los aspectos susceptibles de mejora relacionados con cada área.

[18] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. VICERRECTORÍA ACADÉMICA. Guía para la gestión de los planes de mejoramiento de la Universidad Industrial de Santander. Versión 2. 2019.

c) Concretar los proyectos o las acciones del plan de mejoramiento

La formulación de los proyectos y las acciones del plan de mejoramiento por área de mejora estuvo a cargo de la Coordinadora del Programa y la profesional de apoyo, realizándose de la siguiente manera:

a. Definición de los proyectos o de las acciones de mejoramiento que conformaron el plan.

b. Priorización de los proyectos o de las acciones de mejoramiento. Consistió en determinar la relevancia de cada uno de estos teniendo en cuenta el grado de incidencia en la calidad del programa.

#### 2.1.3.3 Elaboración del informe de autoevaluación

El equipo de trabajo elaboró el informe de autoevaluación con base en los resultados obtenidos en el proceso. El informe siguió la estructura propuesta por la Vicerrectoría Académica en el SIAPAD posgrado[19], conformado por los siguientes capítulos:

- Presentación.
- Información general de la UIS y del programa.
- Proceso de autoevaluación.
- Resultados de la autoevaluación.
- Conclusión de la calidad del programa.
- Plan de mejoramiento.
- Anexos.

[19] En el anexo 21del SIAPAD se puede consultar la guía para elaborar el informe de autoevaluación propuesto por la Vicerrectoría Académica.

# 3 RESULTADOS DE LA AUTOEVALUACIÓN

Durante los últimos años, la UIS trabajó colectivamente en la actualización del proyecto institucional y la construcción del plan de desarrollo 2019-2030, acciones que exigieron pensar y actualizar la misión y visión de la institución. En relación con lo anterior, es fundamental precisar que la misión, la visión y el proyecto institucional a los que se hace referencia a lo largo de este informe corresponden tanto a aquellos que orientaron el desarrollo del programa durante sus primeros dos años de funcionamiento (2017-2018), como a los vigentes.

Por otro lado, la autoevaluación fue asumida por la comunidad de forma responsable y participativa. Esto posibilitó la identificación de las fortalezas, los aspectos susceptibles de mejora y las debilidades de la Maestría, así como el consenso alrededor de puntos clave para el mejoramiento continuo. A continuación, se presentan los resultados del proceso de autoevaluación.

## 3.1 FACTOR 1. CUMPLIMIENTO DE LOS PROPÓSITOS DEL PROGRAMA Y SU COHERENCIA CON LA MISIÓN Y VISIÓN DE LA UNIVERSIDAD

*El programa aporta mediante el cumplimiento de los propósitos al desarrollo de la misión, la visión y el proyecto institucionales.*

### 3.1.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 1

#### Característica 1.1. Cumplimiento de los propósitos del programa y su coherencia con la misión y visión de la universidad

*El programa académico cuenta con unos propósitos claramente formulados; corresponden a la naturaleza del mismo y son coherentes con la misión, la visión y el proyecto institucional. El programa demuestra el cumplimiento de estos propósitos en el desarrollo de las funciones misionales.*

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con un Proyecto Educativo del Programa PEP, en el que se especifica el perfil de formación, el cual expresa que el egresado del programa será *un profesional integral, con alto nivel de formación y capacidad técnica y analítica para dar solución a problemáticas relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. Contará con las competencias para interactuar con un sentido social, humano, práctico y crítico, en grupos interdisciplinarios para la toma de decisiones, y promoviendo el trabajo en equipo. Además, tendrá habilidad para adaptarse a cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad*.

Igualmente, en el PEP se encuentran definidos los propósitos del programa (cf. numeral 1.2.5), los cuales están claramente formulados porque enuncian lo que se pretende alcanzar con el desarrollo de la maestría de manera realista (alcanzable y evaluable) y acorde con su naturaleza, así:

- *Formar profesionales que participen en la planeación, formulación gestión, ejecución y evaluación de proyectos relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental.*

- *Favorecer la aplicación de tecnologías acordes con el contexto, para el aprovechamiento del agua para múltiples usos, y la medición, monitoreo, evaluación y restauración de recursos hídricos y ecosistemas.*

- *Promover la investigación aplicada en la búsqueda de soluciones ambientales para la prevención y control de la contaminación del recurso hídrico y de los ecosistemas, así como de los riesgos asociados al agua, derivados de actividades antrópicas y fenómenos naturales.*

- *Promover en los profesionales la interacción con grupos de investigación multidisciplinarios a nivel nacional e internacional y con actores sociales e institucionales, que conlleve a la búsqueda de soluciones y formación permanente.*[20]

Para el programa, la misión, visión, y el Proyecto Institucional PI son la hoja de ruta que guía cada una de las acciones académicas y administrativas. En este sentido, los propósitos del programa están relacionados con la misión institucional (cf. numeral 1.1.1), ya que en esta se expresa que la UIS propenderá por "…la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos;…"[21], y que "forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos..; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social….; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno…"[22].

De la misma manera, los propósitos están alineados con la visión de la UIS, en la que se resalta la importancia de la investigación para la formación y la solución de la problemática local y nacional, la pertinencia social y la proyección de la Universidad a nivel internacional (cf. numeral 1.1.2).

Así mismo, los propósitos se enmarcan dentro del Proyecto Institucional, del cual se presenta una síntesis en el numeral 1.1.3. En este proyecto se definen las políticas y estrategias que orientan la docencia, investigación, extensión, el bienestar institucional y la gestión administrativa, que se hacen operativas en el plan de desarrollo institucional, plan de gestión anual, las normas y los acuerdos formulados para el desarrollo de las funciones misionales. El Proyecto Institucional (PI), adicionalmente, establece los principios que orientan las reformas

[20] Proyecto Educativo del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Numeral 3.5
[21] Misión vigente hasta el año 2018.
[22] Misión vigente a partir del año 2018.

académicas de los programas: la formación integral, la investigación, la vigencia social, la flexibilidad e interdisciplinariedad, la pedagogía dialógica y la formación permanente.

Estos propósitos han sido alcanzados en el corto periodo de tiempo (4 años) que lleva en funcionamiento el programa, y se evidencian a través de la formación de profesionales con dos cohortes que incluyen 24 estudiantes, y 6 graduados, quienes han desarrollado proyectos de aplicación para contribuir a la solución de problemas ambientales utilizando tecnologías acordes con el contexto. Adicionalmente, se destaca que los graduados se encuentran laborando en entidades o empresas relacionadas con el área de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, logrando la transferencia y aplicación de conocimiento para mejoramiento del recurso hídrico y los ecosistemas.

Para el cumplimiento de los propósitos, el programa cuenta con el soporte directo de tres (3) grupos de investigación, clasificados por MinCiencias (Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental GPH, Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME, GEOMÁTICA - Gestión y optimización de sistemas,) como B, A, y B respectivamente, los cuales, han desarrollado, en la ventana de tiempo, 6 proyectos de investigación relacionados con el área de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, cuyos investigadores son profesores y/o directores de trabajos de aplicación del programa. Así mismo, ha contado con el apoyo de nueve (9) grupos de investigación pertenecientes tanto a la UIS, como a universidades prestigiosas a nivel nacional, tal como la Universidad del Valle, Universidad de Antioquia y Universidad Autónoma de Occidente, cuyos investigadores han participado en el programa como docentes o directores de trabajos de aplicación.

La productividad académica de los profesores del programa incluye 50 artículos en revistas internacionales, 30 en revistas nacionales, así como 37 ponencias en eventos nacionales e internacionales durante el periodo en evaluación, lo cual sumado a la información que se presenta en sus CvLac, refleja su fortaleza en el desarrollo de investigación. Por otra parte, los profesores del programa se mantienen en constante actualización de sus conocimientos, y estableciendo redes para trabajo colaborativo mediante su participación en eventos académicos nacionales e internacionales en calidad de ponentes o asistentes, dictar cursos, entre otras acciones de movilidad, evidenciado con una participación del 50% de los profesores del Programa en dichas actividades. Así mismo, es de resaltar la vinculación de docentes que se desempeñan en el sector empresarial como consultores o funcionarios de entidades públicas del área de la Maestría, quienes aportan su conocimiento, ya sea a través de la docencia o dirección de trabajos de aplicación para la formación integral de los estudiantes, contribuyendo al logro de los propósitos de formación del Programa.

Sumado a lo anterior, algunos estudiantes han participado en encuentros académicos de carácter nacional e internacional, tal como el I Encuentro Internacional de Extensión y I Conversatorio Latinoamericano de Cambio Climático, el VII Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP), la VI Plataforma Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres en las Américas, el Curso Proyecto de entrenamiento de la Herramienta HYDRO-BID del Banco Interamericano de Desarrollo,

entre otros, demostrando el interés por la formación permanente o para toda la vida que promueve el programa.

### 3.1.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 1

En el Proyecto Institucional y el Plan de Desarrollo Institucional, se encuentran explícitas la misión y la visión de la Universidad; en ellas se expresan los propósitos, principios y valores de la formación que brinda la Institución, los cuales son coherentes con su esencia y su naturaleza educativa.

El programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con un perfil de formación, objetivos y propósitos claramente formulados, los cuales son coherentes con la visión, misión y objetivos institucionales, con los que asume el compromiso de formar profesionales en el área avanzada de los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental; para su cumplimiento ha contado con el apoyo de grupos de investigación y profesores con altas cualidades académicas, profesionales, e investigativas.

El Programa cumple los propósitos de formación académica plasmados en su Proyecto Educativo, evidenciado en el número de estudiantes y sus graduados, quienes a través de su vinculación laboral en empresas del sector aplican los conocimientos para el avance sostenible de la sociedad.

## 3.2 FACTOR 2. ESTUDIANTES

*El programa asegura con los criterios de ingreso y las estrategias para la permanencia y retención que los estudiantes admitidos logren en el tiempo previsto el desarrollo del plan de estudios.*

### 3.2.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 2

### Característica 2.1. Perfil del estudiante al ingreso

*De acuerdo con las especificidades y las exigencias del programa académico, existe una reglamentación clara, rigurosa y transparente para el proceso de admisión, basado en la selección por méritos y capacidades académicas. El número de estudiantes que ingresa al programa es compatible con la capacidad del programa para atender las condiciones de calidad declaradas en el proyecto educativo, así mismo tiene capacidad de atraer estudiantes de otras regiones del país y otros países.*

La Universidad Industrial de Santander tiene claramente definidos requisitos para el proceso de admisión de estudiantes de Posgrado en el Acuerdo N° 075 de 2013 del Consejo Superior. Para el proceso de inscripción, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Posgrados, el aspirante deberá presentar los siguientes documentos[23]:

a) Formulario de inscripción correspondiente debidamente diligenciado.

b) Hoja de vida, con el anexo de los certificados y de las copias de documentos que corroboren lo descrito en ella.

c) Copia del documento de identidad vigente en Colombia o pasaporte vigente para extranjeros.

d) Foto reciente tipo documento.

e) Copia del diploma o copia del acta de grado del pregrado exigido por el programa, expedido por una institución de educación superior reconocida en Colombia. Si el aspirante posee título de una universidad del extranjero, éste debe estar debidamente apostillado y traducido al español si está en lengua extranjera.

f) Certificado de las calificaciones obtenidas durante el pregrado, con mención del promedio ponderado. Para el caso de egresados graduados de pregrado en la Universidad Industrial de Santander, no es necesario suministrar este documento.

g) Recibo de pago expedido por la tesorería de la Universidad Industrial de Santander por el valor vigente de inscripción o recibo de consignación en las cuentas autorizadas por la UIS.

[23] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo 075 de 2013. Art 89.

h) Dos (2) cartas de referencia académica, confidenciales, en sobres sellados, enviadas directamente a la coordinación del posgrado, según formulario establecido por la Universidad Industrial de Santander que será suministrado por la unidad académico-administrativa a la cual se encuentre adscrito el programa de maestría.

En atención a la reglamentación vigente el Comité Asesor de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Civil, realiza el proceso de selección de los aspirantes, de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de la hoja de vida, examen de conocimientos y la entrevista con el Comité Asesor de Programas de Posgrado. El puntaje total de los aspirantes se determinará mediante la ponderación de los aspectos relacionados en la Tabla 9:

Tabla 9 Ponderación de los parámetros para la selección de admitidos al programa

| ASPECTO | PUNTUACIÓN PARCIAL | | TOTAL |
|---|---|---|---|
| HOJA DE VIDA | | | 45 puntos |
| Experiencia laboral o investigativa en el área del programa | Hasta 7 puntos:<br>2 puntos por año certificado de experiencia. | | |
| Certificado de lengua extranjera | 3 Puntos:<br>1 punto por certificado de nivel A1 o A2.<br>2 puntos. Por certificado de nivel B1 o B2.<br>3 puntos. Por certificado de nivel C1 o C2. | | |
| Distinciones académicas | Hasta 3 puntos:<br>* 1 punto por distinciones de la Universidad de origen y distinciones regionales<br>* 2 puntos por distinción Cum Laude y distinciones nacionales<br>* 3 puntos por distinción Suma Cum Laude o distinciones internacionales<br>Todas estas distinciones deben ser certificadas | | |
| Promedio ponderado en pregrado | Promedio | Puntos | |
| | 3,00 a 3,30 | 5 | |
| | 3,31 a 3,50 | 8 | |
| | 3,51 a 3,70 | 11 | |
| | 3,71 a 3,90 | 14 | |
| | 3,91 a 4,10 | 17 | |
| | 4,11 a 4,30 | 20 | |
| | 4,31 a 4,60 | 22 | |
| | 4,61 a 4,80 | 24 | |
| | 4,81 a 5,0 | 26 | |

| ASPECTO | PUNTUACIÓN PARCIAL | TOTAL |
|---|---|---|
| Publicaciones y participación con ponencias y en congresos | 6 puntos:<br>* 1 punto por publicación no indexada o ponencia regional<br>* 2 puntos por publicación indexada tipo C o ponencia nacional o equivalente o capítulo de libro.<br>* 3 puntos por publicación indexada en categoría B o A, o equivalente, o ponencia internacional o libro de autoría del aspirante.<br>Se tomará en cuenta la clasificación vigente de publindex, de Colciencias, o las equivalencias de tales categorías en los índices de impacto de publicaciones seriadas. | |
| EXAMEN DE CONOCIMIENTOS | | 45 puntos |
| ENTREVISTA | | 10 puntos |

Fuente: Reglamento General de Posgrados

La etapa final del proceso de selección corresponde a una entrevista. Además del análisis de la hoja de vida del aspirante y el examen de conocimientos; la entrevista permite reconocer en el aspirante la capacidad de argumentación, la expresión oral, la motivación y la disponibilidad para asumir el compromiso que requiere el programa para culminar con éxito el proceso de formación.

En la entrevista se tienen en cuenta los aspectos, mencionados en la Tabla 10:

Tabla 10. Criterios de la entrevista

| CRITERIOS | PUNTAJE |
|---|---|
| Carácter emprendedor y proactivo | 2 |
| Habilidades de interacción | 2 |
| Autorrealización personal y laboral | 2 |
| Reconocimiento de sí en los propósitos institucionales | 2 |
| Actitud hacia la investigación | 2 |
| PUNTAJE TOTAL | 10 |

Fuente: Reglamento General de Posgrados

El aspirante podrá ser admitido al programa de maestría siempre y cuando alcance, luego del proceso de selección, un puntaje igual o superior a 60 puntos y existan cupos disponibles.

La coordinación de posgrados es la responsable de llevar los registros del proceso de selección de los admitidos al programa. Estos documentos deben incluir los resultados de cada una de las pruebas y la firma de los miembros del Comité Asesor de Programas de Posgrado que participaron en el proceso de selección.

Los resultados definitivos se consolidan en un acta que el Coordinador del programa de posgrado presentará al consejo de la unidad académico-administrativa respectiva. Solo después de la ratificación de los resultados por este consejo, será publicada la lista de los admitidos y los resultados del proceso de admisión serán comunicados por escrito a cada aspirante, a través del respectivo Coordinador del programa de posgrado.

En el programa se cuenta con estrategias para conseguir un número de aspirantes superior al número de admitidos en el programa, de manera que se pueda seleccionar a los mejores candidatos, las cuales incluyen:

a) Anunciar en la prensa nacional y en Internet la convocatoria del proceso de admisión.
b) Divulgar el proceso de admisión, los objetivos, estructura, líneas de profundización y otras características de la Maestría mediante la página web institucional, y la web particular de la Escuela de Ingeniería Civil (https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/ingenieriaCivil/programasAcademicos/maeRecursosHidricos/index.jsp?variable=358; http://albatros.uis.edu.co/eisi/grupo/recursoshidricos/#views/gm1/inicio), así como mediante folletos divulgativos.
c) Mantener a disposición del público una oficina de postgrados en la Escuela de Ingeniería Civil, en la que se da información del programa y se facilita a los aspirantes la realización del proceso de inscripción.

El Programa en concordancia con las políticas institucionales, para acceder a la aprobación de la creación del programa, realizó un estudio de Recursos Financieros, en el que se determinó el recurso humano, académico y físico adecuado para atender a los admitidos, y definió en su Proyecto Educativo, que el número de estudiantes admitidos máximo por cohorte es 30, el cual ha llegado a 23 estudiantes máximo (ver Tabla 11) en el periodo de evaluación.

Para garantizar que se admite el número de estudiantes estipulado en el PEP, sin exceder el máximo, se realiza un cuidadoso proceso de selección, acorde con lo expuesto en cuanto a normatividad y recursos, lo cual se puede verificar al contrastar el número de estudiantes inscritos respecto a los admitidos (ver Tabla 11).

En la Tabla 11 se presenta la caracterización de los estudiantes admitidos a la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, en el periodo de evaluación. Los admitidos tienen un perfil acorde con lo establecido en el PEP, la mayoría poseen formación en Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental recibida en instituciones del ámbito nacional, así como experiencia laboral en entidades asociadas con el área de formación de la Maestría, lo que contribuye al buen desarrollo de sus trabajos de aplicación. La coherencia entre el perfil de los estudiantes y el declarado en el PEP claramente favorece el logro del perfil del egresado del Programa.

Tabla 11. Caracterización de los estudiantes admitidos por cohorte

| Cohorte | Número de estudiantes inscritos a la cohorte | Número de estudiantes admitidos a la cohorte | Estudiantes admitidos con experiencia investigativa | | Estudiantes admitidos con experiencia profesional | | Estudiantes admitidos con distinciones académicas | | Estudiantes admitidos según institución de procedencia* | | | | Estudiantes admitidos con patrocinio de una institución externa | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Nacional | | Internacional | | | |
| | | | # | % | # | % | # | % | # | % | # | % | # | % |
| 1 | 23 | 23 | 0 | 0 | 21 | 91 | 1 | 4 | 23 | 100 | | | 0 | 0 |
| 2 | 36 | 17 | 0 | 0 | 16 | 94 | 2 | 12 | 17 | 100 | | | 0 | 0 |
| **Promedio** | | 20 | 0 | 0 | 17,5 | 18,5 | 92,5 | 8 | 20 | 100 | | | 0 | 0 |

Fuente: Archivo Coordinación del Programa

En cuanto a la apreciación de la comunidad del programa sobre el proceso de admisión, el 100% de los estudiantes y el 67% de los profesores del programa afirman conocer el proceso, quienes a su vez indican que, la rigurosidad en los criterios de admisión, en cuanto a la claridad en su definición, su nivel de exigencia y contar con reglas claras en el proceso de admisión se cumple en alto grado.

Finalmente, la mayoría de profesores del programa (87,5%) consideran que la transparencia del proceso de admisión a la maestría, en cuanto a que el proceso sea de dominio público y los resultados sean publicados a los interesados, se cumple plenamente, mientras que para el 62,5% de estudiantes se cumple en alto grado. Según lo anterior, es pertinente plantear una estrategia para la divulgación de los resultados del proceso de admisión.

## Característica 2.2. Permanencia y desempeño de los estudiantes durante el posgrado

*El programa realiza seguimiento y evaluación a la permanencia y retención de los estudiantes, y tiene implementadas estrategias para la graduación de los mismos en el tiempo establecido en el proyecto educativo. El programa propicia la asistencia a encuentros académicos nacionales e internacionales y la participación de los estudiantes en clúster, asociaciones gremiales o profesionales, grupos de investigación, redes de investigación o comunidades científicas; además tiene definido un sistema de evaluación del desempeño de estos.*

El programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se ajusta a los lineamientos institucionales en materia de evaluación del aprendizaje, establecidos en el capítulo VII - *de las evaluaciones*-, del Reglamento General de Posgrado (Acuerdo No. 075 de 2013 del Consejo Superior), que definen:

Artículo 163. Toda asignatura deberá ser evaluada. La evaluación académica de una asignatura de posgrado se podrá hacer dentro de las siguientes modalidades de pruebas:

a) Ordinarias.

b) Supletorias.

c) De suficiencia.

Artículo 164. Las evaluaciones ordinarias corresponden a los exámenes escritos, trabajos y demás pruebas, cuyo carácter y número deben quedar establecidos en el programa de cada asignatura que se dará a conocer a los estudiantes en la primera semana de clases.

Artículo 165. Todo estudiante tendrá derecho a revisar, con su respectivo profesor y por una sola vez, cada una de las evaluaciones escritas presentadas. El interesado deberá solicitar la revisión en los cinco (5) días hábiles siguientes a la promulgación de la calificación por parte del profesor.

Artículo 166. La evaluación supletoria es aquella que se practica en remplazo de una prueba ordinaria.

Artículo 167. La evaluación por suficiencia es la prueba escrita aprobada por el Comité Asesor de Programas de Posgrado para el estudiante que considere dominar determinado saber y solicite por escrito la realización de la prueba con aval del director del trabajo de grado. Siempre se realizará después de la matrícula y antes del comienzo de clases del respectivo período académico y sobre contenidos de asignaturas teóricas evaluadas cuantitativamente.

La nota aprobatoria mínima de la evaluación por suficiencia será de cuatro coma cero (4,0).

Complementariamente, para cada asignatura del Plan de Estudios del Programa, se han definido de manera concreta unos lineamientos (Indicadores de logros, estrategias de evaluación, equivalencia cuantitativa) con los cuales los docentes pueden realizar la evaluación del aprendizaje en coherencia con los propósitos y competencias definidas para cada una de ellas. Los lineamientos institucionales referentes a la evaluación están incluidos en el PEP, y se presentan a los estudiantes al inicio de la cohorte en la jornada de inducción al programa, así mismo, los lineamientos particulares de cada asignatura se presentan al inicio de las clases de cada materia.

Por otra parte, con miras a evitar la deserción y lograr la graduación en el tiempo establecido, en la Maestría se cuenta con las siguientes estrategias:

- Comunicaciones por parte del programa: Envío de correos electrónicos por parte del Programa, dirigidos tanto al estudiante como al director del trabajo de aplicación, informando sobre los tiempos estipulados para el cumplimento de los compromisos académicos, solicitud del proyecto de trabajo de aplicación, e informes semestrales del avance del mismo.

- Reuniones de seguimiento por parte del programa: Se realizan reuniones de seguimiento entre la coordinadora del programa y los estudiantes, cuando se visualiza

que el estudiante no cumple con las fechas previstas en la entrega de sus trabajos en las asignaturas.

- Seminarios complementarios: Con miras a fortalecer la escritura del documento de propuesta y tesis de trabajo de aplicación, así como el procesamiento y análisis de datos de investigación, se ofrecen seminarios complementarios al plan de estudios.

- Reuniones de seguimiento: Desarrollo de reuniones de seguimiento entre el director y el estudiante para analizar el avance del trabajo de aplicación, y verificar el cumplimiento del plan de trabajo.

- Inclusión en el Plan de estudios de asignaturas enfocadas en el trabajo de aplicación: El programa tiene incluido en su plan de estudios las asignaturas Propuesta de trabajo I, Propuesta de trabajo II, Trabajo de grado I y Trabajo de grado II, en las que se brindan los elementos conceptuales y metodológicos para la definición del trabajo de aplicación, y el seguimiento al desarrollo del mismo, con miras a asegurar su avance en los plazos definidos en el programa.

- Cumplimiento de la normatividad: El reglamento general de posgrado establece los tiempos y las actividades que debe realizar el estudiante para el desarrollo de su trabajo de aplicación a medida que avanza en el plan de estudios, tal como la presentación del tema de su trabajo de aplicación en el primer semestre, la defensa de la propuesta de trabajo de aplicación en el segundo, entre otros; en el Programa se sigue cuidadosamente el cumplimiento de la normatividad institucional.

  Asimismo, se hace efectivo el nombramiento del director del trabajo de aplicación desde la aceptación del tema del trabajo de aplicación en el primer semestre, de manera que el estudiante cuente en todo momento con el acompañamiento y supervisión necesarios para el desarrollo de su trabajo de grado.

Estas estrategias han favorecido el buen desempeño académico de los estudiantes (ver Tabla 12), quienes han cumplido con las actividades formativas en el tiempo establecido, obteniendo buenos promedios académicos; no obstante, la tasa de graduación es baja (26%) debido la poca dedicación de los estudiantes al desarrollo de su trabajo de aplicación, actividad que tiene un carácter principalmente independiente del estudiante, a pesar de tener suficiente carga horaria dentro del plan de estudios para su desarrollo.

Tabla 12. Desempeño de los estudiantes por cohorte

| Cohorte | Estudiantes admitidos en la cohorte | Estudiantes matriculados | | Estudiantes con asignaturas cursadas y aprobadas en el tiempo establecido | | Estudiantes con propuesta de trabajo de grado aprobada en el tiempo establecido | | Promedio académico acumulado de Estudiantes | | Estudiantes retirados | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | # | % | # | % | # | % | # | % | # | % |
| I | 23 | 15 | 65,2 | 15 | 65,2 | 3 | 13,04 | 4,11 | 82,2 | 2 | 8,70 |
| 2 | 17 | 9 | 100 | 9 | 100 | N/A | N/A | 4,20 | 84 | 0 | 0 |

Fuente: Sistema de Información Académica

Notas: 1) N/A, No Aplica.

2) A la fecha la cohorte I se encuentra concluida, y la cohorte II inicia segundo semestre.

3) El número de matriculados en la cohorte II estuvo afectado por los cambios socioeconómicos derivados de la pandemia por Covid-19, ya que algunos de los admitidos no contaban con empleo o sus ingresos estaban limitados y no pudieron matricularse en el programa.

Sumado a lo anterior, es de destacar que la tasa de deserción estudiantil en el programa es baja (4,35%), tal como lo revela la Tabla 13. En este sentido, se reconoce la existencia de lineamientos institucionales y estrategias propias del Programa, que exigen e incentivan al estudiante desde el primer semestre a enfocarse en la culminación exitosa de su formación de maestría, y evitan la deserción.

Tabla 13. Tasa de deserción del programa por cohorte

| Cohorte | Número de estudiantes de la cohorte | Razones académicas | | Razones no académicas | | Razones desconocidas | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Número de desertores | Tasa de deserción | Número de desertores | Tasa de deserción | Número de desertores | Tasa de deserción | Número de desertores | Tasa de deserción |
| I | 23 | | | 2 | 8,7% | | | 2 | 8,7% |
| II | 9 | | | | | | | 0 | 0% |
| **Promedio** | | | | **1** | **4,35** | | | **1** | **4,35%** |

Fuente: Archivo Coordinación del Programa

Al hablar de rendimiento académico, es importante mencionar el Reglamento General de Posgrados de la Universidad, que define a las maestrías de profundización como programas que buscan "el desarrollo avanzado de competencias que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio de la asimilación o apropiación de saberes, metodologías y, según el caso, desarrollos científicos, tecnológicos o artísticos." El trabajo de grado de estas maestrías podrá estar dirigido al estudio de casos, la solución de un problema concreto, el análisis de una situación particular o la interpretación documentada de una obra artística, según la naturaleza del programa." De acuerdo con lo anterior y con lo establecido en el PEP, los estudiantes no han realizado artículos científicos o publicaciones en revistas indexadas, en el periodo de evaluación, dado que a diferencia de las maestrías en investigación, que demandan tiempo completo y acompañamiento docente permanente, la maestría en profundización es de tiempo parcial, lo cual limita la dedicación de los estudiantes para realizar este tipo de

actividades, además que es no es el propósito de este tipo de programas en modalidad profundización.

No obstante, los estudiantes han participado en calidad de asistentes a eventos tipo congresos, seminarios, simposios, etc., y se tiene una participación en calidad de ponente de un trabajo realizado en el Programa, sin embargo, es necesario contar con un registro más preciso de dichas participaciones que permitan evidenciar la fortaleza de la Maestría en brindar a los estudiantes una formación integral que promueve la relación con el sector académico incentivando a los estudiantes a realizar este tipo de actividades.

Finalmente, los estudiantes y profesores valoran con un cumplimiento en alto grado a la efectividad de las estrategias para evitar la deserción y favorecer la permanencia en el programa. Adicionalmente, la mayoría de los profesores consideran que la efectividad de las estrategias de graduación que favorecen la permanencia y obtención del título se cumple en alto grado, no obstante, valoran que se cumple aceptablemente el cumplimiento de los requisitos de grado en el tiempo establecido.

### Característica 2.3. Características de los graduados del programa

*El tiempo de permanencia de los estudiantes es acorde con el tiempo establecido en el Proyecto Educativo del Programa para alcanzar el perfil de formación.*

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental declara en el PEP que busca que *el egresado del programa sea un profesional integral, con alto nivel de formación y capacidad técnica y analítica para dar solución a problemáticas relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, el cual contará con las competencias para interactuar con un sentido social, humano, práctico y crítico, en grupos interdisciplinarios para la toma de decisiones, y promoviendo el trabajo en equipo. Además, tendrá habilidad para adaptarse a cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad.*

*Dependiendo de las áreas de profundización tomadas durante el programa de maestría y el trabajo de grado, el egresado tendrá habilidades para:*

*-Identificar la cuenca como unidad de estudio y plantear el manejo adecuado de los recursos hídricos.*

*-Identificar el acuífero como unidad de estudio del recurso hídrico y plantear su manejo en forma sostenible.*

*-Modelar la cantidad y calidad del agua en sistemas lóticos.*

*-Modelar caudales de inundación en ríos teniendo en cuenta fenómenos hidrológicos y condiciones físicas de la cuenca.*

*-Diseñar sistemas de tratamiento de aguas residuales en los contextos urbano y rural, considerando la selección de tecnología y el aprovechamiento de efluentes y subproductos.*

*-Diseñar sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en contextos urbanos y rurales.*

*-Diseñar soluciones de drenaje urbano, convencionales y alternativas.*

*-Diseñar sistemas de abastecimiento de agua (desde la captación hasta el usuario final, incluye planta de tratamiento), para los contextos urbano y rural.*

*-Analizar los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental y buscar soluciones técnicas a éstos, involucrando consideraciones sociales, ambientales, económicas, políticas e institucionales.*

Para alcanzar el perfil de formación se definió un plan de estudios con duración de 4 semestres académicos, no obstante, el Reglamento General de Posgrado indica que, en los estudios de maestría de profundización, los estudiantes tendrán 8 periodos académicos consecutivos a partir de la primera matrícula para su finalización. En este sentido, durante el periodo de análisis, el promedio de permanencia de los estudiantes fue de 5,33 semestres, como lo demuestra la Tabla 14. De los estudiantes graduados, el 67% finalizaron sus estudios en los cuatro semestres definidos en el plan de estudios, y el 33% restante se graduó en los 8 semestres definidos en el reglamento. Entre las causas para tomar más tiempo del necesario para la graduación se encuentra el alto compromiso laboral de los estudiantes, lo cual dificulta la realización del trabajo de aplicación.

Tabla 14. Tiempo promedio de duración por cohorte para la obtención del grado.

| Cohorte | Tiempo promedio para graduación (semestres) |
|---|---|
| I | 5,33 |

Fuente: Sistema de Información Académica

La caracterización del desempeño académico de los graduados (Tabla 15) indica que todos cursaron las asignaturas obligatorias en el tiempo establecido, obteniendo promedios académicos alrededor de 4,17, aunque algunos (33%) cursaron semestres adicionales para el desarrollo de su trabajo de grado. Lo anterior, indica un desempeño eficiente del programa, el cual es posible mediante la admisión rigurosa de profesionales de altas cualidades académicas, de los profesores que acompañan su proceso formativo, y las estrategias para seguimiento y acompañamiento implementadas por el Programa.

Tabla 15. Desempeño de los graduados por cohorte.

| Cohorte | Matriculados | Graduados | | Graduados en el tiempo establecido | | Graduados con asignaturas* cursadas y aprobadas en el tiempo establecido | | Graduados con trabajo de grado desarrollado en el tiempo establecido | | Promedio académico acumulado de Graduados | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | # | % | # | % | # | % | # | % | Media | Desviación estándar |
| 1 | 23 | 6 | 26,09 | 4 | 67 | 6 | 100 | 4 | 67 | 4,17 | 0,13 |

Fuente: Sistema de Información Académica

* No incluye trabajo de grado

Es necesario aclarar que la pandemia por Covid-19 afectó notablemente la finalización de los trabajos de aplicación de los estudiantes de la Maestría, ya que muchos de ellos incluían trabajo de campo o en laboratorio, lo cual fue restringido por la Universidad al acatar las directrices nacionales para contrarrestar los contagios por el virus. Adicionalmente, algunos estudiantes tuvieron limitaciones económicas para realizar su proyecto.

Al analizar el grado de cumplimiento de la característica se concluye que, si bien se ha logrado la graduación de estudiantes en el tiempo establecido, el número de estudiantes graduados es bajo, y aún restan por graduarse un número importante de estudiantes de la primera cohorte, los cuales probablemente lo realicen en los 8 periodos académicos definidos en el reglamento. En consecuencia, se valora que se cumple aceptablemente el tiempo de permanencia de los estudiantes acorde con el tiempo establecido en el Proyecto Educativo del Programa para alcanzar el perfil de formación.

### 3.2.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 2

La Universidad Industrial de Santander tiene definidos los requisitos y procedimientos de inscripción y admisión de estudiantes para los programas de posgrado de profundización, los cuales son de dominio público. Estos procesos son aplicados con estricta rigurosidad y transparencia en la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, lo cual garantiza la alta calidad de los estudiantes admitidos, y constituye una fortaleza para el Programa.

El Programa tiene definido un perfil de formación coherente con el plan de estudios, explícito de manera clara en el Proyecto Educativo del Programa. Además, cuenta con capacidad docente, administrativa, financiera y de infraestructura, para atender con calidad al número de estudiantes admitidos.

La calidad en el proceso de formación se ve reflejado en el desempeño de los estudiantes, quienes tienen buenos promedios académicos, y en las bajas tasas de deserción. En este sentido, es importante resaltar el trabajo realizado por la Maestría, para lo cual ha diseñado estrategias de seguimiento y monitoreo, a partir de los cuales identifica oportunamente los casos que requieren intervención, ofreciendo alternativas para mejorar los resultados, de manera que los estudiantes se mantengan en el Programa y finalicen sus estudios. No

obstante, se encuentra conveniente promover estrategias más rigurosas para lograr un mejor índice de graduación en el tiempo establecido.

## 3.3 FACTOR 3. PROFESORES

*El programa cuenta con profesores con trayectoria académica, investigativa o profesional para el desarrollo de los procesos académicos. La institución tiene definida políticas para regular la vinculación, el desempeño y el desarrollo profesoral.*

### 3.3.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 3

### Característica 3.1. Perfil de los profesores

*El programa cuenta con un núcleo de profesores con la dedicación y el nivel de formación requeridos para el desarrollo de las actividades académicas. Así mismo, promueve la participación de profesores visitantes de otras instituciones para contribuir al desarrollo de las funciones misionales del programa.*

El cuerpo profesoral del programa está conformado por profesores de planta de la Universidad Industrial de Santander, y por profesores cátedra, con amplia experiencia docente, profesional, y/o en investigación. Tal como se presentó en la Tabla 4, el programa cuenta con 5 profesores de planta, adscritos a las Escuelas de Ingeniería de Civil, de Trabajo Social, e Ingeniería Mecánica, y 7 profesores cátedra vinculados a reconocidas universidades del país. De los profesores de planta, dos (40%) se encuentran en la máxima categoría del escalafón docente de la UIS, dos (40%) están en la categoría de Asociado, y 1 (20%) en la categoría de Asistente.

La formación académica de los profesores incluye, 86% en estudios de doctorado y 14% en estudios de maestría, realizados principalmente en el exterior (58%). El 79% de los profesores reporta dominio del idioma inglés a nivel bueno, y un 21% a nivel aceptable, adicionalmente 21% de los profesores manifiesta tener conocimiento de idioma francés y alemán.

Los profesores se mantienen activos en las diversas actividades que realizan en el ejercicio profesional, docente, e investigador. La Tabla 16 muestra que, durante el periodo de evaluación, un profesor del programa realizó una pasantía de investigación en la Universidad de Wageningen (Holanda) y otro una estancia de corta duración en la Universidad de Purdue (Estados Unidos); además 6 profesores han visitado en 35 ocasiones otras instituciones nacionales y extranjeras para participar en actividades de docencia, investigación, y/o capacitación. Adicionalmente, un profesor realizó estudios posdoctorales en la Universidad de Sevilla (España).

Tabla 16. Profesores del programa que han participado en actividades de movilidad.

| Año | Número de profesores | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pasantías | | Estancias de corta duración | | Otros* |
| | Nacionales | Extranjeras | Nacionales | Extranjeras | |
| 2021 | | | | | |
| 2020 | | | | | |
| 2019 | | | | | 14 |

| Año | Número de profesores | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pasantías | | Estancias de corta duración | | Otros* |
| | Nacionales | Extranjeras | Nacionales | Extranjeras | |
| 2018 | | | | 1 | 15 |
| 2017 | | 1 | | | 6 |
| **Total** | | **1** | | **1** | **35** |

*Asistencia a reuniones con entidades para realizar investigación, asistencia a cursos, participación en eventos académico- científicos, o gestión de vínculos con instituciones nacionales o extranjeras.
Fuente: División de Recursos Humanos, y coordinación del programa.

Diversas instituciones han realizado reconocimientos a la labor de los profesores del programa, tanto así que el 29 % de los profesores ha recibido distinciones por su desempeño, tal y como lo muestra la Tabla 17.

Tabla 17. Distinciones académicas o científicas de los profesores.

| Nombre del profesor | Distinción* | Institución otorgante | Año |
|---|---|---|---|
| Isabel Cristina Domínguez Rivera | Directora de 'Trabajo de Grado Laureado' al trabajo titulado "Evaluación del efecto del uso del suelo sobre sus propiedades hidrofísicas en ecosistema de páramo asociadas a los servicios de suministro y regulación hídrica", elaborado por Sebastián Elías Patiño Gutiérrez. | Universidad Industrial de Santander | 2021 |
| | Profesora invitada como revisora de artículos de revista internacional. | Review Editor in Water and Human Systems (specialty section of Frontiers in Water). | 2020-2021 |
| Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | Profesor Invitado como director de trabajo de grado en la Maestría en Ingeniería Civil | Universidad de Minho. Portugal | 2017 |
| | Director del Proyecto de Grado Laureado: Formulación de Alternativas para Optimizar el Funcionamiento Técnico del Sistema de Abastecimiento Urbano del Municipio de Málaga (Santander), Enfatizando en la Gestión de Pérdidas en la Red de Distribución. | Universidad Industrial de Santander | 2017 |
| | Director del Proyecto de Grado Laureado: Evaluación de los Métodos para el Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de un Sistema de Recolección y Aprovechamiento de Agua Lluvia en el Área Metropolitana de Bucaramanga (Santander) | Universidad Industrial de Santander | 2018 |
| | Profesor invitado como director de trabajo de doctorado en Ingeniería | Universidad del Valle. Colombia | 2017 - 2019 |

| Nombre del profesor | Distinción* | Institución otorgante | Año |
|---|---|---|---|
| | Profesor invitado como revisor de artículos de varias revistas internacionales | Journal Waste Management. Reino Unido. Journal Waste and Biomass valorization (Alemania), Journal of Cleaner Production (Holanda), Internacional de contaminación ambiental (México), Environmental research and public health (Suiza). | 2017 - 2018 |
| | Profesor invitado como revisor de artículos en revistas nacionales. | Revistas ION, Salud-UIS, Entramado, DYNA, Universidad y Salud. | 2017-2020 |
| | Director de Tesis Doctoral Laureada: "Optimización del proceso y la calidad del producto del compostaje de biorresiduos considerando simultáneamente la calidad del sustrato y la frecuencia de Volteo" | Universidad del Valle | 2019 |
| | Codirector del proyecto ganador del XXVI Premio Nacional al mejor trabajo de grado en Ingeniería Química 2019 | Consejo Nacional De Ingeniería Química | 2019 |
| | Beneficiario de la convocatoria de estancias cortas de investigación | Fundación Carolina | 2021 |
| | Beneficiario de la convocatoria de estancias cortas de investigación | Servicio Alemán de Intercambio Académico DAAD | 2021 |
| | Profesor invitado como jurado de propuestas de investigación de diferentes instituciones y universidades nacionales | Colciencias, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Unicauca, Universidad Pontificia Javeriana, Universidad Distrital, Universidad Santiago de Cali, Universidad de Atlántico, Universidad del Bosque, Universidad Santo Tomás, Universidad del Valle. Colombia | 2017 - 2018 |
| Juan Carlos Aceros Gualdrón | Institucionalización del Semillero DIGNITAS sobre trata de personas | Universidad Industrial de Santander | 2017 |
| | Profesor invitado como revisor de artículos de revista internacional. | Athenea Digital: Revista de Pensamiento e Investigación Social | 2020 |
| Carlos Alberto Sierra Ramírez | Premio Mérito Docente TODA UNA VIDA. | Universidad de Medellín | 2020 |

Fuente: Hojas de vida profesores.

De acuerdo con los requisitos establecidos en el reglamento de general de posgrado, todos los profesores del Programa están habilitados para dirigir trabajos de grado, no obstante, el 22% de los profesores del programa han participado en esta actividad. Atendiendo esta necesidad, el Programa ha contado con el apoyo de profesores externos de amplia experiencia profesional, docente, o investigativa para dirigir trabajos de grado. En este sentido, la Tabla 18 muestra la experiencia de todos los profesores que han participado en el Programa en el periodo de evaluación.

Tabla 18. Vinculación o experiencia de los profesores en el sector productivo.

| | Profesores | |
|---|---|---|
| | # | % |
| Profesores vinculados o con experiencia en empresas | 12 | 43 |
| Profesores vinculados o con experiencia en instituciones u organizaciones privadas | 19 | 68 |
| Profesores vinculados o con experiencia en instituciones u organizaciones públicas | 25 | 89 |

Nota: Se incluye a los directores de trabajos de aplicación (14 profesores externos)

Según la última categorización de Colciencias (hoy MinCiencias) para el reconocimiento de investigadores en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación, convocatoria No.833 de 2018, se evidencia que tres (3) profesores del programa fueron clasificados en Senior, cuatro (4) en Asociado y tres (3) en Junior. Lo anterior refleja el trabajo continuo de los profesores para aportar en el progreso de la ciencia y transferir sus resultados mediante el desarrollo constante de proyectos de investigación, publicación de resultados, y contribuir en la formación de los estudiantes de posgrado.

El tiempo de dedicación al programa de los profesores, tanto de cátedra como de planta, está relacionado con la docencia directa y la dirección de trabajos de grado; es decir, su dedicación corresponde al 100%.

En relación con la evaluación de los profesores, la Universidad cuenta con normativa aplicable a los profesores de planta, tal como el Reglamento del Profesor en el que se establece un marco de referencia en los artículos 57 a 61; y el Acuerdo N° 27 de 1996 del Consejo Académico por el cual se aprueba el modelo de evaluación docente estableciendo que "se hace para asegurar la calidad y como estrategia de mejoramiento continuo"; el modelo considera la valoración de la actividad del profesor en relación con el dominio del saber, la formación para la investigación, el potencial de comunicación, la capacidad para integrar al estudiante a la vida institucional y formarlo como persona y ciudadano. En la evaluación participan los estudiantes y se realiza en cada periodo académico. En el caso de obtener una calificación inferior a 70 puntos, los profesores no podrán obtener una retribución económica (bonificación) en actividades de extensión, incluyendo su participación como docentes en los programas de posgrado de profundización, tal como la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.

Paralelamente, la Escuela de Ingeniería Civil ha establecido un formato propio para evaluación de los profesores planta y cátedra de la Escuela, el cual ha sido adoptado por el programa de Maestría y que es aplicado al final de cada módulo o asignatura, a fin de conocer la apreciación de los estudiantes sobre la calidad del curso, facilidades de aprendizaje, el grado de interés del estudiante y la mediación pedagógica del profesor, en el cual se evalúa en escala de 0 a 100. La valoración global de los profesores del programa (preguntas 1-8 y 16-21 del formato) durante la primera cohorte, se presenta en la Figura 3, en la que se

evidencia que el desempeño de los profesores es valorado satisfactoriamente por los estudiantes con calificaciones superiores al 90%.

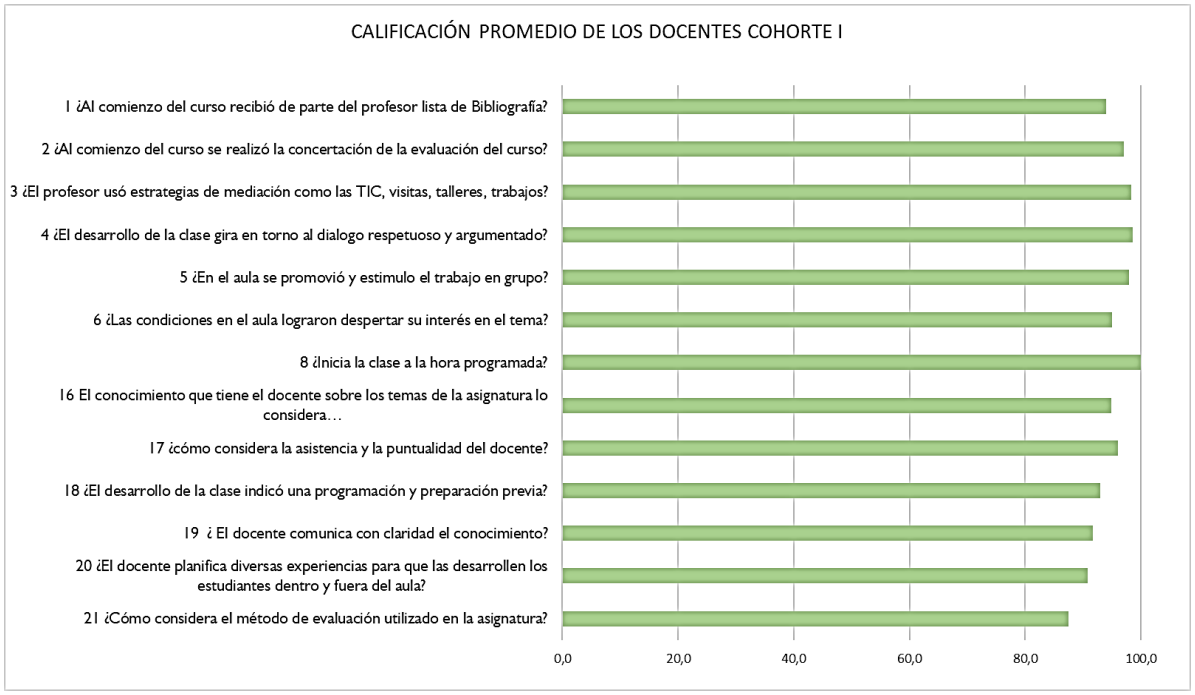



Figura 3 Valoración desempeño docente

En el periodo de evaluación, el programa, recibió 17 profesores visitantes, provenientes de universidades nacionales, como la Universidad del Valle, Universidad Externado de Colombia, Universidad Militar y extranjeras como la Universidad de Exeter, Universidad de Montpellier, y Universidad de Buenos Aires, en calidad de conferencistas en eventos académicos realizados por la Escuela de Ingeniería Civil, dictar cursos especializados, o evaluadores de propuestas y trabajos de grado. (Ver Cuadro Maestro Profesores Visitantes). La participación de estos profesores enriquece la formación de los estudiantes del programa.

Sumado a lo anterior, el 75% de los estudiantes valora que la calidad de las competencias pedagógicas de los profesores, reflejada en el desarrollo de las asignaturas y la preparación de las mismas, se cumple plenamente. El 50% de los estudiantes indica que la formación, experiencia y calidad de los docentes permite el óptimo desarrollo de las actividades del programa, con una valoración de se cumple plenamente, y un 38% con valoración de se cumple en alto grado.

## Característica 3.2 Producción científica de los profesores

*La producción científica de los profesores al servicio del programa es relevante en relación con la naturaleza del mismo.*

En el periodo de evaluación, los profesores del programa han realizado 141 publicaciones (ver Tabla 19), que incluyen cincuenta (50) artículos en revistas internacionales indexadas, treinta (30) artículos en revistas nacionales indexadas, ocho (8) ponencias en eventos de carácter nacional, veintiocho (28) ponencias en eventos de carácter internacional, tres (3) libros, y veintiún (21) capítulos de libros, como producto de investigaciones relacionadas con el área del programa.

Tabla 19. Resumen publicaciones de profesores del programa

| Tipo producto | TOTAL | Porcentaje del total |
|---|---|---|
| Revista internacional indexada | 50 | 35,5% |
| Revista nacional indexada | 30 | 21,3% |
| Ponencias en Eventos Internacionales | 29 | 20,6% |
| Ponencias en Eventos Nacionales | 8 | 5,7% |
| Capítulo de libro (Libros con ISBN) | 21 | 14,9% |
| Libro (con ISBN) | 3 | 2,1% |
| Total publicaciones | 141 | 100% |

Fuente: Hoja de vida Profesores

Igualmente, han producido 115 trabajos de grado de pregrado y 33 trabajos de aplicación o investigación en programas de maestría, fruto del acompañamiento, en calidad de directores o codirectores de dichos trabajos de grado; de estos últimos 4 corresponden específicamente a la Maestría.

Cabe señalar que, la productividad académica de los profesores es aún más amplia, tal como se evidencia en sus CvLac en la plataforma de MinCiencias, demostrando la fortaleza en investigación del cuerpo docente del Programa.

Estas publicaciones contribuyen a la formación de los estudiantes del programa ya que son mencionados en clases como casos de estudio y han servido como material de consulta, al igual que los trabajos de aplicación, para los nuevos estudiantes del programa.

## Característica 3.3 Relación estudiante/director de trabajo de grado

*El programa cuenta con un número adecuado de profesores con capacidad para dirigir o codirigir trabajos de grado.*

A lo largo del período de análisis, el Programa ha contado con un número suficiente de profesores en capacidad de dirigir o codirigir trabajos de aplicación, que incluye tanto a los profesores del programa quienes dirigen asignaturas, así como a profesionales o profesores externos, quienes como estrategia de la Maestría se han contactado para asegurar que los

estudiantes cuenten con su asesoría y acompañamiento, de acuerdo con las temáticas particulares en las que estos deseen realizar su trabajo de grado, tal como lo revela la Tabla 20:

Tabla 20. Relación de estudiante por directores de trabajos de grado en el programa.

| Nombre del profesor | Número de estudiantes a quienes dirige trabajos de grado | Número de estudiantes a quienes codirige trabajos de grado |
|---|---|---|
| Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | 2 | |
| Juan Pablo Silva Vinasco | 1 | |
| Javier Ernesto Holguín González | 2 | |
| Carlos Arturo Madera Parra | 1 | |
| José Antonio Henao Martínez | 1 | |
| Carlos Alberto Herrán (e) | 1 | |
| Daniela Cristina Rey (e) | 1 | |
| Eduardo Castro Marín (e) | 1 | |
| Francisco Velandia (e) | 1 | |
| Iban Gustavo Blanco González (e) | 1 | |
| Jorge Eduardo Pinto (e) | 1 | |
| José Alberto Rondón (e) | 1 | |
| Juan Carlos Forero (e) | 2 | |
| Juan Diego Colegial (e) | 1 | |
| Laura Andrea Rodríguez (e) | 1 | |
| Henry Castro Ortiz (e) | | 1 |
| Luis Fernando Castañeda (e) | 2 | |
| Viviana Valencia (e) | 1 | |
| **Promedio** | **1,1** | **0,06** |

Fuente: Sistema de Información Académico
Nota: (e) corresponde a director externo

La estrategia de la Maestría para asegurar que todos los estudiantes cuenten con un director o codirector del trabajo de aplicación favorece que esta actividad no se concentre en unos pocos profesores, permitiendo un adecuado desarrollo del trabajo de grado, tal como se evidenció en la Tabla 19, en promedio cada profesor dirige un trabajo de aplicación.

## Característica 3.4 Política sobre profesores.

*El programa cuenta con políticas relacionados con los profesores que orientan aspectos tales como: selección, vinculación, formación, año sabático, evaluación, remuneración y habilitación de profesores como directores, codirectores o jurados de trabajo de grado.*

La UIS tiene establecidos los derechos, los deberes y el régimen disciplinario que rige a los profesores en los reglamentos del profesor de planta[24], del profesor de cátedra[25] y único disciplinario[26]. Estos reglamentos son permanentemente actualizados de acuerdo con los

[24] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento del Profesor (compilación de normas vigentes a junio de 2010).
[25] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdos N°. 068 de 2008, N° 033 de 2009, N° 053 de 2014 y N° 040 de 2017.
[26] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 052 de 2011.

requerimientos y las necesidades para el desarrollo de la institución, en concordancia con las regulaciones nacionales. Vale la pena resaltar el perfeccionamiento progresivo en las normas que rigen a los profesores, como en el reglamento de selección de profesores de carrera[27], otorgamiento de las comisiones de estudio[28] y el reglamento del profesor de cátedra[29].

- Selección y vinculación de profesores de carrera

El reglamento de vinculación de profesores[30] se ha ido modificando para atender la dinámica del desarrollo de los procesos académicos y asegurar la alta calidad del talento humano adscrito a las diferentes unidades. En este sentido, en la última normativa al respecto (año 2020), la reglamentación establece tres (3) modalidades de vinculación de profesores de carrera: ocasional (especial, temporal, y de sede regional), concurso de jóvenes talentos, y concurso general.

La modalidad ocasional[31] corresponde a la vinculación de profesores en aquellos casos en que, por las condiciones especiales y situaciones específicas, se hace necesaria la vinculación transitoria de los candidatos sin convocatoria pública. El concurso de jóvenes talentos[32] busca vincular profesionales de menos de 27 años[33], quienes se destacan por sus cualidades académicas, y se espera un desempeño sobresaliente en la docencia, en la investigación y en la relación Universidad-Sociedad, con la finalidad de apoyarlo en su formación hacia el doctorado en el área de conocimiento requerida por la unidad académica. El concurso general[34] busca la vinculación de profesores con formación de doctorado de acuerdo con los requerimientos de cada unidad académica. Para cada una de estas modalidades están establecidos los requisitos y el procedimiento, así como la forma de evaluación y puntuación de los aspirantes.

Para el concurso de jóvenes talentos y concurso general las etapas y pruebas[35] que se surten son las siguientes:

1. Etapa I. Convocatoria

a) Publicación y divulgación de la convocatoria.

b) Inscripción de aspirantes.

[27] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 45 de 2020.
[28] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 086 de 2016, N° 023 de 2017 y N° 017 de 2019
[29] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdos N°. 068 de 2008, N° 033 de 2009, N° 053 de 2014 y N° 040 de 2017.
[30] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdos N° 003 de 2005 (derogado), 026 de 2005 (derogado), 058 de 2008 (derogado), 080 de 2009 (derogado), 012 de 2010 (derogado), N° 091 de 21 de 2011(derogado), N° 016 de 2013 (derogado), y No. 045 de 2020 (vigente).
[31] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 045 de 2020 Art. 2.
[32] Ibíd. Art. 3.
[33] No mayores de 25 años para el área de Medicina y no mayores de 24 años para las demás áreas académicas de la universidad, con formación de pregrado; y no mayor de 27 años con formación de Maestría. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 045 de 2020. Art. 3.
[34] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 045 de 2020. Art. 4.
[35] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 045 de 2020. Título II, capítulo II.

2. Etapa II. Preselección

a) Verificación del cumplimiento de los requisitos de la convocatoria.

b) Prueba psicotécnica.

3. Etapa III. Evaluación

a) Valoración de la hoja de vida.

b) Elaboración de una propuesta de investigación en el dominio disciplinar del concurso.

c) Propuesta escrita de una sesión docente.

d) Desarrollo de una Sesión Docente acorde con la propuesta escrita del literal c). Será de carácter público (max. 20 minutos).

e) Sustentación de la propuesta de investigación (máximo 20 minutos).

f) Entrevista en la que se identifiquen aspectos relevantes del candidato: personalidad, capacidad para vivir en comunidad, tolerancia, actitud hacia la docencia, la ética, el rigor para el trabajo en la disciplina y capacidad para comprometerse con su propio desarrollo personal, intelectual, profesional y docente y la empatía institucional. (análisis crítico)

Parágrafo 1. Cada una de las pruebas contempladas en las etapas del concurso tienen carácter eliminatorio, excepto la valoración de la hoja de vida y la entrevista. Asimismo, la no presentación de alguna de las pruebas por parte del candidato se considerará como retiro voluntario del concurso.

Parágrafo 2. Las decisiones que adopte el Comité de Evaluación en cada etapa del proceso se consignarán en actas suscritas por todos los miembros. Dichas actas serán la única prueba documental de lo actuado por el Comité de Evaluación.

Parágrafo 3. Los aspirantes que se encuentren fuera de Colombia podrán presentar las pruebas del concurso a través de video conferencia.

El Comité de Evaluación[36] está conformado por:

- El decano de la Facultad.
- El director de Escuela.

[36] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 045 de 2020. Art. 9.

- Un profesor titular del área de conocimiento que pertenezca a la Escuela a la cual aspira el candidato. Elegido por el claustro de profesores.

- Dos profesores de reconocida trayectoria en el área de conocimiento del concurso, externos a la UIS, quienes serán designados por el Vicerrector de Investigación y Extensión, y el Vicerrector Académico, para evaluación de la propuesta de investigación y la propuesta docente respectivamente.

Adicionalmente, la UIS tiene definido un procedimiento para la evaluación del primer año de servicio de los profesores de carrera, que corresponde al periodo de prueba[37], durante el cual "el profesor llevará a cabo su proceso de adaptación a la Institución, asumirá una postura frente a la Misión y el Proyecto Institucional, y tendrá un primer momento para la cualificación y mejoramiento en las competencias para la docencia universitaria y se vinculará a un grupo de investigación existente"[38]. Para lograr estos propósitos se ofrece un acompañamiento en el diseño del proyecto docente, desarrollado durante el periodo de prueba; así mismo, los profesores vinculados participan en un proceso de formación sobre los principios y las políticas del proyecto institucional, el diseño de asignaturas por competencias, la mediación del aprendizaje, el manejo de TIC y de bases de datos bibliográficas como apoyo a los procesos académicos.

Para propiciar la promoción de los profesores en el escalafón, la UIS ofrece formación pedagógica, programas para estimular la investigación y extensión, comisiones para formación en maestrías y doctorados, pasantías de investigación y estancias posdoctorales.

En cuanto a la permanencia de los profesores de planta, estos tienen contrato laboral a término indefinido como empleados públicos. La permanencia en el escalafón docente está garantizada durante el período de tenencia[39] y depende de la evaluación de ésta una vez finalizado el período correspondiente.

El relevo generacional es planeado según las necesidades del programa, las cuales surgen a partir de la renuncia o jubilación de los profesores. Éstas se suplen con profesores de planta nuevos. Dentro de las políticas institucionales para el relevo generacional se contempla la vinculación de jóvenes talentos, es decir, profesionales recién graduados que por su alto desempeño académico y deseo de integrarse como docentes se les brinda esa oportunidad.

- Selección y vinculación de profesores cátedra

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental es un programa de posgrado autofinanciado, ello implica que cuenta con una estructura financiera cuyos ingresos por matrícula, derechos académicos, materiales y bienestar universitario, soportan todos los

[37] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 059 de 2008.
[38] Ibíd. Art. 2.
[39] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento del Profesor (compilación de normas vigentes a junio de 2010). Art. 47 a 50.

costos y gastos directos y algunos indirectos generados en el desarrollo del programa. Dentro de los gastos directos se incluye la contratación directa de docentes cátedra, cuyo proceso de selección se realiza en función de la experiencia docente e investigativa en el objeto de formación del programa, y en especial de la asignatura que tendrá a su cargo. La contratación de los profesores se realiza a término fijo por el tiempo de duración de la asignatura a dictar, bajo la modalidad de orden de prestación de servicios.

- Formación de los profesores

Se reconoce la existencia y aplicación de políticas para el perfeccionamiento y la actualización docente; tales como, el Proyecto Institucional[40], el cual contempla dentro de sus políticas el desempeño integral de los docentes y el Reglamento del Profesor[41] que describe los derechos que tiene el docente de participar en estudios avanzados, actualización de conocimientos, perfeccionamiento docente y desarrollo humanístico, científico, técnico o artístico.

Los planes de formación docente son elaborados por las unidades académicas, con el fin de responder a las necesidades de desarrollo e incrementar la pertinencia social de los programas académicos. La aprobación por parte del Consejo Superior de este plan de formación implica el compromiso institucional de apropiar los recursos económicos para posibilitar el cumplimiento del mismo, de modo que sea posible responder con los compromisos de alta calidad de formación que le corresponde a la UIS como institución de educación superior. La Universidad puede otorgar al profesor comisiones para adelantar programas académicos en la misma universidad, en otras universidades o instituciones nacionales o extranjeras de reconocido prestigio y en eventos académicos, científicos o culturales a nivel nacional o internacional. Durante el periodo en evaluación, se realizó la renovación del Plan Institucional de Formación Docente para el período 2016-2018 y 2019-2021, aprobados mediante los Acuerdos del Consejo Superior N° 018 de marzo 18 de 2016 y N° 048 de diciembre 13 de 2018 respectivamente, en los cuales se incluyeron acciones formativas para los profesores planta adscritos al Programa, no obstante, no fueron realizados debido a los compromisos en docencia e investigación (proyectos, dirección de trabajos de grado, entre otros) asumidos por los docentes.

Como mecanismo formal de capacitación profesoral, la Universidad cuenta con el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS (CEDEDUIS) creado mediante el Acuerdo N° 60 de agosto 11 de 1982 del Consejo Superior, cuya misión es la formación de los profesores en una perspectiva ética, crítica e interdisciplinar a través de la reflexión, la innovación y la proyección sobre la acción educativa; el apoyo al diseño, rediseño y evaluación curricular de los programas académicos ofrecidos por la UIS y el acompañamiento del programa de uso

[40] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 015 de 2000 (derogado), y Acuerdo N° 26 de septiembre de 2018 (vigente).
[41] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento del Profesor (compilación de normas vigentes a junio de 2010). Art. 62.

de TIC como apoyo a los procesos de formación. De acuerdo con su misión, el CEDEDUIS cuenta con los siguientes propósitos:

- Formación pedagógica de los profesores: Proporcionar un espacio para que el profesor universitario construya un saber pedagógico que le permita conocer, comprender y transformar las prácticas docentes.

- Diseño curricular: Ofrecer apoyo para el diseño, rediseño, modificación y evaluación de propuestas curriculares.

- Trabajo en el aula: Acompañar el diseño y desarrollo de proyectos de innovación en el aula, entre los que se destacan los que incluyan el uso de TIC como apoyo a los procesos de formación.

Además, mediante el Acuerdo N° 242 de noviembre 10 de 2015 del Consejo Académico fue creada, instaurada y reglamentada, la Cátedra Pedagógica CEDEDUIS, accesible a la comunidad profesoral universitaria, orientada al análisis pedagógico de las ciencias, las tecnologías, las artes y otros saberes desde una perspectiva investigativa, académica, ética, estética y política. Esta cátedra, se constituye como un espacio académico institucional, la cual permite que los profesores de las diferentes escuelas y sedes regionales, interactúen, diserten y participen sobre temáticas de actualidad e interés en pedagogía e investigación, impartidas por expertos.

Igualmente se reglamentó el programa dirigido a fortalecer el desarrollo de una lengua extranjera (inglés, francés, portugués, alemán) para profesores de planta de la Universidad, a través del Acuerdo N° 055 de febrero 25 de 2014 del Consejo Académico y se han establecido regulaciones[42] para la realización del año sabático por parte de los profesores de carrera; cada profesor puede disfrutar de este beneficio cada siete (7) años a lo largo de su permanencia en la institución. Los profesores planta del programa no han ejercido este derecho durante la ventana de tiempo.

- Profesores como directores/codirectores, o jurados de trabajos de grado

Existen políticas para habilitar profesores como directores, codirectores o jurados de trabajos de grado, en el Reglamento del Profesor artículo 21 literal e, se reconoce que dentro de las actividades de docencia directa se incluye la dirección y calificación de trabajos de grado, así mismo, en el Reglamento General de Posgrados artículo 99, se establecen los requerimientos para ser director de un trabajo de grado de maestría, los cuales son:

a) Ser profesor universitario vinculado laboralmente a la Universidad Industrial de Santander, profesor pensionado de esta o profesional con formación específica en el área de

[42] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 037 de 2010.

investigación o aplicación, en el campo en el cual se desarrolla el trabajo de grado, vinculado con una entidad externa con la que exista un convenio vigente con la UIS.

b) Poseer por lo menos el título académico en el nivel al cual aspira el candidato.

c) Experiencia investigativa o de aplicación en el campo en el cual se desarrolla el trabajo de grado.

En este mismo artículo, se refiere a las funciones del director de trabajo de aplicación, las cuales consisten en:

a) Orientar y supervisar el trabajo.

b) Garantizar la calidad científica y la pertinencia del trabajo de grado con respecto al nivel académico del programa de posgrado.

c) Promover en el estudiante el respeto a la normatividad de propiedad intelectual, especialmente la relacionada con derechos de autor.

Además, en el artículo 100, se establecen los criterios para ser jurado de un trabajo de grado de maestría, para lo cual se requiere:

a) Poseer por lo menos el título académico en el nivel al cual aspira el candidato.

b) Experiencia investigativa en el campo en el cual se desarrolla el trabajo de grado.

c) Contar preferiblemente con experiencia en la dirección o codirección de trabajos de maestría o doctorado.

De igual forma en el parágrafo 1, se hace referencia a que los evaluadores de los trabajos de grado no deberán tener conflictos de interés real o aparente con los autores y que resten objetividad a la evaluación.

Los anteriores artículos también hacen mención a la vinculación de profesores o investigadores externos, quienes, de igual forma tienen reglamentación Institucional para ser habilitados como directores, codirectores y jurados de trabajos de grado.

Conforme a lo anterior, el artículo 11 del Reglamento del Profesor dispone:

"*Profesor visitante es la persona vinculada a otra Universidad, Centro de Investigación o Institución de reconocido prestigio, quien reúne los requisitos para ser profesor de la Universidad y colabora con la institución transitoriamente en actividades docentes, investigativas o de extensión*."

Adicional a ello, el artículo 80 del Estatuto General de la Universidad Industrial de Santander (Compilación de normas vigentes a julio de 2012), declara: "*Los profesores visitantes u ocasionales no son empleados públicos ni trabajadores oficiales; su forma de vinculación, retiro,*

*el régimen de remuneración y las funciones de este personal académico serán establecidos por el Consejo Superior.*"

- Evaluación de profesores.

En relación con la evaluación de los profesores, el Reglamento del Profesor establece el marco de referencia en los artículos 57 a 61. En concordancia, el Acuerdo N° 27 de 1996 del Consejo Académico aprueba el modelo de evaluación docente estableciendo que ella "se hace para asegurar la calidad y como estrategia de mejoramiento continuo"[43]; el modelo considera la valoración de la actividad del profesor en relación con el dominio del saber, la formación para la investigación, el potencial de comunicación, la capacidad para integrar al estudiante a la vida institucional y formarlo como persona y ciudadano. En la evaluación participan los estudiantes y se realiza en cada periodo académico. El formulario vigente para esta evaluación fue ajustado en el 2007[44].

La Escuela de Ingeniería Civil ha establecido un formato propio para evaluación de los profesores de la Escuela, el cual ha sido adoptado por el programa de Maestría y que es aplicado al final de cada módulo o asignatura, a fin de conocer la apreciación de los estudiantes sobre la calidad del curso, facilidades de aprendizaje, el grado de interés del estudiante y la mediación pedagógica del profesor.

- Remuneración de los profesores

En cuanto a la remuneración de los profesores de carrera, la UIS cuenta con disposiciones para cada uno de los regímenes: profesores de carrera no acogidos al Decreto No 1279 (régimen antiguo) y profesores de carrera del régimen 1279.

- Profesores no acogidos al decreto 1279 (régimen antiguo). La asignación salarial y prestacional está reglamentada por los Acuerdos del Consejo Superior N° 065 de 1980, N° 015 de 1985, N° 065 de 1989, N° 151 de 1989 y N° 032 de 2005.

  El Acuerdo N° 065 de 1989 del Consejo Académico reglamenta, entre otras cosas, la asignación de puntos que pueden constituirse en salario. La escala de puntos utilizada en esta reglamentación se halla en concordancia con los puntos de producción intelectual exigidos como requisito parcial de ascenso en el escalafón, y supone, que la producción intelectual del docente es una actividad permanente en el tiempo, una práctica del quehacer diario, y no una acción aislada hecha exclusivamente con fines de promoción. Los puntos de asignación salarial se otorgarán teniendo en cuenta los siguientes aspectos: investigación, producción material docente, producción artística, sistematización de conocimientos y otros.

[43] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 027 de 1996. Pág. 3.
[44] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 036 de 2007.

- Profesores de carrera del régimen 1279. El Decreto 1279 de 2002 establece el régimen salarial y prestacional de los profesores de las universidades estatales regidos por esta norma; la aplicación de este decreto en la UIS se reglamentó mediante los Acuerdos del Consejo Superior N° 31 de 2003, N° 076 de 2005, N° 093 de 2008 y N° 092 de 2015.

La remuneración mensual inicial[45] en tiempo completo de los empleados públicos docentes se establece multiplicando la suma de los puntos, que a cada cual corresponden, por el valor del punto. Los puntajes se establecen de acuerdo con la valoración de los siguientes factores: títulos correspondientes a estudios universitarios, categoría dentro del escalafón docente, experiencia calificada y, productividad académica. La remuneración para los docentes de otra dedicación distinta a la de tiempo completo, se procede de manera proporcional.

Una vez definida la remuneración inicial para los docentes, las modificaciones de los puntos salariales se hacen con base en los siguientes factores: títulos correspondientes a estudios universitarios de pregrado o posgrado; categoría dentro del escalafón docente; productividad académica; actividades de dirección académico – administrativas; desempeño destacado en las labores de docencia y extensión; experiencia calificada.

Por otra parte, la remuneración de los profesores cátedra del Programa se establece según su formación académica, es decir, tendrán la mayor remuneración aquellos que cuenten con título de doctorado.

Según lo anterior, se reconoce para la Maestría, la existencia y aplicación de políticas para la selección, vinculación, formación, año sabático, habilitar profesores internos y externos como directores, codirectores o jurados de trabajos de grado, así como la evaluación y remuneración de profesores.

### 3.3.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 3.

El programa cuenta con profesores de alta calidad quienes tienen formación doctoral y a nivel de magíster, algunos de ellos formados en el exterior, con trayectoria académica, investigativa y con amplia experiencia profesional para el desarrollo de las actividades relacionadas con las asignaturas, apoyo en visitas de campo relacionadas con la práctica de las materias y dirección de trabajos de aplicación lo cual constituye una fortaleza para el programa.

Con relación a la movilidad de profesores del programa a nivel nacional e internacional, se evidencia la participación en eventos académicos en el exterior y una adecuada participación de profesores visitantes, que enriquece la formación de los maestrandos.

[45] PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1279 de 2002. Art. 6.

La producción científica y académica de los profesores del programa es robusta, lo cual impacta positivamente al programa mediante la transferencia de conocimiento a los estudiantes.

El programa cuenta con un número adecuado de profesores con capacidad para dirigir o codirigir trabajos de grado, y un alto porcentaje de trabajos de aplicación es dirigido por directores externos, lo cual es una fortaleza al darle un carácter de mayor interdisciplinariedad al programa.

El marco normativo de la institución permite contar con bases sólidas para el desarrollo de las actividades del programa que se relacionan con la selección, vinculación, evaluación, formación y perfeccionamiento de los profesores. En este aspecto debe destacarse que la Universidad considera la experiencia profesional y académica de los profesores, directores y evaluadores de los trabajos de grado, lo cual ha llevado a que el cuerpo profesoral esté conformado por docentes de las más altas cualidades. Sumado a lo anterior, se cuenta con un mecanismo de evaluación de la calidad docente que permite evidenciar aspectos positivos y por mejorar, a partir del cual los estudiantes han evaluado en un alto grado de calidad el desempeño docente de los profesores. Existen estrategias claras en cuanto a la remuneración de los profesores del programa. Los profesores de planta se rigen por las directrices gubernamentales y en el caso de los profesores cátedra y externos, se tiene en cuenta su experiencia profesional y formación académica para la asignación salarial.

## 3.4 FACTOR 4. PROCESOS ACADÉMICOS Y LINEAMIENTOS CURRICULARES

*El programa cuenta con un currículo flexible que permite a los estudiantes la construcción de estructuras conceptuales y el desarrollo de competencias para asumir el trabajo de grado con miras al aporte a la ciencia, la tecnología o la sociedad. Además, cuenta con estrategias para asegurar la calidad y mejora continua de los procesos del programa.*

### 3.4.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 4

#### Característica 4.1. Formación, aprendizaje y desarrollo del estudiante: el papel de la dirección de trabajos de grado

*El programa promueve una sólida fundamentación conceptual y el desarrollo de competencias para el trabajo de grado mediante estrategias de acompañamiento y seguimiento estudiantil.*

El proceso de formación académica en el Programa se enmarca dentro las políticas y estrategias institucionales de formación integral, las cuales se fundamentan en el Proyecto Institucional y en el Modelo Pedagógico de la UIS[46] vigentes durante el periodo de esta autoevaluación.

El Proyecto Institucional expresa el compromiso con la formación integral mediante la invitación a la comunidad universitaria a aportar al desarrollo del enfoque estratégico Formación integral e innovación pedagógica que se enuncia así:

*La UIS desarrolla un modelo pedagógico innovador centrado en el estudiante y en la construcción dialógica que permite a los sujetos de aprendizaje la formación integral a la que tienen derecho como seres humanos. Estos son entendidos como sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos, que asumen responsablemente el quehacer político y la relación con el medio ambiente, y que son capaces de comprender y contribuir a la construcción de una mejor calidad de vida propia y de los ciudadanos… Todos los actores del proceso de formación están involucrados en la comprensión de los objetos de aprendizaje y de las relaciones entre ellos, en la curiosidad y en el fomento de la investigación y la innovación, pero también en la preservación de la memoria y el patrimonio cultural. Esto implica el diseño de experiencias de aprendizaje con espacios innovadores que incluyan tecnologías de la información y la comunicación, junto al aprovechamiento de las necesarias relaciones interpersonales. Los diferentes programas académicos desarrollados en la UIS son diseñados con currículos y estrategias pedagógicas en coherencia con el modelo pedagógico aquí descrito y evaluados continuamente para garantizar pertinencia y flexibilidad.*

El modelo pedagógico de la Universidad se fundamenta en tres principios:

[46] CONSEJO ACADÉMICO. Modelo Pedagógico de la UIS. Acuerdo 182 de 1996

a) El reconocimiento del otro como persona, interlocutor válido, capaz de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones.
b) La construcción del ser, del saber y del hacer.
c) La articulación de la Universidad-sociedad

Es de resaltar que, a partir del ejercicio de actualización del PI en el año 2018, la UIS ha estado llevando a cabo un proceso participativo de puesta al día del modelo pedagógico y de la política curricular, acorde a su vez con las regulaciones normativas del país.

Los principios del modelo pedagógico se integran en el proceso educativo por medio de un diálogo pedagógico que se materializa mediante:

- El maestro al despertar interés, orientar, guiar y acompañar a los estudiantes en su formación integral.

- El estudiante autónomo, que se interesa, indaga, investiga y cuestiona los temas y conocimientos mediante el diálogo tolerante respetando las diferencias.

- La contextualización del conocimiento y la valorización de los logros obtenidos en el proceso mediante la evaluación.

El programa, acorde con la directriz institucional, propone en el PEP que el estudiante adquiera un mayor control sobre su propio aprendizaje, y para ello presenta estrategias pedagógicas constructivas que involucran diversas experiencias y modalidades educativas, entre ellas: lectura analítica de textos y material de referencia; preguntas de reflexión que generan debate; estudio de casos; informes escritos; exposiciones; trabajo en equipo; trabajo de aplicación, apoyadas en la mediación pedagógica que facilita el proceso de enseñanza por medio de diferentes herramientas que promueven aprendizajes significativos logrando una relación cada vez más independiente entre el estudiante y el objeto de aprendizaje; entre los principales elementos mediadores ha definido los siguientes: el docente asesor; las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC); diversos materiales de apoyo (los contenidos y bibliografía de las asignaturas, los ejercicios y los problemas propuestos, las actividades y prácticas de campo, los manuales de los softwares y equipos, entre otros).

Dentro de la formación integral, la Universidad promueve la formación para la investigación, la cual, aunque el énfasis de la Maestría sea de profundización, se incorpora en las diversas actividades formativas del Programa mediante una serie de estrategias:

a) Seminarios: También llamados seminarios de profundización, son cursos realizados con el fin de brindar los conocimientos básicos para la formulación del proyecto del Trabajo de aplicación y favorecer la discusión pública de los avances realizados en el trabajo de grado, el trabajo interdisciplinario y el fortalecimiento de las competencias científicas. Durante estos, el estudiante no solo recibirá la información necesaria para el planteamiento de su proyecto, sino que además deberá sustentar ante sus

compañeros de maestría mínimo una exposición por período académico relacionada con el avance de su trabajo de grado. De esta forma el estudiante expositor fortalecerá su capacidad investigativa.

b) Trabajos o Proyectos finales de las asignaturas: A través de proyectos finales en varias de las asignaturas el estudiante debe identificar un problema, plantear la pregunta de investigación y buscar la forma de solucionarla de manera que proponga qué resultados espera obtener y qué impacto tendrán estos resultados.

c) Participación en el laboratorio: Dentro del plan de estudios, se cuenta con asignaturas que incluyen trabajo en laboratorio, cuyas prácticas están encaminadas a adquirir habilidades y destrezas dentro del marco de la investigación aplicada, de manera que el estudiante aplica el método científico para investigar, proponer y realizar informes de la temática en estudio.

d) Revisión de bibliografía especializada en todas las asignaturas: El profesor incentiva el uso de bibliografía en temas avanzados. Para ello el estudiante cuenta con todo el material que ofrece la UIS a través de sus bases de datos, revistas, libros y demás material bibliográfico.

e) Trabajo de aplicación: Desde el planteamiento del proyecto de trabajo de aplicación, el estudiante desarrolla y aplica competencias para la investigación. Con esta actividad se busca: i) mejorar competencias de comunicación, ii) construcción de estados del arte y revisión de tendencias en el área de estudio, iii) revisión de objetivos y articulación metodológica que desarrolla técnicas de investigación, iv) fomenta la reflexión y el pensamiento autónomo, v) aplica el método científico.

Estas estrategias responden a la naturaleza del programa porque contribuyen al desarrollo en el estudiante de las capacidades de indagación, pensamiento autónomo, análisis crítico de situaciones, planteamiento y solución de problemas, socialización de saberes adquiridos, análisis de casos, naturaleza que se enuncia en el propósito de los programas de maestría de profundización declarado en el Reglamento General de Posgrado así, "*buscan el desarrollo avanzado de competencias que permitan la solución de problemas o el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinario o profesional, por medio la asimilación de saberes, metodologías, y según el caso, desarrollos científicos o tecnológicos. El trabajo de grado de estas maestrías podrá estar dirigido a la investigación aplicada, el estudio de casos, la solución de un problema concreto, el análisis de una situación particular, según la naturaleza del programa*."

En línea con lo anterior, es importante destacar el desarrollo del trabajo de grado, actividad para la cual se cuenta con normativa institucional que es aplicada rigurosamente en el Programa, en la que se establecen las funciones del director o codirectores de trabajos de

grado[47], entre ellas: orientar y supervisar el trabajo, garantizar la calidad científica y la pertinencia del trabajo de grado con respecto al nivel académico del programa, y promover en el estudiante el respeto a la normatividad de la propiedad intelectual. Adicionalmente, se destacan las estrategias para el acompañamiento y seguimiento de los estudiantes por parte de los directores o codirectores de trabajos de grado aplicadas en el Programa (ver Tabla 21).

Tabla 21. Estrategias para el acompañamiento y seguimiento de los estudiantes por parte de los directores o codirectores de trabajos de grado.

| Estrategia | Descripción |
|---|---|
| Cronograma de trabajo | El director del trabajo de aplicación y el estudiante realizan el cronograma de actividades a seguir durante el desarrollo del mismo. |
| Revisión de avances | Presentación de informes, revisión de documentos escritos y discusión de esta revisión, mediante reuniones periódicas o intercambio vía electrónica. |
| Reuniones de seguimiento | Programación de reuniones de seguimiento donde se discuten y se presentan los avances conforme al cronograma de trabajo establecido para el semestre. |

Respecto a las estrategias de enseñanza aprendizaje implementadas en el Programa, los estudiantes consideran que han favorecido su capacidad de indagación en alto grado (50%) y plenamente (37,5%), así como su capacidad de pensamiento autónomo y de desarrollo de actividades de investigación aplicada, en alto grado (37,5%) y plenamente (50%)

A su vez, los estudiantes (62,5%) valoran en alto grado la calidad del acompañamiento de los directores o codirectores, en cuanto a que, ha favorecido su proceso de formación; no obstante, hay opiniones diversas en cuanto al acompañamiento de los directores o codirectores para facilitar la realización del trabajo de grado, ya que el 50% de los estudiantes considera que se cumple aceptablemente, un 37,5% que se cumple en alto grado, y un 12,5% que se cumple plenamente.

### Característica 4.2. Formación del estudiante en términos de la capacidad para comprender el entorno social y geopolítico de la ciencia.

*La institución o el programa ofrecen espacios para el conocimiento, la discusión y la respuesta desde la academia a temáticas relacionadas con retos que plantean la ciencia, las profesiones y las condiciones sociales, políticas, económicas y tecnológicas de la región y el país.*

Como parte de la formación integral que orienta la vida universitaria en la UIS, se declaran en el Estatuto General de la Universidad los objetivos institucionales de "Formar ciudadanos libres y responsables, conscientes y comprometidos con los valores democráticos, la tolerancia de la diversidad, los deberes civiles y los derechos humanos", "Asimilar críticamente y crear conocimiento en los campos de acción de las ciencias, de la tecnología, de la técnica, de las humanidades, del arte y de la filosofía" y "Formar profesionales e investigadores sobre una base científica, ética y humanística, que les permita desarrollar

[47] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento General de Posgrado. Acuerdo 075 de 2013. artículo 99

conciencia crítica y criterios personales, para actuar responsablemente ante la sociedad, y para aportar su concurso frente a los requerimientos y tendencias del mundo contemporáneo, especialmente en lo que tenga que ver con los problemas y el desarrollo regional y nacional".

Para conseguir estos objetivos, la Universidad promueve la realización de eventos académicos en diferentes áreas de la ciencia en los que la comunidad universitaria en general puede participar, y permanentemente se abren espacios de discusión sobre los cambios en la ciencia mundial donde expertos internacionales exponen, a través de seminarios, talleres y conferencias, los últimos avances en las áreas de conocimiento más importantes. Además, la UIS ofrece espacios académicos como:

- Cátedra Rodolfo Low Maus[48]: espacio abierto creado en el año 1996, para la comunidad universitaria y la sociedad en general, orientada al estudio de las ciencias, la tecnología, las artes y otros saberes enmarcados desde una perspectiva ética, estética y política. Semestralmente se abarca un tema principal a partir del cual se articulan las 12 sesiones de las que se conforma. Los estudiantes de la Maestría pueden participar como asistentes. Las últimas temáticas ofrecidas en la cátedra demuestran la diversas de temáticas abordadas en este espacio: Bioética y ética global; Objetivos de desarrollo sostenible; Educación del cambio climático; Hacia la construcción de una política pública para la educación superior en Colombia; Desarrollo sostenible: Ciencia, Tecnología y Universidad; Educación en cambio climático: Soluciones de adaptación y mitigación; Fortalecimiento de competencias blandas para el desempeño personal, académico y profesional; Cultura Ex−Machina: Reflexiones en tiempo de pandemia.

- Cátedra de Paz, Convivencia y Ciudadanía, creada mediante Acuerdo 190 de 2014 del Consejo Académico, por orden del Congreso de la República. Esta cátedra es orientada al estudio profundo de los conflictos desde una perspectiva interdisciplinaria que aborda las dimensiones ecológicas, sociopolíticas, económicas, jurídicas, éticas y estéticas de una cultura de paz. Los estudiantes de la Maestría pueden participar como asistentes. Las últimas temáticas ofrecidas en la cátedra fueron: Construcción de paz desde la perspectiva de las víctimas; Universidad, Región y Territorios; Gobierno Abierto, Innovación Política y Transparencia; La paz en el Bicentenario: pasado, presente y futuro de un proceso; La Memoria: Camino Hacia la Construcción de la Paz; Migración Contemporánea.

- Cátedra de Salud y Sociedad[49]: creada en el año 2007 como un espacio que permite a estudiantes, profesores y comunidad en general actualizar conceptos en torno a temas de salud desde una perspectiva social. Los estudiantes de la Maestría pueden participar como asistentes. Las últimas temáticas ofrecidas en la cátedra fueron: La

[48] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 041 de 1996. Cátedra Rodolfo Low Maus.
[49] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 174 de 2007. Cátedra Salud y Sociedad.

salud en la vida cotidiana; Sexualidad, derechos y ciudadanía; Bienestar Social y Salud Mental; Sexualidad, Equidad de Género y Ciudadanía; Migración y Salud.

La diversa oferta de cursos y espacios académicos mencionados, es ampliamente divulgada en los diferentes medios de comunicación institucional, y muchos de ellos se realizan con acceso abierto al público en general, como estrategia para fomentar la responsabilidad social y ciudadana de los integrantes de la comunidad UIS.

Sumado a lo anterior, la Escuela de Ingeniería Civil, realiza eventos académicos (charlas, conferencias, simposios, cursos, congresos) sobre diversos temas (ver Tabla 22) en los que se analizan cambios en la ciencia mundial, aspectos relevantes del entorno social y económico del país o de la región, temas ambientales que definen necesidades de desarrollo que la ciencia y la sociedad confrontan, entre otros. En estos eventos pueden participar todos los estudiantes de los programas adscritos a la unidad académico-administrativa, entre ellos la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Estos eventos se divulgan a través de los medios de comunicación de la Universidad. Al analizar los datos disponibles sobre la participación de los estudiantes en dichos eventos, se detectó que es importante aumentar el interés de los estudiantes de la Maestría en participar en este tipo de actividades, no obstante, se debe reconocer que algunos de estos eventos limitan el acceso por aspectos logísticos, implican costos o se programan en horarios en los que habitualmente, los estudiantes del programa trabajan; por otra parte, un 67% de profesores manifiesta que ha participado en este tipo de eventos organizados por la Universidad o el Programa.

Tabla 22. Espacios académicos para estudiar el entorno.

| Espacio | Tipo de espacio | Temas de discusión | Año |
|---|---|---|---|
| Conferencia: Datación de las aguas subterráneas, conceptos, metodologías y modelación. PhD. Jean Deanis Taupin, Universidad Montpellier, Francia. | Conferencias | Datación de las aguas subterráneas, conceptos, metodologías y modelación. | 2020 |
| Conferencias: Isótopos estables e hidrogeoquímica en aguas subterráneas. PhD. Jean Deanis Taupin, Universidad Montpellier, Francia. | Conferencias | Isótopos estables e hidogeoquímica. | 2020 |
| Contratación Estatal con énfasis en SECOP. | Seminario | Contratación Estatal con énfasis en SECOP. | 2019 |
| Jornadas XVIII Geotécnicas y XXI Estructurales. | Congreso | Desarrollos institucionales, Actualización de normatividad y reglamentación, Exploración-auscultación actualización, Monitoreo Geotécnico y Estructural, Condiciones Especiales: fuego, viento, inundaciones, entre otros. | 2019 |

| Espacio | Tipo de espacio | Temas de discusión | Año |
|---|---|---|---|
| Conferencias: "La importancia de la estructura de desglose de un proyecto (EDT) Work Breakdown Structure (WBS) en la ejecución de un proyecto" y "Control de costos y el uso del valor agregado". Conferencistas: Ings. Nelson Bonilla y José Rubén Cavanzo. | Conferencias | La importancia de la estructura de desglose de un proyecto (EDT) Work Breakdown Structure (WBS) en la ejecución de un proyecto. Control de costos y el uso del valor agregado. | 2019 |
| 2o. Congreso ACCE International, Ingeniería de Costos | Congreso | Ingeniería de Costos, Gestión de activos estratégicos, Planeación y programación, Gerencia de Proyectos, Gestión y Administración de contratos, BIM, Gestión de riesgos y decisiones, Gestión de valor ganado, Estimación y control de costos, Ingeniería de valor y constructibilidad. | 2019 |
| 1ª jornada metropolitana "todos juntos por la gestión del riesgo". | Jornada técnica | Participación y sostenibilidad, Gestión del riesgo de desastres, Conocimiento y zonificación de amenazas naturales, Vulnerabilidad social, Asentamientos precarios y vulnerabilidad sísmica, Investigación institucional en temas ambientales, Buenas prácticas con sistemas de alerta temprana y Experiencias internacionales en manejo de desastres en las Américas. | 2019 |
| U18- fest | Congreso | Revolución tecnológica 4.0; Desarrollo sostenible y medio ambiente; Paz, justicia e instituciones sólidas; Emprendimiento y liderazgo exponencial. | 2019 |
| VI Open Internacional de Ingeniería | Congreso | El rol del ingeniero en el desarrollo territorial. 4 ejes temáticos: Sostenibilidad, Infraestructura y desarrollo, Innovación, Formación y responsabilidad social. | 2019 |
| Estudio del valor del suelo en el área metropolitana de Bucaramanga. Conferencista: Ing. Germán A. Fuentes. | Conferencia | Estudio del valor del suelo en el área metropolitana de Bucaramanga. | 2019 |
| Curso: Hidroquímica y trazadores ambientales en aguas subterráneas. PhD. Jean Deanis Taupin, Universidad Montpellier, Francia | Curso | Ciclo del agua, Química y geoquímica de las aguas subterráneas, Uso de los isotópos ambientales en la hidrogeología, Datación de aguas subterráneas. | 2019 |
| Conferencia "Modelos de flujo de agua y transporte de contaminantes en cuerpos acuáticos- Investigación y desarrollo en la Universidad Internacional de La Florida,USA". PhD. Héctor Fuentes. | Conferencia | Modelos de flujo de agua y transporte de contaminantes en cuerpos acuáticos. | 2018 |
| U18-Ideas para transformar el mundo. | Congreso | Desarrollo sostenible, Educación en Ingeniería, Desarrollo Agroindustrial, Transformación social e innovación. | 2018 |
| Curso: Hidroquímica y trazadores ambientales en aguas subterráneas. PhD. Jean Deanis Taupin, Universidad Montpellier, Francia | Curso | Hidroquímica de las aguas subterráneas, Técnicas de muestreos de aguas para hidroquímica, Anomalía química de la salinización, Contaminación antropogénica y sus consecuencias sobre los acuíferos, Herramientas isotópicas en rastreo de masas de agua y contaminación. | 2018 |

| Espacio | Tipo de espacio | Temas de discusión | Año |
|---|---|---|---|
| 2do. Foro de Gerencia de Proyectos. Conferencistas: Jaime Molina, Jaime Arboleda. | Foro | Seguimiento efectivo de proyectos. PMO Oficina de proyectos. | 2017 |
| Conferencias: "Reliable, Resilience, and Sustanaible Water", "Rainwater harvesting opportunities and chanllenges". PhD Sarah Ward, (Centre for water system, University of Exeter, UK. | Conferencia | Reliable, Resilience, and Sustanaible Water. Rainwater harvesting opportunities and chanllenges. | 2017 |

## Característica 4.3. Flexibilidad del currículo.

*El currículo promueve el tránsito de los estudiantes por el programa y la participación en la oferta académica de otros programas de la universidad o de otras universidades. Además, favorece la participación de estudiantes de otros programas de la universidad o de otras universidades en la oferta académica del programa.*

Los diferentes programas académicos desarrollados en la UIS son diseñados con currículos y estrategias pedagógicas en coherencia con el modelo pedagógico y evaluados continuamente para garantizar pertinencia y flexibilidad[50]. Alineado con esta política, el programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con una estructura curricular compuesta por las asignaturas del ciclo básico, los temas transversales, las líneas de profundización y las asignaturas de apoyo y construcción del proyecto de aplicación.

Específicamente con las líneas de profundización se provee de rutas de aprendizaje flexibles, acorde con los intereses de los estudiantes, representadas por las asignaturas electivas. En cada cohorte los estudiantes en consenso podrán seleccionar dos líneas de profundización, entre seis líneas posibles del plan de estudios: 1) modelación de aguas superficiales, 2) modelación de aguas subterráneas,3) abastecimiento de agua, 4) manejo de inundaciones, 5) tratamiento de aguas residuales, y 6) tratamiento de residuos sólidos. Así mismo, el Programa proporciona a los estudiantes acceso a temas para desarrollar el trabajo de grado, en consonancia con estas líneas de profundización, tal como se evidencia en la Tabla 23.

Tabla 23. Títulos de propuesta de trabajos de grado de los estudiantes según línea de profundización

| Título de trabajo de grado | Línea de profundización |
|---|---|
| Estimación del potencial erosivo de la cuenca del río Tona, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelo basado en los sedimentos aportados al embalse de Bucaramanga. | Modelación de aguas superficiales |

[50] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No. 026 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 40.

| Título de trabajo de grado | Línea de profundización |
|---|---|
| Evaluación del impacto hidrológico e hidráulico de la quebrada Aranzoque en la vía de acceso del barrio Primavera II, municipio de Floridablanca, -Santander. | Manejo de inundaciones |
| Análisis de amenaza por avenidas torrenciales del río Mogoticos en el área urbana del municipio de Mogotes, Santander. | Modelación de aguas superficiales |
| Propuesta para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua en la ciénaga San Silvestre, Barrancabermeja. | Abastecimiento de agua |
| Evaluación de amenaza por avenidas torrenciales comparando una metodología a escala detallada y una escala básica. Aplicación en una cuenca piloto. | Manejo de inundaciones |
| Modelo hidrogeológico numérico de la zona norte de la Meseta de Bucaramanga, Santander | Modelación de aguas subterráneas |
| Modelación de la calidad del aire en la zona industrial del área metropolitana de Bucaramanga. | |
| Selección de una alternativa para el tratamiento de aguas residuales domesticas en el corregimiento de Los Pondores, San Juan del Cesar, La Guajira. | Tratamiento de aguas residuales |
| Análisis detallado de amenaza de inundación de la corriente hídrica rio Negro en el casco urbano del municipio de Rionegro - Santander, utilizando modelación hidráulica bidimensional. | Manejo de inundaciones |
| Análisis de la cantidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica piloto, en el área de jurisdicción de la CDMB. | Modelación de aguas superficiales |
| Evaluación del comportamiento de un filtro de zeolita para la remoción del color de los efluentes del proceso de extracción de aceite palma. | Tratamiento de aguas residuales |
| Propuesta de alternativas de gestión sobre la cuenca alta del río Tejo en Ocaña, Norte de Santander, que favorezcan la regulación de su caudal. | Modelación de aguas superficiales |
| Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga. | Modelación de aguas subterráneas. |
| Creación y calibración de un modelo hidráulico de la red de distribución de agua potable de la Piedecuestana de Servicios Públicos S.A E.S.P. | Abastecimiento de agua |
| Selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales en condominios residenciales. Caso Menzuly (Santander, Colombia). | Tratamiento de aguas residuales |
| Análisis de amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Girón (Santander) mediante el uso de un modelo hidráulico bidimensional. | Manejo de inundaciones |
| Evaluación del impacto de la materia orgánica de vertimientos de aguas residuales domésticas, en la quebrada Mensuly, en el tramo de la autopista Floridablanca – Piedecuesta, Santander. | Tratamiento de aguas residuales |

La flexibilidad del currículo también se promueve a través de políticas[51] que favorecen la participación de los estudiantes en la oferta académica de otros programas de la universidad o de otras universidades, para este último se cuenta con numerosos convenios (ver Tablas 24, 25, y 26) para cursar asignaturas, realizar estancias cortas, entre otras.

[51] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento General de Posgrado, Acuerdo 075 de 2013, Art.161.

Tabla 24. Convenios con universidades internacionales

| N° | Institución | País | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Universidad de Western | Australia | Intercambio docente breve o de largo plazo, intercambio estudiantil de pregrado y postgrado, de investigación en colaboración y descubrimiento, el aprendizaje y la enseñanza, y el compromiso, otros programas educativos de mutuo acuerdo, desarrollo de tecnología, la transferencia de tecnología y desarrollo de negocios. | 31/07/2015 12/06/2024 |
| 2 | Instituto Leibniz de Desarrollo Ecológico, Urbano y Regional - en Cooperación con la Cátedra de Desarrollo Espacial de la Universidad Técnica de Dresden | Alemania | Cooperación en los temas de interés conjunto relacionados con el desarrollo urbano y rural, investigación y asesoría en la construcción de políticas, con respecto a la TUD-SP, docencia e intercambio de estudiantes de pregrado y postgrado entre las instituciones mencionadas en este acuerdo buscarán cooperación administrativa para guiar y desarrollar las actividades de intercambio y para definir los trámites requeridos para tales fines. | 25/10/2016 25/10/2021 |
| 3 | Universidad Federal de Uberlandia | Brasil | *Intercambio de investigadores y profesores, dentro de proyectos específicos, en las áreas de desarrollo científico, tecnológico y de enseñanza. *Desarrollo de trabajos de 4investigación conjunta referentes a las diferentes áreas de ingeniería y de ciencias exactas. *Intercambio de profesores y de alumnos para cursar postgrado en áreas de interés de ambas instituciones. | 24/07/2001 Término Indefinido |
| 4 | Pontificia Universidad Católica do Rio de Janeiro | Brasil | *Intercambio de estudiantes de pregrado y posgrado. *Colaboración entre profesores e investigadores en lo que se refiere al desarrollo de proyectos de investigación; la promoción de eventos científicos, conferencias y ponencias; la orientación en disertaciones de maestría y doctorado; la participación en consejos y comisiones; y cualquier otra actividad de carácter académico. *El intercambio de material bibliográfico. | 25/05/2010 Renovable Automáticamente |
| 5 | Escuela de Ingeniería de Sao Carlos - Universidad de Sao Paulo | Brasil | Cooperación académica en el área de ingenierías, a fin de promover el intercambio de docentes/investigadores, estudiantes de posgrado, estudiantes de graduación (con reconocimiento mutuo de estudios de graduación | 12/08/2016 12/08/2021 |
| 6 | Universidad Federal de Minas Gerais | Brasil | Promover intercambio de carácter amplio en los niveles de pregrado y postgrado e intercambio de docentes e investigadores. | 09/12/2016 09/12/2021 |
| 7 | Universidad Federal de Rio de Janeiro | Brasil | El presente convenio tiene por objeto establecer el intercambio académico de estudiantes de pregrado y postgrado a través de UFRJ y UIS | 14/09/2016 14/09/2021 |
| 8 | Universidad Federal do Rio Grande do Norte | Brasil | Establecer una cooperación mutua y amplia entre la UFRN y la UIS, intentando desarrollar en conjunto acciones de mutuo interés por medio de: * Intercambio de profesores, estudiantes y técnicos administrativos. * Constitución de grupos de trabajo, elaboración y desarrollo conjunto de proyectos y programas de cooperación a corto, mediano y largo plazo. * Organización conjunto de eventos académicos, científicos y culturales. | 29/02/2016 29/02/2021 |

| N° | Institución | País | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| 9 | Universidad Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" | Brasil | Cooperación académica en las áreas en común, a fin de promover el intercambio de estudiantes de estudiantes de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de postgrado, postdoctorados, Docentes/investigadores y miembros del equipo técnico-administrativo de las respectivas instituciones. | 01/03/2017 01/03/2022 |
| 10 | Universidad de Calgary | Canadá | Facilitar la cooperación académica e investigativa entre las partes del presente conforme a los principios de beneficio mutuo y podría abarcar lo siguiente: a) Actividades educativas e investigativas conjuntas, lo que incluye solicitudes de financiamiento para promover estas actividades; b) Intercambio de visitas de profesores con el fin de realizar investigaciones; c) Intercambio de trabajo académico; d) Intercambio de estudiantes de grado y posgrado; e) Intercambio de personal; f) Programas cortos; g) Entrega de programas de estudios idiomáticos. | 02/08/2017 02/08/2022 |
| 11 | Pontificia Universidad Católica de Valparaíso | Chile | Prestar en forma recíproca asesoría y apoyo científico y cultural mediante el intercambio de personal docente y de estudiantes, conforme a programas anuales previamente establecidos. | 20/01/2016 13/02/2024 |
| 11 | Universidad Técnica Federico Santa María | Chile | Este convenio de cooperación promoverá actividades en las siguientes áreas principalmente: *intercambio de alumnos de pre y postgrado *Intercambio de profesores y personal académico *Investigaciones conjuntas programas educacionales y culturales, incluyendo la realización de actividades de interés mutuo | 19/03/2018 19/03/2021 |
| 12 | Universidad Autónoma de Madrid | España | Establecer el marco de colaboración entre las partes, para la realización de actividades conjuntas en cualquier área que redunde en el desarrollo y el fortalecimiento de su relación de cooperación inter-institucional. | 21/12/2017 21/12/2022 |
| 13 | Universidad Politécnica de Madrid | España | Establecer una amplia y mutua cooperación entre la Universidad Politecnica de Madrid y Universidad Industrial de Santander. | 31/10/2019 17/06/2024 |
| 15 | College of Engineering Texas A&M University | EE.UU. | *Incentivar el intercambio de docentes para fomentar el trabajo conjunto en docencia e investigación en el área de ingenierías. *Intercambios para estudiantes de pregrado y de posgrado. | 15/09/2017 15/09/2022 |
| 15 | Universidad de Oklahoma | EE.UU. | *Colaboración de facultad y personal para investigación, conferencias, discusiones y otras búsquedas académicas. *Intercambio de estudiantes de pregrado y de postgrado e investigadores. *Cambio de información publicada. | 13/08/1996 Renovable automáticamente |
| 16 | Universidad de Purdue | EE.UU. | Promover el intercambio de Profesores a corto y largo plazo, intercambio de Estudiantes de Pregrado y Posgrado, labores de investigación y descubrimiento, enseñanza - aprendizaje y compromiso de manera conjunta | 16/03/2018 5 años Renovable automáticamente |

| N° | Institución | País | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| 17 | Grupo Insa: Insa de Lyon<br>Insa de Rennes<br>Insa de Rouen<br>Insa de Strasbourg<br>Insa de Toulouse<br>Ensi de Bourges<br>Ensci de Limoges | Francia | *La UIS y el GROUPE INSA, se comprometen, de acuerdo con los medios de que dispongan, a estimular investigaciones conjuntas de interés común y, según prioridades previamente determinadas, a colaborar mutuamente en el desarrollo de la docencia y de la investigación en las áreas en que ambos estén interesados. *Promover y facilitar el intercambio de docentes, e investigadores, para realizar seminarios, cursos, hacer parte de Jurado de Tesis, dictar conferencias y participar en la discusión de proyectos académicos o de investigación. *Fortalecer los intercambios de estudiantes de pregrado y posgrado. | 30/05/2011<br>Prorrogado Automáticamente |
| 18 | Universidad Degli Studi di Genova | Italia | Acuerdo Marco de Cooperación orientado al intercambio de estudiantes de los programas de Ingeniería Civil y Economía, así mismo potenciar una cooperación en el campo de la investigación científica a través de la posibilidad de intercambio de experiencias en la utilización de aparatos técnico-científicos de especial complejidad. | 11/08/2015<br>4/09/2024 |
| 19 | Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla | México | Cooperación académica, a fin de promover el intercambio de estudiantes de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de posgrado, posdoctorados, docentes e investigadores de las respectivas Instituciones. | 31/07/2017<br>31/07/2022 |
| 20 | Universidad Autónoma Metropolitana | México | Cooperación académica con carácter general en todos los programas académicos ofrecidos por ambas universidades, a fin de promover el intercambio de alumnos de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), alumnos de posgrado, postdoctorados, personal académico y miembros del equipo técnico-administrativo de las respectivas instituciones. | 21/03/2017<br>21/03/2022 |
| | Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) | México | Promover el alcance de la investigación y del conocimiento a través de proyectos de investigación cooperativa. Identificar problemas y áreas de interés mutuo, dentro de los cuales se pueda canalizar la actividad de intercambio. Intercambio de profesores e investigadores a través de visitas formales e informales, para la ejecución de proyectos de investigación. | 21/10/2024<br>Renovación automatica |
| 21 | Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC | Venezuela | *Intercambio de docentes e investigadores para la realización de actividades de investigación en programas de interés común.<br>*Intercambio de profesionales y técnicos de apoyo de investigación.<br>*Intercambio estudiantes de postgrado para pasantías de estudio e investigación. | 04/12/2002<br>Renovado Automáticamente |

Tabla 25. Convenios con universidades nacionales

| N° | Institución | Ciudad | Actividades que se realizan | Vigencia |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Universidad de Antioquia, Universidad Nacional - Vicerrectoria Académica y Universidad del Valle | Medellín, Bogotá, Cali | *Intercambiar profesores y/o investigadores por períodos determinados y para cumplir actividades específicas tales como: dictar conferencias, participar en cursos y en el desarrollo de investigaciones de mutuo interés, etc.<br>*Asumir de modo común, por sistemas de coparticipación, programas de docencia, investigación, pasantías de profesores y estudiantes, asesoría y extensión.<br>*Realizar investigaciones conjuntas. | 6/09/2013<br>6/09/2023 |
| 2 | Universidad de los Andes | Bogotá | *Intercambio estudiantil durante un semestre académico.<br>*Intercambio de profesores e investigadores, para participar en actividades de investigación científica y/o docencia. | 6/09/2017<br>6/09/2022 |
| 3 | Universidad Militar Nueva Granada | Bogotá | Establecer una cooperación entre la UIS y la UMNG para el desarrollo conjunto de programas o actividades de carácter académico, de acuerdo con las funciones básicas de educación superior, como son docencia, investigación, asesoría y proyección social, en los niveles de pregrado, postgrado, educación continuada, en la modalidad presencial, y a distancias, servicios de asesorías, consultorías prácticas y pasantías, e intercambios en las áreas que sean de interés común para ambas instituciones. | 11/08/2014<br>18/02/2024 |
| 4 | Universidad del Magdalena | Santa Marta | Tiene como objeto establecer las bases y criterios sobre los cuales UNIMAGDALENA y UIS, realizaran acciones conjuntas con el fin de enriquecer el entendimiento entre la cultura de los involucrados y hacer posible el intercambio de estudiantes de pregrado y posgrado, entre ambas instituciones de manera continua. | 06/07/2018<br>06/07/2021 |
| 5 | Universidad de Los Llanos | Villavicencio | El presente convenio tiene como objeto establecer las bases de una cooperación recíproca, que permita la promoción y realización de actividades de interés común, dentro de la órbita propia de competencia de ambas instituciones | 09/02/2016<br>09/02/2021 |
| 6 | Universidad de Caldas | Manizales | La cooperación académica en las diferentes áreas académicas a fin de promover el intercambio de estudiantes de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de postgrado, postdoctorados, docentes/investigadores y miembros del equipo técnicoadministrativo de las respectivas instituciones. | 26/04/2016<br>26/04/2021 |

Tabla 26. Convenios activos con redes nacionales

| N° | Institución | País | Objeto del Convenio |
|---|---|---|---|
| 1 | Programa Sígueme - Posgrados | Colombia | Promover la movilidad de los estudiantes de posgrado matriculados regularmente en alguna de las Universidad participantes, permitiendo que ellos puedan registrar y matricular asignaturas teóricas o prácticas en otra de las universidades participantes. |

De acuerdo con el Reglamento General de Posgrados, los programas de maestría de profundización podrán desarrollarse en la modalidad presencial concentrada y la programación de actividades y plazos del programa serán establecidos de acuerdo con su propio calendario por cohorte. Lo anterior, conlleva que el calendario académico, difícilmente concuerda con otros programas, tanto de la universidad, como de otras universidades, por lo que, en el periodo de evaluación, no se evidencia participación de estudiantes del programa en la oferta académica de otros programas de la universidad o de otras universidades nacionales o extranjeras; no obstante, se han tenido dos estudiantes del programa de Ingeniería Civil de la UIS cursando asignaturas en la Maestría.

Adicionalmente, para fomentar la flexibilidad curricular, existe la posibilidad de homologación de asignaturas que se hayan cursado y aprobado con una calificación mayor o igual a tres coma cinco (3,5) en un programa de posgrado en la UIS o en otra institución de educación superior, siempre y cuando el contenido y objetivo sean concordantes con lo establecido en el programa. En la Maestría, se cuenta con evidencia de homologación de asignaturas a una estudiante en el periodo en evaluación.

Finalmente, los estudiantes consideran que la oferta académica del programa les permite cursar asignaturas de acuerdo con los intereses y las necesidades de formación con una valoración de cumplimiento en alto grado (62,5%) y plenamente (25%); mientras que los profesores lo valoran en cumplimiento de alto grado (57%) y plenamente (43%).

### Característica 4.4. Aseguramiento de la calidad y mejora continua.

*Existencia de una cultura de calidad basada en criterios y procedimientos para la evaluación periódica de los propósitos, procesos y logros del programa, con miras al mejoramiento continuo. Para ello se cuenta con la participación de estudiantes, profesores, directivos y graduados del programa.*

La UIS, en el artículo 12 del Estatuto General, establece que "organizará y pondrá en funcionamiento un sistema que le permita garantizar a la sociedad el cumplimiento de sus objetivos con alta calidad. Para ello desarrollará en forma continua procesos de evaluación de sus funciones"[52]. En complemento, el Proyecto Institucional define, como uno de sus enfoques estratégicos la Cultura de la Excelencia Académica, donde se establece "La comunidad universitaria compromete todos los procesos con la búsqueda responsable de la excelencia. Para esto, realiza permanentes autoevaluaciones académicas y administrativas

[52] CONSEJO SUPERIOR. Estatuto General de la Universidad Industrial de Santander. Art. 12

con miras al mejoramiento continuo de los ámbitos de acción que constituyen la vida institucional. Este quehacer de la evaluación es proporcionado frente a las prioridades institucionales, rigurosamente planificado y desarrollado"[53].

La operacionalización de esta política y este compromiso se han reflejado a nivel de la institución y del programa en:

- El diseño y puesta en funcionamiento de una estrategia organizacional para fomentar el trabajo colaborativo, el intercambio de experiencias, el desarrollo eficiente de los procesos y garantizar el cumplimiento de las metas y de los plazos que aseguren el registro calificado y la acreditación de los programas. Esto se materializa en la Red de Apoyo para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos (RAEMA)[54] que incluye los nodos de escuela, facultad e IPRED y el nodo coordinador institucional, como lo representa la Figura 4.

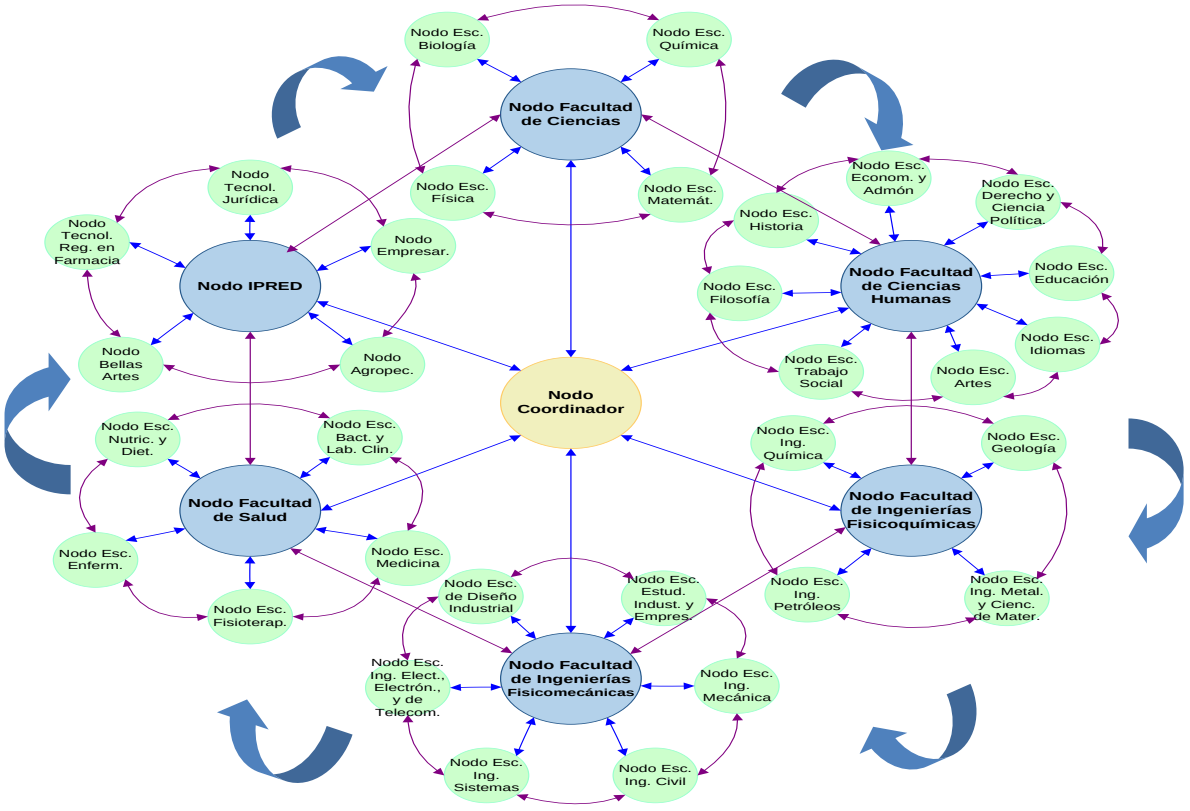



Figura 4 Red de Apoyo para la Evaluación y Mejoramiento de la Calidad de los Procesos Académicos, RAEMA.
Fuente: Acuerdo N° 100 de 2006 del Consejo Académico.

[53] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N.° 026 de 2018
[54] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 100 de 2006.

- El establecimiento de lineamientos para la creación, modificación, reforma y extensión de los programas académicos[55]. Incluye, la estructura del proyecto educativo de los programas académicos de la UIS (PEP) y lo define como "propuesta de acción, que permite orientar, de acuerdo con los lineamientos institucionales, los procesos académicos, administrativos y de gestión que favorecen el logro de los propósitos de formación y del perfil profesional de un programa académico"[56].

- El diseño y la implementación, con base en los lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), del Sistema de Autoevaluación de Programas Académicos (SIAPAD). Propuesta metodológica para el desarrollo de la autoevaluación con fines de acreditación que tiene como fin apoyar, agilizar y utilizar la experiencia adquirida en estos procesos.

- La definición, en 2013, de una estrategia para el fortalecimiento de la acreditación de programas académicos, basada en la asesoría, el acompañamiento y el seguimiento permanente a los procesos de autoevaluación, que busca: a) la disponibilidad de profesionales capacitados para apoyar a las unidades académicas, b) la participación de los programas académicos en procesos de autoevaluación con fines de acreditación o de renovación de esta, c) la articulación del trabajo entre las unidades académicas con el fin de minimizar esfuerzos, compartir información y lecciones aprendidas, d) el diseño y la implementación de estrategias para agilizar los procesos de autoevaluación y e) la validación de los modelos, los instrumentos y las herramientas utilizadas para el proceso de autoevaluación. Esta estrategia implica el inicio, simultáneo, de procesos de autoevaluación de los diferentes programas académicos de la UIS que se van a desarrollar en un año lectivo, bajo un mismo cronograma.

- La definición e implementación de lineamientos que permiten el mejoramiento de la calidad de los programas académicos y cumplir con los compromisos adquiridos en los procesos de acreditación. Para ello, en el 2008, el nodo coordinador de la RAEMA estableció que una vez obtenida la acreditación se deben sintetizar los resultados de la autoevaluación, la evaluación externa y la evaluación final para retroalimentar el plan de mejoramiento que se propuso como resultado de la autoevaluación. Al plan de mejoramiento actualizado se le hace seguimiento periódico por parte de la Dirección de Control Interno y Evaluación de Gestión, lo cual permite garantizar y evidenciar la ejecución del mismo.

- La definición de directrices para las autoevaluaciones requeridas para la renovación del registro calificado de los programas académicos, en cumplimiento de Decreto 1075/2015, Artículo 2.5.3.2.2.2, numeral 3, modificado por el Decreto 1330/2019.

- La disponibilidad de espacios y estrategias para hacer seguimiento e identificar acciones para la actualización e innovación del programa. Estos espacios son: el Consejo de

[55] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 225 de 2010.
[56] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 225 de 2010. Artículo 1.

Escuela, el Claustro de profesores, el Comité Asesor de Posgrados y el Comité de Acreditación.

Esta política se ha evidenciado positivamente en el proceso realizado para la creación de la Maestría y en el proceso de autoevaluación del Programa que se compendia en el presente informe, que conllevó a la formulación del plan de mejoramiento a desarrollarse en los próximos cinco años (c.f. numeral 4). Así mismo, en la evaluación continua de todas las asignaturas del plan de estudios mediante la Evaluación de Calidad en Aula, proceso que se realiza en todos los programas de la Escuela de Ingeniería Civil para conocer la apreciación de los estudiantes sobre la calidad del curso, facilidades de aprendizaje, el grado de interés del estudiante y la mediación pedagógica del profesor. Este instrumento ha permitido detectar la necesidad de aumentar el número de horas de las asignaturas, en especial aquellas que tienen componente práctico.

Es de resaltar que la presente autoevaluación del Programa corresponde a los primeros 4 años de funcionamiento de la Maestría, por lo cual, se ha realizado un proceso de autoevaluación (año 2021), en el que participaron el 100% de egresados, el 92% de profesores, y el 89% de estudiantes activos. Esta participación demuestra el compromiso de la comunidad del programa con el mejoramiento continuo de la Maestría.

### 3.4.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 4

El programa promueve una sólida fundamentación conceptual y el desarrollo de competencias para el trabajo de grado mediante estrategias de acompañamiento y seguimiento estudiantil. A su vez cuenta con lineamientos y estrategias para desarrollar en los estudiantes la capacidad de indagación, pensamiento autónomo, análisis crítico de situaciones, planteamiento y solución de problemas, entre otros.

La UIS y la Escuela de Ingeniería Civil se encuentran comprometidos con la formación integral de los estudiantes, para ello brindan constantemente espacios de discusión o ampliación del conocimiento sobre diferentes temas de interés científico, social y económico, a los cuales pueden acceder los estudiantes del programa, no obstante, se requiere fomentar la participación de los estudiantes en este tipo de actividades, así como documentar su asistencia.

El programa cuenta con múltiples líneas de profundización en el plan de estudios, mediante las cuales dota a los estudiantes de los fundamentos necesarios para realizar su trabajo de aplicación según la temática de su interés particular; no obstante, se considera oportuno evaluar la oferta y demanda de las líneas de profundización con miras a evitar la insatisfacción de estudiantes en el proceso de selección por consenso de las líneas a ofertar en la cohorte, de esta manera se puede reducir la expectativa que tengan respecto al número de líneas de profundización del programa.

Existen estrategias y políticas institucionales que promueven la participación de los estudiantes en otros programas de la universidad y convenios que facilitan la movilidad de estudiantes mediante pasantías o estancias de corta duración en otras instituciones nacionales o extranjeras; sin embargo, aún los estudiantes del programa no han participado en la oferta académica de otras universidades y tampoco se ha contado con estudiantes de otras universidades en el programa, lo que requiere buscar estrategias para fomentar su desarrollo.

La UIS tiene en funcionamiento un sistema de evaluación y seguimiento que le permite garantizar a la sociedad la oferta de un servicio educativo de calidad, para lo cual desarrolla continuamente procesos de evaluación de las funciones misionales y de la actividad administrativa. La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se encuentra enmarcada en las políticas y lineamientos de la cultura de la calidad institucional, por ello ha llevado a cabo un proceso de autoevaluación riguroso, en el que contó con la participación de estudiantes, profesores, y graduados del programa. Los resultados del proceso permitieron establecer un plan de mejoramiento para continuar fortaleciendo el Programa. Así mismo realiza procesos internos para mejoramiento continuo del programa, a partir del cual se detectó la necesidad de modificación de la intensidad horaria de las asignaturas.

## 3.5 FACTOR 5. INVESTIGACIÓN: CALIDAD, PERTINENCIA Y PRODUCCIÓN.

*Los grupos de investigación que apoyan el programa realizan trabajos de grado y proyectos que aportan al avance del conocimiento y al desarrollo de la región y del país y están planteados dentro de líneas de investigación consolidadas.*

### 3.5.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 5

### Característica 5.1. Articulación de la investigación al programa

*El programa cuenta con políticas institucionales para el desarrollo y el apoyo de la investigación que le permite, mediante la vinculación de grupos de investigación consolidados, formular e implementar estrategias que articulan la investigación con el proceso de formación.*

En la UIS, uno de los tres ejes misionales que rigen y orientan la acción institucional es la investigación. Es por ello, que el Proyecto Institucional ratifica el enfoque estratégico Investigación e innovación como ejes articuladores de las funciones misionales[57], el cual establece que "con el liderazgo de los profesores y la disponibilidad de recursos institucionales, los estudiantes participan en procesos de investigación y de generación de conocimiento por medio de los cuales se fortalecerá el aprendizaje autónomo, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, la iniciativa para la construcción y dirección de redes colaborativas y la perspicacia para reconocer, formular, investigar y resolver problemas. De esta manera, los graduados de la UIS se distinguen por el aporte significativo en los espacios de interacción social alrededor de diversos problemas de la comunidad".

Para la materialización del Proyecto Institucional, la Universidad cuenta con el Plan de Desarrollo Institucional PDI, en el que con respecto a la investigación y la innovación se plantearon como objetivos estratégicos: 1) consolidar la investigación de alta calidad orientada al desarrollo científico, tecnológico, social, económico, cultural y político del país en un entorno global y 2) desarrollar la capacidad de innovación en la comunidad universitaria para generar soluciones a los retos de la sociedad en un entorno global.

Para el logro de los objetivos estratégicos del PDI, se estableció el Programa *Investigación y Gestión de la innovación,* así como una serie de acciones, entre ellas:

- Desarrollo de capacidades en la comunidad de investigadores para el avance y la transformación social del país.

- Desarrollo de la investigación en coherencia con la demanda y potencialidad de la región y del país privilegiando programas y proyectos en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

- Desarrollo de grupos de investigación con dinámicas interdisciplinarias, integrando estudiantes de pregrado y posgrado e investigadores de otras instituciones para potenciar los proyectos de investigación.

- Difusión, divulgación y apropiación social de los resultados de investigación; Apropiación y liderazgo en el Parque Tecnológico de Guatiguará.

- Creación de condiciones para que la innovación sea una práctica institucional que trascienda y aporte a la transformación de las prácticas sociales y económicas.[58]

Sumado a lo anterior, el Estatuto de Investigación[59] reafirma la vocación investigativa de la UIS, establece la estructura para el desarrollo y reconocimiento de la actividad investigativa y garantiza la asignación creciente de los recursos económicos necesarios para la implementación de actividades de fomento a la investigación, como financiación de proyectos, acceso a recursos electrónicos, becas de posgrado y programas especiales de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión entre los cuales están: apoyo a la movilidad de profesores y estudiantes, consolidación de los grupos de investigación, registro de propiedad intelectual y, apoyo a las publicaciones científicas y de divulgación de las unidades académicas de la universidad.

Particularmente, la UIS cuenta con una política de investigación, actualizada en el año 2020, en la que se establecen, entre otros, los principios orientadores, las definiciones, el marco de referencia, el marco contextual, los objetivos, los lineamientos y, la evaluación y seguimiento de la política. Los principios que regirán la actividad de investigación e innovación en la Universidad son: trasparencia, evaluación por pares, rigurosidad científica, generación de conocimiento, cultura de la excelencia, interlocución con la sociedad y protección de resultados de investigación. Además, las diferentes iniciativas, programas y acciones que se emprendan en relación con la investigación atenderán los siguientes lineamientos: a) La investigación es una función misional de la Universidad Industrial de Santander, caracterizada por su originalidad y pertinencia, orientada por estándares metodológicos y éticos, y fundamentada en un talento humano de alto nivel y en tecnologías de punta. b) La investigación en la UIS se fundamenta en la autonomía creativa de la comunidad académica para abordar problemas con pertinencia social, cultural, científica o tecnológica y con potencial para cambiar el contexto regional, nacional y global, y en beneficio de una sociedad justa e incluyente. c) La UIS incentiva, potencia y gestiona la inversión de recursos para la investigación, con el fin de garantizar la estabilidad del Sistema de Investigación.[60]

[58] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional 2018-2030. Pág. 49
[59] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo 043 de 2011. Estatuto de Investigación de la UIS.
[60] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 046 de 2020. Pág. 23-24.

La Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), es la unidad académico-administrativa que centraliza y coordina, en forma coherente y articulada, la política de investigación y extensión de la universidad. La VIE organiza anualmente un portafolio que compila los programas de apoyo para la financiación de actividades de investigación y extensión dirigidos a Investigadores, Profesores, Estudiantes y Grupos de Investigación, entre ellos se destacan: capital semilla para investigación, institucionalización de los semilleros de investigación, vinculación de jóvenes investigadores e innovadores y de estudiantes de posgrados, apoyo a estancias posdoctorales, UIS Ingenium, movilidad de profesores, movilidad de estudiantes, movilidad de profesores visitantes, apoyo a eventos científicos de carácter internacional, premio Eloy Valenzuela, apoyo a la gestión y cofinanciación de propuestas de investigación ante entes externos, apoyo a grupos de investigación.

La Escuela de Ingeniería Civil, por medio de su misión, ha definido dentro de sus actividades primordiales, *la generación de conocimiento, la adaptación de nuevas tecnologías y la implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos para bien de la sociedad*. Esta actividad, es permeada en todos sus programas académicos, entre ellos la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, de manera que incorpora la investigación a los procesos de formación, a través de diversas acciones:

a) Seminarios de aplicación: También llamados seminarios de profundización, que son cursos realizados con el fin de brindar los conocimientos básicos para la formulación de la propuesta de trabajo de grado, y favorecer la discusión pública de los avances realizados en su desarrollo, el trabajo interdisciplinario y el fortalecimiento de las competencias científicas.

b) Trabajo de aplicación: corresponde al trabajo de grado que constituye un requisito para optar al título de magíster. El trabajo de grado en las maestrías de profundización podrá estar dirigido a la *investigación aplicada*, *el estudio de casos, la solución de un problema concreto, el análisis de una situación particular, según la naturaleza del programa*.[61]

c) Socialización de trabajos de grado: En la Universidad se tienen dos momentos para presentar ante la opinión pública los procesos de aplicación de los estudiantes de maestría: Sustentación oral para defender la propuesta del trabajo de aplicación, y Presentación oral de los resultados del trabajo de aplicación.

   En estos escenarios participan los estudiantes activos de la Maestría y se invita al público en general. Esta actividad de socialización de los trabajos de grado se propone para transferir el conocimiento generado en el desarrollo de investigación, a la sociedad.

[61] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento General de Posgrado, Acuerdo 075 de 2013, Art. 9.

d) Seminario de Socialización de Investigaciones: En este seminario se presentan los avances en el desarrollo de los trabajos de investigación de los estudiantes de la Maestría en Ingeniería Civil, y pueden asistir los estudiantes de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.

e) Realización de talleres prácticos en las asignaturas: Se estimula la investigación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, mediante la realización de talleres prácticos para solucionar problemas reales o analizar situaciones particulares, en un entorno de colaboración y de intercambio de ideas. Esto le permite al alumno determinar los principales factores involucrados en el problema, identificar las posibles causas y proponer soluciones.

f) Revisión bibliográfica: Los docentes del programa incentivan la constante búsqueda de información actualizada en las temáticas relacionadas con el área de formación del Programa. Para esta revisión los estudiantes cuentan con las fuentes de información que ofrece la universidad, a través de sus bases de datos, artículos, revistas.

g) Motivación para la presentación de ponencias: A pesar de no ser uno de los puntos fuertes de la maestría en profundización, se motiva a los estudiantes para la presentación de ponencias en eventos académicos, desarrolladas a partir de los resultados de los proyectos de aplicación. De esta forma, no solo se convierten en apoyo para trabajos propios de la Universidad Industrial de Santander, sino que se abre la oportunidad de servir de referencia para investigaciones de diferentes universidades interesadas en temas en común.

Para el desarrollo de investigación, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con tres grupos de investigación, avalados por la institución y reconocidos por COLCIENCIAS: el Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental GPH, el Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME, el grupo GEOMÁTICA, Gestión y optimización de sistemas, clasificados en categorías B, A, y B respectivamente en la última convocatoria de COLCIENCIAS, los cuales apoyan directamente la Maestría. Adicionalmente, en el programa se cuenta con el soporte de 9 grupos de investigación tanto de la UIS como de universidades de reconocido prestigio nacional. Los profesores e investigadores pertenecientes a los grupos de investigación apoyan la dirección y codirección de trabajo de aplicación, así como la docencia en el Programa.

La valoración de los estudiantes respecto a la existencia de estrategias para articular el trabajo de los grupos de investigación relacionados con el programa con el proceso de formación de los estudiantes, es positiva ya que el 50% considera que se cumple en alto grado y un 37,5% que se cumple plenamente, en contraste el 16,7% de los profesores manifiestan al respecto que se cumple en alto grado y el 41,7% plenamente; no obstante es pertinente realizar difusión de dichas estrategias con los docentes ya que se detectó un 33% de este estamento que no las conocen.

## Característica 5.2. Grupos de investigación y sus líneas

*El programa cuenta con el apoyo de grupos de investigación consolidados con líneas y proyectos relacionados con las temáticas que se desarrollan en el programa, clasificados por COLCIENCIAS o por otro organismo y, vinculados a redes de investigación nacionales e internacionales. Logra movilizar recursos financieros internos y externos que aseguran la viabilidad de los grupos de investigación y la sostenibilidad en el tiempo.*

Acorde a lo mencionado en la característica anterior, la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, cuenta con el soporte directo de 3 grupos de investigación de la UIS. Así mismo, cuenta con el apoyo indirecto de 9 grupos pertenecientes a la UIS o a universidades del ámbito nacional, a través de los profesores externos vinculados al programa como docentes o directores de trabajos de grado, pertenecientes a estos grupos (ver Tabla 27).

Tabla 27. Grupos de investigación que apoyan el programa

| Grupo de Investigación | Descripción de los aportes del grupo |
|---|---|
| De Soporte Directo | |
| Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental | El grupo GPH ha aportado en las diferentes áreas del conocimiento en que se desempeña.<br><br>En el área de hidrogeología ha definido zonas de recarga a acuíferos mediante el uso de técnicas isotópicas, ha evaluado el riesgo a la contaminación del recurso hídrico subterráneo y ha planteado modelos conceptuales de flujo. Estos alcances pueden ser utilizados en planes de ordenamiento y manejo de cuencas y de acuíferos, en el área de Bucaramanga, mesa de los Santos y Zona Guanentina.<br><br>Ha sido pionero en el país y en Suramérica en la utilización de isotopos estables, técnicas hidroquímicas para el seguimiento de líneas de flujo subterráneo y separación del flujo base.<br><br>Ha avanzado en el conocimiento de los procesos de tratamiento aerobio de residuos sólidos orgánicos, identificando alternativas de mejoras que permitan posicionar opciones de manejo como el compostaje. Estos logros pueden ser utilizados para la evaluación y puesta en marcha de estas alternativas a nivel de municipios e instituciones, contribuyendo de esta manera a una mejor gestión de los residuos sólidos.<br><br>Ha desarrollado trabajos relacionados con el recurso hídrico en el ecosistema de páramo, en aspectos como el clima, el suelo y los servicios hidrológicos de regulación y suministro, y el manejo de residuos de cebolla. Este conocimiento apoya la toma de decisiones para armonizar los medios de sustento de las comunidades tradicionales de páramo con la protección de los servicios ecosistémicos generados por este ecosistema.<br><br>Ha generado conocimiento en diferentes dimensiones del abastecimiento de agua rural, en áreas como sostenibilidad, uso múltiple del agua, y fortalecimiento de organizaciones comunitarias prestadoras de servicios. Estos aportes contribuyen con la superación de la brecha urbano – rural de acceso al agua con soluciones contextualizadas a las especificidades de la zona rural.<br><br>Se han hecho avances en el abastecimiento de agua mediante fuentes alternativas con el agua lluvia y las aguas grises, en entornos urbanos, rurales e institucionales, abordando dimensiones sociales, técnicas, financieras y ambientales, como respuesta a la necesidad de enfrentar la crisis del agua a través de soluciones innovadoras que aumenten la resiliencia frente al cambio climático. |

| Grupo de Investigación | Descripción de los aportes del grupo |
|---|---|
| Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME | El grupo INME contribuye a la generación del conocimiento de la problemática regional y nacional, en el campo de los materiales y estructuras de construcción. Los resultados de los proyectos de investigación aportan las evidencias para formular políticas, comprender los problemas y aplicar tecnologías.<br><br>Se resaltan los aportes en las áreas de vulnerabilidad de estructuras, como edificios y puentes. El desarrollo y mejoramiento de materiales de construcción utilizando insumos propios de la región, como el caso del fique. El mejoramiento del comportamiento de las estructuras aplicando metodologías no convencionales. Aplicación de metodologías heurísticas para modelar las estructuras de concreto. Finalmente, indicadores de gestión y control de proyectos, basados en información sobre incertidumbre.<br><br>Adicionalmente, dentro de las líneas del grupo de investigación se encuentra la sostenibilidad de materiales y procesos de construcción. |
| GEOMÁTICA, Gestión y optimización de sistemas | Geomática, gestión y optimización de sistemas es un grupo de investigación líder del desarrollo científico en ingeniería de transportes e infraestructura vial, en modelos de optimización de sistemas y evaluación de proyectos, en tecnologías emergentes aplicadas a la geociencias y el conocimiento del riesgo de desastres, en la investigación aplicada para el aprovechamiento sostenible del territorio con un enfoque de resiliencia al cambio climático, y en el estudio del ambiente construido y su impacto en la salud pública y el bienestar social. Mantiene como líneas de soporte la investigación en matemáticas, informática, teledetección, y ciencias de la tierra.<br><br>Geomática tiene como misión promover el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías en el manejo, el análisis y la distribución de información, tanto alfanumérica como georreferenciada, necesaria en los procesos de toma de decisiones en los sectores público y privado, en los ámbitos regional, departamental y nacional.<br><br>Particularmente, uno de los docentes planta del programa hace parte del grupo de Investigación GEOMÁTICA, Gestión y optimización de sistemas, por lo cual, los resultados de las investigaciones son transferidos a los estudiantes del programa a través de la asignatura impartida por el docente. |
| De apoyo | |
| Grupo de Investigación Población, Ambiente y Desarrollo (G-PAD). Universidad Industrial de Santander | G-PAD Desarrolla procesos de investigación participativa orientados a profundizar en el conocimiento de realidades sociales relacionadas con población, ambiente y desarrollo, alentando procesos de movilización social. Así mismo, busca incidir en el diseño de política social en los niveles local, regional y nacional que mitigue los efectos de la problemática social y contribuya a la restitución y garantía de los derechos humanos de los distintos grupos poblacionales; e impulsar la formación de investigadores mediante el fortalecimiento del semillero de investigación Tagua. |
| Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA). Universidad Industrial de Santander | GIGBA genera nuevo conocimiento que contribuye al entendimiento de la formación y evolución de nuestro planeta, así como al mejoramiento de la calidad de vida de nuestra sociedad a partir de la búsqueda, exploración y explotación de yacimientos minerales y su aprovechamiento sostenible, lo cual va acompañado de la formación de estudiantes a nivel de pregrado y posgrado en programas de Geología y ciencias afines. Con el fin de fortalecer la interacción nacional e internacional, los investigadores del grupo han llevado a cabo el intercambio de ideas y experiencias en torno al desarrollo de iniciativas de investigación básica enfocadas a fortalecer la investigación aplicada que permita la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad y el sector productivo. |
| Energy and other Non-Renewable Resources Research Group. Universidad Industrial de Santander | Los proyectos del grupo se alinean con el estudio de cuencas sedimentarias y sistemas petrolíferos, haciendo uso de la estratigrafía, sedimentología, paleontología, geología estructural y geoquímica, además de fuentes alternativas de energía como la geotermia, empleando herramientas geofísicas, y el sistema agua. |

| Grupo de Investigación | Descripción de los aportes del grupo |
|---|---|
| Grupo de Investigación en Demografía, Salud Pública y Sistemas de Salud – GUINDESS. Universidad Industrial de Santander | El grupo focaliza sus esfuerzos en temas relacionados con enfermedades crónicas no trasmisibles, atención primaria en salud, promoción de la salud, sistemas de salud, **salud ambiental** y ocupacional, educación y conocimientos en salud y atención primaria en salud. Cuenta con reconocimiento a nivel nacional e internacional y hace parte de redes de investigadores de todo el país. En los 16 años de existencia del grupo se ha aportado a la comunidad y a la región con investigaciones de alto impacto en salud pública. Se ha participado en la formación del recurso humano en salud, tanto de pregrado como de postgrado. Se han fortalecido redes de conocimiento, tanto a nivel regional como nacional e internacional, con lo cual se espera avanzar en la adquisición y apropiación de conocimiento. |
| Estudio y Control de la Contaminación Ambiental - ECCA. Universidad del Valle | El grupo trabaja liderando en el ámbito Universitario Regional y Nacional, el desarrollo de actividades multidisciplinarias en los campos del diagnóstico, minimización, prevención, remediación y control de la contaminación y calidad ambiental, campos en los que se considera de gran importancia el planteamiento, evaluación y presentación de alternativas sostenibles y el uso de tecnologías apropiadas que involucran los conceptos de producción más limpia y sistemas integrados para valorización de productos y subproductos generados en los diferentes tratamientos. Las líneas que soportan el grupo son: Calidad y Tratamiento de Agua; Tratamiento de Aguas Residuales; Residuos Sólidos y Suelos y Contaminación Atmosférica. Dentro de las líneas de investigación del grupo se trabaja con seres vivos presentes en el agua, en el suelo y en el aire, siendo necesaria la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica, lo cual se hace con fines exclusivos de investigación científica no comercial. Además de la investigación, soporta programas de Ingeniería Sanitaria y de Especialización, Maestría y Doctorado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. |
| Grupo de Saneamiento Ambiental Universidad del Valle | El grupo investiga, desarrolla, adapta y transfiere tecnologías y metodologías en el área del manejo integral de las aguas residuales, las excretas y los residuos sólidos. Este trabajo incorpora la dimensión de salud pública y ambiente como elementos fundamentales para promover intervenciones sostenibles en el sector de Agua y Saneamiento. Las áreas generales de trabajo del grupo son: -Sistemas individuales de saneamiento, -Sistemas no convencionales para recolección y transporte de aguas residuales, -Tratamiento de aguas residuales por métodos naturales, -Reúso de efluentes y subproductos (aspectos de riesgo para la salud y de productividad), -Manejo integral de residuos sólidos, -Educación en Higiene, -Contaminación ambiental y salud, -Ambiente ética y gobernanza. Para llevar a cabo las diferentes actividades en cada una de estas áreas generales, el grupo cuenta con tres estrategias: 1. Estrategia de cooperación nacional e internacional 2. Estrategia de investigación 3. Estrategia de desarrollo y transferencia |
| Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad. Universidad del Valle | El grupo contribuye al análisis de los problemas ambientales locales, regionales y nacionales, con énfasis en la gestión del agua y en el estudio de las dinámicas socio-culturales y económicas que generan un uso insostenible de los recursos naturales. Además, busca fortalecer la gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, así como apoyar la consolidación de una cultura institucional participativa con enfoque de género en la gestión ambiental, particularmente del agua. |
| Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+). Universidad Autónoma de Occidente | El grupo PAI+ aporta conocimiento científico y tecnológico en el área de los procesos ambientales e industriales en el contexto regional, nacional e internacional, integrando y optimizando los recursos interinstitucionales de los grupos participantes en el área de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Ambiental, Ciencias Básicas de la UAO y la Cátedra de Procesos Mecánicos de la Universidad Otto von Guericke Magdeburg (Alemania), así como de las instituciones que se vinculen en el desarrollo de proyectos conjuntos. El objetivo general del grupo es la investigación y desarrollo de técnicas teóricas, numéricas y experimentales aplicadas a los procesos ambientales e industriales. |

| Grupo de Investigación | Descripción de los aportes del grupo |
|---|---|
| Grupo de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Antioquia | El grupo de Bioprocesos se dedica a la investigación y el desarrollo de procesos tales como la producción de pigmentos, antioxidantes, y suplementos alimenticios para animales. También se dedica a la investigación de la biorremediación y la obtención de biocombustibles alternativos, especialmente los biocombustibles líquidos a través de la fermentación de diferentes materias primas incluyendo materiales amiláceos y lignocelulósicos.<br><br>El conocimiento integrado de los fundamentos ingenieriles y de los sistemas biológicos permite tener herramientas valiosas para la realización de avances significativos en los procesos biotecnológicos estudiados. |

Fuente: Grupos de Investigación.

De acuerdo con los resultados de la "Convocatoria Nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTeI, 2018 (833)[62], los grupos, actualmente se encuentran clasificados como lo muestra la Tabla 28, por lo cual se cuenta para el programa con 4 grupos clasificados en A1, 5 en A, 2 en B, y 1 en C:

Tabla 28. Resultados Convocatoria 833 de COLCIENCIAS

| Grupo de Investigación | Director | Clasificación COLCIENCIAS |
|---|---|---|
| **De Soporte Directo** | | |
| Grupo de Investigación en Materiales de Construcción y Estructuras INME | Ricardo Alfredo Cruz Hernández | **A** |
| Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental GPH | Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | **B** |
| Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas | Hernán Porras Díaz | **B** |
| **De Apoyo** | | |
| Grupo de Investigación Población, Ambiente y Desarrollo (G-PAD). Universidad Industrial de Santander | Raquel Méndez Villamizar | **A1** |
| Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA). Universidad Industrial de Santander | Juan Diego Colegial Gutiérrez | **A** |
| Energy and other Non-Renewable Resources Research Group. Universidad Industrial de Santander | Mario García González | **C** |
| Grupo de Investigación en Demografía, Salud Pública y Sistemas de Salud – GUINDESS. Universidad Industrial de Santander | Myriam Ruiz Rodríguez | **A1** |
| Estudio y Control de la Contaminación Ambiental - ECCA. Universidad del Valle | Patricia Torres Lozada | **A1** |
| Grupo de Saneamiento Ambiental Universidad del Valle | Inés Restrepo Tarquino | **A** |

[62] Resultados disponibles en: https://minciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0

| Grupo de Investigación | Director | Clasificación COLCIENCIAS |
|---|---|---|
| Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad. Universidad del Valle | Mario Alejandro Pérez Rincón | **A** |
| Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+). Universidad Autónoma de Occidente | Santiago Lain Beatove | **A1** |
| Grupo de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Antioquia | Mariana Peñuela Vásquez | **A** |

Fuente: COLCIENCIAS

Lo anterior, evidencia una dinámica de consolidación y reconocimiento de la investigación de los grupos que apoyan las actividades del programa.

Durante el periodo en evaluación, los grupos de soporte directo realizaron diez (10) proyectos de investigación, relacionados con el área de estudio del programa como lo muestra la Tabla 29. Los proyectos finalizados han solucionado problemas de la región, han contribuido al estudio de casos reales, y al conocimiento e implementación de nuevas técnicas y tecnologías.

Tabla 29. Proyectos de investigación relacionados con el programa que han desarrollado los grupos de investigación de soporte directo

| Proyecto de investigación | Grupos de Investigación | Entidad Financiadora | En ejecución | Finalizado (año) |
|---|---|---|---|---|
| Estrategias para la reducción de pérdidas de nitrógeno en cultivos de cebolla junca que promuevan la resiliencia de pequeños agricultores del Páramo de Berlín, frente a los retos económicos derivados de la pandemia. | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (Grupo Líder)<br><br>Grupo GIMBA (participante) | Universidad Industrial de Santander | x | |
| Estudio integral del agua en la Mesa de los Santos. | Grupo GIGBA (Grupo Líder)<br><br>Grupos GPH, GIRG, PSORHE (Grupos participantes) | Universidad Industrial de Santander | x | |
| Evaluación de los efectos en salud de la comunidad Hitnú en los municipios de Arauca y Puerto Rondón por exposición a situaciones relacionadas con actividades de explotación de hidrocarburos. | Grupo GUINDESS (Grupo Líder)<br><br>Grupo GPH (Grupo participante) | COLCIENCIAS | x | |
| Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia). | Grupo GPH (Grupo Líder)<br><br>Grupos GPAD y CEMOS (grupos participantes) | Universidad Industrial de Santander | x | |

| Proyecto de investigación | Grupos de Investigación | Entidad Financiadora | En ejecución | Finalizado (año) |
|---|---|---|---|---|
| Evaluación de estrategias para mejorar el compostaje de residuos lignocelulósicos provenientes de residuos verdes. | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental | Universidad Industrial de Santander | | x (2019) |
| Uso de tejidos ingenierizados de fibras naturales modificadas para elaboración de materiales compuestos con matrices poliméricas termoestables para aplicaciones estructurales. | Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME | Universidad Industrial de Santander | | x (2018) |
| Evaluación de la sostenibilidad de abastecimientos de agua rurales colectivos en ecosistema de páramo: Caso de estudio Berlín (Santander – Colombia). | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental | Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB | | x (2018) |
| Propuesta de un concreto convencional modificado con aditivo natural (jugo de fique) resistente a ambiente agresivo. | Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME | Universidad Industrial de Santander | | x (2018) |
| Análisis experimental del movimiento del fenómeno de remoción de masas en materiales granulares. | Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción INME | Universidad Industrial de Santander | | x (2017) |
| Evaluación del compostaje de materiales de enmienda y de los residuos provenientes del cultivo de la cebolla junca en el páramo de Berlín, Santander. | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental | Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB | | x (2017) |

Fuente: Vicerrectoría de Investigación y Extensión - plataforma SCIENTI de COLCIENCIAS.

Así mismo, las temáticas de los trabajos de aplicación de los estudiantes (ver Tabla 30) evidencian el trabajo alrededor del objeto de conocimiento de la maestría, y su aporte a la solución de problemas de la región.

Tabla 30. Trabajos de aplicación de los estudiantes de la Maestría

| Título del trabajo de grado | Año |
|---|---|
| Estimación del potencial erosivo de la cuenca del río Tona, mediante la ecuación universal de pérdidas de suelo basado en los sedimentos aportados al embalse de Bucaramanga. | 2019 |
| Modelación de la Calidad del Aire en la Zona Industrial del Área Metropolitana de Bucaramanga. | 2019 |
| Análisis geofísico y su relación con la estratigrafía y geología estructural para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario el carrasco, Bucaramanga. | 2019 |
| Creación y calibración de un modelo hidráulico de la red de distribución de agua potable de la Piedecuestana de servicios públicos S.A E.S.P. | 2019 |
| Análisis detallado de amenaza de inundación de la corriente hídrica rio Negro en el casco urbano del municipio de Rionegro- Santander, utilizando modelación hidráulica bidimensional. | 2021 |
| Selección de Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales en Condominios Residenciales. Caso Menzuly (Santander, Colombia). | 2021 |

Adicionalmente, se evidencia la vinculación de los grupos de investigación con redes nacionales así: el grupo GEOMATICA estuvo vinculado a la red GEOHealth Hub Nodo de Salud Ambiental y Ocupacional (SAO) Colombia y el grupo INME a las redes Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y el Instituto Colombiano de la Construcción con Acero. Igualmente, el grupo INME se encuentra vinculado a dos (2) redes internacionales, como son: Retos en el diseño, reparación y mantenimiento de puentes en México y a la red ALBRASCI – Associacao Luso-Brasileira para a Seguranca Contra Incendio, Portugal. Esta colaboración ha contribuido a los procesos de investigación debido a la transferencia del conocimiento.

La participación activa de los docentes en los grupos de investigación que apoyan el programa favorece en gran medida el aseguramiento de la calidad de los procesos académicos. En la Tabla 31 se muestran los profesores del programa vinculados a los grupos de investigación y la línea de su fortaleza en investigación:

Tabla 31. Participación de los profesores en los grupos de investigación que apoyan las actividades del programa

| Nombre del profesor | Grupo de investigación | Línea de investigación del Profesor |
|---|---|---|
| Profesores del Programa | | |
| Isabel Cristina Domínguez Rivera (Coordinadora del Programa) | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008209 | ▪ Agua y salud<br>▪ Saneamiento<br>▪ Modelación participativa<br>▪ Gestión Integrada del Recurso Hídrico<br>▪ Selección de Tecnología<br>▪ Usos múltiples del agua |
| Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008209 | ▪ Sistemas agroambientales<br>▪ Gestión del recurso hídrico<br>▪ Gestión integral de residuos sólidos.<br>▪ Aprovechamiento de residuos sólidos.<br>▪ Manejo de excretas<br>▪ Tratamiento de aguas residuales |
| Guillermo Mejía Aguilar | GEOMÁTICA, Gestión y optimización de sistemas.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000003022<br><br>Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción - INME.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000008211 | ▪ Planeación y Control de procesos en Obras de Construcción<br>▪ Gestión y Optimización de Proyectos de Construcción<br>▪ Gerencia de Empresas de Construcción,<br>▪ Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje en Ingeniería Civil<br>▪ Gerencia de Proyectos |
| Juan Carlos Aceros Gualdrón | Grupo de Investigación Población, Ambiente y Desarrollo (G-PAD).<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000017319 | ▪ Participación pública y movilización ciudadana<br>▪ Trata de personas |

| Nombre del profesor | Grupo de investigación | Línea de investigación del Profesor |
|---|---|---|
| Jorge Enrique Meneses Flórez | Grupo de Investigación en Conectividad y Procesamiento de Señales – CPS.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000003032 | ▪ Control Numérico Computarizado<br>▪ Automatización |
| Fernando León Guzmán Duque | Grupo de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química.<br>Universidad de Antioquia<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000000191 | ▪ Diagnóstico y caracterización de aguas<br>▪ Celdas de combustible microbiana<br>▪ Remediación Ambiental<br>▪ Tratamiento de aguas por métodos avanzados de oxidación |
| Sully Gómez Isidro | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008209 | ▪ Hidrología y clima<br>▪ Hidrogeología<br>▪ Flujo en medios porosos y fracturados,<br>▪ Hidráulica |
| Juan Pablo Silva Vinasco | Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA).<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000002859 | ▪ Biofiltración de Gases<br>▪ Contaminación Atmosférica<br>▪ Gestión de Residuos en la Industria |
| Johnny Harold Rojas Padilla | Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad.<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008200 | ▪ Economía Ambiental, Ecológica y de los Servicios Públicos<br>▪ Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible |
| Javier Ernesto Holguín González | Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+).<br>Universidad Autónoma de Occidente<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000000283 | ▪ Estudio, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental |
| Carlos Arturo Madera Parra | Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA).<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000002859<br><br>Grupo de Saneamiento Ambiental.<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000008182 | ▪ Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales<br>▪ Reúso de aguas residuales<br>▪ Residuos sólidos<br>▪ Salud pública<br>▪ Saneamiento individual |
| Carlos Alberto Sierra Ramírez | Sin grupo | |

| Nombre del profesor | Grupo de investigación | Línea de investigación del Profesor |
|---|---|---|
| Inés Restrepo Tarquino | Grupo de Saneamiento Ambiental.<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000000008182 | ▪ Planificación de inversiones<br>▪ Transferencia de tecnología<br>▪ Planificación de inversiones<br>▪ Planificación integrada de recursos hídricos<br>▪ Agua y pobreza<br>▪ Producción más limpia<br>▪ Transferencia de Tecnología<br>▪ Usos Múltiples del Agua |
| Mario Alejandro Pérez Rincón | Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad.<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008200 | ▪ Conflictos socio-ambientales y Justicia Ambiental<br>▪ Políticas para el desarrollo sostenible<br>▪ Economía ecológica e indicadores de sostenibilidad<br>▪ Desarrollo sostenible y políticas ambientales<br>▪ Gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento<br>▪ Metodología de transferencia de tecnología e intervención participativa en proyectos de agua y saneamiento<br>▪ Economía ambiental y de los servicios públicos<br>▪ Cuantificación y análisis de flujos de materiales y energía en la actividad económica |
| Profesores Externos | | |
| José Antonio Henao Martínez | CIBIMOL.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000003019<br><br>Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008207<br><br>Energy and other Non Renewable Resources Research Group.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008208 | ▪ Química Estructural |

| Nombre del profesor | Grupo de investigación | Línea de investigación del Profesor |
|---|---|---|
| Carlos Alberto Herrán | Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA).<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000002859<br><br>Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+).<br>Universidad Autónoma de Occidente<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000000283 | ▪ Estudio, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental |
| Daniela Cristina Rey | Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008209 | ▪ Recursos hídricos<br>▪ Prevención y control de la contaminación |
| Eduardo Castro Marín | Sin grupo | |
| Francisco Velandia | Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008207<br><br>Técnicas Aplicadas a Tectónica y Análisis de Cuencas.<br>Universidad Nacional de Colombia<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000007440<br><br>Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008209 | ▪ Hidrogeología<br>▪ Tectónica<br>▪ Interpretación de imágenes de satélite,<br>▪ Geología Estructural<br>▪ Paleosismología<br>▪ Identificación de amenazas geológicas<br>▪ Cartografía Geológica<br>▪ Geología regional |
| Iban Gustavo Blanco González | Sin grupo | |
| Jorge Eduardo Pinto | Energy and other Non Renewable Resources Research Group.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008208<br><br>GEOMÁTICA Gestión y Optimización de Sistemas.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000003022 | ▪ Sistemas de Información Geográfica y Sensores remotos<br>▪ Geología del Petróleo<br>▪ Geología Regional y Tectónica<br>▪ Sedimentología y Estratigrafía Geomorfología |
| José Alberto Rondón | Sin grupo | |
| Juan Carlos Forero | Sin grupo | |

| Nombre del profesor | Grupo de investigación | Línea de investigación del Profesor |
|---|---|---|
| Juan Diego Colegial | Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008207<br><br>Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.<br>Universidad Industrial de Santander<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000008209 | ▪ Hidrogeología<br>▪ Teledetección aplicada al medio ambiente<br>▪ Estratigrafía<br>▪ Geología ambiental |
| Laura Andrea Rodríguez | 1-Grupo de Investigación en Demografía, Salud Pública y Sistemas de Salud – GUINDESS.<br>Universidad Industrial de Santander<br>2- Observatorio de Salud Pública de Santander.<br>Fundación Oftalmológica de Santander, y Universidad Autónoma de Bucaramanga. | ▪ Salud ambiental<br>▪ Salud pública<br>▪ Situación de salud<br>▪ Salud pública y epidemiología |
| Henry Castro Ortiz * | Sin grupo | |
| Luis Fernando Castañeda* | Sin grupo | |
| Viviana Valencia Zuluaga | Grupo de Saneamiento Ambiental.<br>Universidad del Valle<br>https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=000000000008182 | ▪ Manejo de lodos<br>▪ Producción de agua potable<br>▪ Recolección y transporte de aguas residuales y pluviales por métodos no convencionales<br>▪ Tratamiento de aguas residuales domésticas y agroindustriales<br>▪ Sistemas de saneamiento en sitio<br>▪ Salud ambiental escolar<br>▪ Manejo integral de residuos sólidos<br>▪ Reúso de aguas residuales y subproductos<br>▪ Uso eficiente del Agua<br>▪ Mejoramiento de la Calidad del Agua Gestión del Recurso Hídrico |

Elaboración: Propia, Fuente: CvLac de MinCiencias

* Consultores independientes reconocidos, funcionarios de instituciones públicas o privadas, o trabajan en empresas, quienes pueden dirigir trabajos de grado según el Reglamento general de posgrado, y cuentan con el nivel de formación requerido para ello.

Los grupos de investigación de soporte directo al Programa han captado, durante el periodo de análisis de la autoevaluación, aproximadamente $ 3.313 millones en financiación interna, y $1.219 millones en financiación nacional para proyectos de investigación relacionados con el objeto de conocimiento del programa. Lo cual evidencia que los grupos movilizan recursos financieros internos y externos que aseguran su viabilidad y sostenibilidad en el tiempo. Parte de estos recursos han sido invertidos en compras de software especializado y equipos, que están a disposición para ser utilizados en el programa.

Es de resaltar, que la participación de los profesores con experiencia en investigación contribuye a la calidad de los procesos académicos en la Maestría, dado que la producción

científica principalmente en forma de publicaciones en revistas indexadas y homologadas es transferida como nuevo conocimiento a los estudiantes. Es una fortaleza del programa contar con un grupo de soporte cuyas líneas de investigación cubren totalmente las líneas de profundización definidas en el plan de estudios de la Maestría. Así mismo, es fortaleza del programa contar con el apoyo de otros grupos de investigación tanto de la UIS como de universidades externas para el desarrollo tanto de docencia como dirección del trabajo de aplicación.

## Característica 5.3. Productos de la investigación y su impacto

*La producción académica de los grupos de investigación y los trabajos de grado que realizan los estudiantes del programa aportan al desarrollo social y al avance del conocimiento en la ciencia o la tecnología.*

Los profesores del programa se mantienen en constante contribución al avance de la ciencia y el mejoramiento de la sociedad a través de la solución de problemas complejos mediante el desarrollo de investigación. Sus resultados son ampliamente compartidos, y ello se evidencia en la productividad registrada en tanto en los CvLac y GrupLac de la plataforma Scienti de MinCiencias (ver Tabla 31). Particularmente durante el periodo en análisis, los profesores del programa han realizado 141 publicaciones, que incluyen cincuenta (50) artículos en revistas internacionales indexadas, treinta (30) artículos en revistas nacionales indexadas, ocho (8) ponencias en eventos de carácter nacional, veintiocho (28) ponencias en eventos de carácter internacional, tres (3) libros, y veintiún (21) capítulos de libros, como producto de investigaciones relacionadas con el área del programa. La producción individual de cada profesor se presenta en la Tabla 32, evidenciando la dinámica y el trabajo realizado en su línea de investigación.

Tabla 32. Descripción de la producción según profesor

| Nombres | Productividad Académica (2017-2021) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Artículos en Revistas Internacionales | Artículos en Revistas Nacionales | Ponencias en Eventos Internacionales | Ponencias en Eventos Nacionales | Participación en Proyectos de Investigación | Libros | Capítulos de Libro | Dirección Trabajos grado Pregrado | Dirección Trabajos grado Maestría |
| Isabel Cristina Domínguez Rivera | 10 | 1 | 5 | | 5 | | | 20 | 4 |
| Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | 19 | 3 | 5 | | 7 | | 1 | 34 | 6 |
| Guillermo Mejía Aguilar | 2 | 1 | 5 | 1 | | | 1 | 23 | 2 |
| Juan Carlos Aceros Gualdrón | 5 | 3 | 1 | | 3 | | | 6 | |
| Jorge Enrique Meneses Flórez | | | | | | | | 9 | 2 |
| Fernando León Guzmán Duque | 1 | | | | 2 | | | 8 | |
| Sully Gómez Isidro | | | 1 | | | | | 1 | 1 |
| Juan Pablo Silva Vinasco | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | |

| Nombres | Productividad Académica (2017-2021) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Artículos en Revistas Internacionales | Artículos en Revistas Nacionales | Ponencias en Eventos Internacionales | Ponencias en Eventos Nacionales | Participación en Proyectos de Investigación | Libros | Capítulos de Libro | Dirección Trabajos grado Pregrado | Dirección Trabajos grado Maestría |
| Johnny Harold Rojas Padilla | 1 | | | | 3 | | 1 | 4 | 3 |
| Javier Ernesto Holguín González | | 1 | 2 | | 3 | 2 | 5 | 7 | 1 |
| Carlos Arturo Madera Parra | 7 | 5 | | | 1 | | 1 | | 6 |
| Carlos Alberto Sierra Ramírez | | | | | | | | | |
| Inés Restrepo Tarquino | | 11 | | | 2 | | 3 | 1 | 7 |
| Mario Alejandro Pérez Rincón | 4 | 4 | 10 | 7 | 1 | | 9 | 2 | 1 |

Es indudable que los grupos de investigación que apoyan al desarrollo de las actividades del Programa aportan al conocimiento o desarrollo social, mediante la solución de problemas de orden regional o nacional mediante los proyectos de investigación y los trabajos de aplicación. Muestra de ello, son los proyectos de investigación que se relacionan en la Tabla 29, que han tratado problemáticas asociadas al *recurso vital agua* en la zona del Páramo Berlín y en la Mesa de los Santos en Santander, así como el manejo de residuos; y los trabajos de aplicación detallados en la Tabla 30 con enfoques variados en problemas ambientales que aquejan a nivel local.

Finalmente, en la Maestría se han matriculado en total 32 estudiantes en el periodo en evaluación, de los cuales se han graduado 6 estudiantes, y 15 están terminado su trabajo de aplicación, correspondientes a la cohorte 1. Estas cifras corresponden a una tasa de graduación del 26,1%. Dentro de las causas para no concluir el proyecto de grado en los cuatro semestres definidos en el plan de estudios, se encuentra la falta de tiempo por su situación laboral; adicionalmente, los 15 estudiantes que están finalizando su trabajo de grado han tenido limitaciones para su desarrollo debido a las restricciones para realizar trabajo de campo o de laboratorio derivados por la pandemia del covid-19.

Por otra parte, es de mencionar que a pesar de que los trabajos de maestría tienen un impacto positivo en el sector por su aplicabilidad, no hay trabajos de grado premiados en el programa.

### 3.5.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 5.

Para la UIS, la investigación tiene un papel trascendental, muestra de ello es su definición como uno de los tres ejes misionales en los que se orienta su accionar, que se ve reflejado en los principios y valores institucionales, y en el enfoque estratégico investigación e innovación como eje articulador que hace parte del Proyecto Institucional. A través de la

investigación se construye conocimiento y se da solución a problemas de la sociedad. La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, alineada con las políticas institucionales, incluye la investigación en el proceso de formación, y para ello cuenta con la colaboración de investigadores y grupos de investigación.

El programa cuenta con el respaldo de 12 grupos de investigación, tres grupos de soporte directo, y 9 de apoyo, todos reconocidos en el sistema de ciencia y tecnología colombiano. Los grupos se encuentran clasificados principalmente en los niveles más altos del sistema de reconocimiento de grupos, ello demuestra su trayectoria y fortaleza en investigación, constituyéndose como una herramienta valiosa para el Programa.

La amplia productividad de los grupos, representado en múltiples libros, artículos publicados en revistas indexadas, tesis de pregrado, tesis de maestría y proyectos de investigación, representa un gran aporte a la ciencia, y especialmente al desarrollo de la región y del país.

Así mismo, los grupos de investigación han contado con financiación nacional e internacional para la realización de proyectos de alto impacto.

Aunque en el programa se cuenta con fortaleza en investigación, se reconoce que hace falta mayor difusión entre estudiantes y profesores, especialmente a este último estamento, de las estrategias para inclusión de la investigación en los procesos de formación.

## 3.6 FACTOR 6. ARTICULACIÓN CON EL ENTORNO Y CAPACIDAD PARA GENERAR PROCESOS DE INNOVACIÓN.

*El programa favorece la formación y el trabajo inter y transdisciplinario que le permite interactuar con el entorno, aportar al desarrollo de la región y del país y generar procesos de innovación que crean valor a partir del conocimiento.*

### 3.6.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 6

### Característica 6.1. Posibilidad de trabajo inter y transdisciplinario

*El programa promueve la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y estimula la interacción de la comunidad académica con estudiantes y profesores de otros programas y de otras áreas del conocimiento; así como también crea las condiciones propicias para interactuar con diferentes actores sociales y para aportar soluciones a los problemas que confronta el entorno.*

Uno de los valores que cimenta la UIS es el Protagonismo académico, en el que se promueve la *colaboración interdisciplinaria para responder a problemas nacionales y retos globales*.[63] Para ello, cuenta con un marco normativo que abarca los tres ejes misionales, docencia, investigación y extensión, que se materializan a través de diversos planes, proyectos, y estrategias.

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se adhiere al enfoque institucional para estimular la interdisciplinariedad como medio para obtener una visión integral de los problemas objeto de estudio del programa y llevar a cabo su solución. Para ello, ha implementado estrategias como:

- Definición de un perfil de ingreso, en el que se da la posibilidad de acceso al programa de profesionales de la ingeniería civil, ambiental, sanitaria, mecánica, química, geológica y afines. Ello enriquece el contenido y discusión temática en el desarrollo de las asignaturas.

- Plan de estudios diseñado con un enfoque holístico, que reconoce la importancia de perspectivas de otras áreas del conocimiento en la búsqueda de soluciones sostenibles a las problemáticas del agua y el saneamiento. Así mismo, en las asignaturas se consideran aspectos sociales, ambientales, económicos, institucionales y político-normativos, relacionados con el recurso hídrico y el saneamiento ambiental.

- Aplicación de la normativa consignada en el Reglamento General de Posgrado, en las que se describen las posibilidades de tomar una asignatura en otra institución o realizar seminarios, cursos, pasantías e intercambios a nivel nacional e internacional, actividades que favorecen la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.

[63] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No. 026 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 33.

- Promoción de los espacios que se tienen a nivel institucional (charlas magistrales, debates, conferencias) sobre diversas áreas del conocimiento tal como las Cátedras Low Mauss, Paz y Convivencia, Salud y Sociedad (ver Factor 4, característica 2.), en los que puede participar toda la comunidad universitaria por su naturaleza de libre acceso.

- Uso de los múltiples convenios (ver Factor 4, característica 4.3, Tablas 24, 25 y 26) para trabajo colaborativo de los grupos de investigación, realizando proyectos de investigación con investigadores de otras áreas del conocimiento, o la docencia y dirección de trabajos de aplicación en el Programa.

A nivel individual, los estudiantes reconocen la interdisciplinariedad como una herramienta valiosa en su desempeño profesional, y para ello participan en actividades de formación complementarias a las ofertadas en el programa. Muestra de ello es la participación en el periodo de evaluación, de dos estudiantes en los eventos Plataforma Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres en las Américas, Curso "Uso tablaestacas" de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica A.C, y Curso "Cimentaciones profundas con perfiles de acero e interacción dinámica suelo estructura" de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica A.C.

La participación de los estudiantes en actividades complementarias al programa ofrecidas a nivel institucional no se encuentra totalmente documentada, no obstante, se entiende que esto no es un indicador trascendental en el exitoso desarrollo de la Maestría, ya que se utilizan las demás estrategias planteadas para el trabajo inter y transdisciplinario.

Adicionalmente, para favorecer el desarrollo de los trabajos de grado con un enfoque inter y transdisciplinario se ha contado con la participación de 14 directores de trabajo de aplicación externos (ver Tabla 20), quienes son docentes de universidades del país, consultores independientes reconocidos, funcionarios de instituciones públicas o privadas, o trabajan en empresas, quienes amplían el espectro de saberes y experiencias desde el área de su especialidad, y aportan la visión de las necesidades que actualmente tiene la industria y la sociedad.

Tanto estudiantes como profesores reconocen la existencia de estrategias para favorecer el trabajo inter y transdisciplinario en el proceso de formación. Los estudiantes valoran el cumplimiento plenamente (62,5%) y en alto grado (37,5%) a la vinculación de profesores o profesionales externos para favorecer el trabajo inter y transdisciplinario. Por otra parte, el 92% de los profesores afirman que han aplicado estrategias para trabajo inter y transdisciplinario en las asignaturas o trabajo de grado a su cargo.

**Característica 6.2. Relevancia de las líneas de investigación y de los trabajos de grado para el desarrollo del país o de la región**

*Las líneas de investigación y los trabajos de grado contribuyen al desarrollo local, regional o nacional mediante la identificación y solución de problemas, así como a la generación de innovaciones, cambios o mejoras en el entorno.*

Los grupos de investigación que apoyan las actividades de la Maestría han desarrollado proyectos de investigación relacionados con el objeto de estudio del programa, y es indudable su aporte al conocimiento y al desarrollo del entorno. Tal como se presentó en el Factor 5 (ver característica 5.2, Tablas 27 y 29), los grupos han contribuido a solucionar diversas problemáticas, en especial se destaca el Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental- GPH, el cual soporta directamente el desarrollo de la Maestría, cuyos aportes en las líneas de investigación incluyen:

- En la línea de modelación de aguas subterráneas ha definido zonas de recarga a acuíferos mediante el uso de técnicas isotópicas, ha evaluado el riesgo a la contaminación del recurso hídrico subterráneo y ha planteado modelos conceptuales de flujo. Estos alcances pueden ser utilizados en planes de ordenamiento y manejo de cuencas y de acuíferos, en el área de Bucaramanga, mesa de los Santos y Zona Guanentina.

- En la línea de residuos sólidos, ha avanzado en el conocimiento de los procesos de tratamiento aerobio de residuos sólidos orgánicos, identificando alternativas de mejoras que permitan posicionar opciones de manejo como el compostaje. Estos logros pueden ser utilizados para la evaluación y puesta en marcha de estas alternativas a nivel de municipios e instituciones, contribuyendo de esta manera a una mejor gestión de los residuos sólidos.

- En la línea de abasto de agua ha generado conocimiento en diferentes dimensiones del abastecimiento de agua rural, en áreas como sostenibilidad, uso múltiple del agua, y fortalecimiento de organizaciones comunitarias prestadoras de servicios. Estos aportes contribuyen con la superación de la brecha urbano – rural de acceso al agua con soluciones contextualizadas a las especificidades de la zona rural.

  Así mismo, se han hecho avances en el abastecimiento de agua mediante fuentes alternativas con el agua lluvia y las aguas grises, en entornos urbanos, rurales e institucionales, abordando dimensiones sociales, técnicas, financieras y ambientales, como respuesta a la necesidad de enfrentar la crisis del agua a través de soluciones innovadoras que aumenten la resiliencia frente al cambio climático.

- De manera transversal a todas las líneas de investigación ha desarrollado trabajos relacionados con el recurso hídrico en el ecosistema de páramo, en aspectos como el clima, el suelo y los servicios hidrológicos de regulación y suministro, y el manejo

de residuos de cebolla. Este conocimiento apoya la toma de decisiones para armonizar los medios de sustento de las comunidades tradicionales de páramo con la protección de los servicios ecosistémicos generados por este ecosistema.

Los resultados de los proyectos de investigación han permitido plantear mejoras en el entorno, tal como:

- la formulación de un plan de acción que contribuya a la sostenibilidad en la prestación de los servicios de suministro y regulación del páramo seco de Berlín derivado del proyecto de investigación "Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia)";

- proponer medidas generales para reducir el eventual riesgo en salud derivado de la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos y desarrollar acciones enfocadas en la prevención y reducción del mismo, a partir del proyecto de investigación "Evaluación de los efectos en la salud de la comunidad Hitnü en los municipios de Arauca y Puerto Rondón (Arauca) por exposición a situaciones relacionadas con actividades de explotación de hidrocarburos";

- analizar estrategias de manejo agrícola que integren conocimientos técnicos y locales que contribuyan al incremento de la rentabilidad económica de pequeños agricultores y al manejo sostenible del nitrógeno en el contexto de estudio, mediante el proyecto de investigación "Estrategias para la reducción de pérdidas de nitrógeno en cultivos de cebolla junca que promuevan la resiliencia de pequeños agricultores del Páramo de Berlín, frente a los retos económicos derivados de la pandemia", realizados por el grupo de investigación GPH.

Estos resultados se comparten con la comunidad académica, generalmente a partir de artículos científicos; con la entidad contratante o financiadora mediante un informe técnico final; y con la comunidad en general mediante cartillas o documentos similares, de tal manera que todos los proyectos de investigación que plantean mejoras en el entorno, son socializados y tienen asociada su respectiva productividad académica.

Ahora bien, todos los trabajos de grado (ver característica 5.2, Tabla 30) han aportado soluciones a casos reales en sitios específicos de la región, es decir, que la modalidad principal de dichos trabajos de aplicación fue la solución de un problema concreto. Se considera que, si bien los trabajos de grado proponen soluciones, no se tiene evidencia de su materialización, por tanto, se estima conveniente establecer algunas estrategias de seguimiento que faciliten la medición del impacto de los proyectos y permitan visibilizar esta fortaleza del programa. Adicionalmente, es de mencionar que el 67% de los profesores del programa consideran que los trabajos de grado desarrollados en el programa son plenamente relevantes para el desarrollo del país.

Finalmente, es de destacar que, el 75% de profesores y estudiantes valoran plenamente la relevancia de las líneas de profundización del Programa y de los grupos de investigación que la apoyan.

### Característica 6.3. Experiencias de interacción con el entorno

*El programa promueve la interacción con el entorno.*

La UIS dentro de su marco normativo ha establecido las políticas, principios y objetivos mediante los cuales se orienta la función de extensión, especialmente a través del Acuerdo 006 de 2005 del Consejo Superior, en el que define a la extensión como, *la actividad sustantiva de la universidad por medio de la cual se establece el proceso de comunicación con la sociedad, que permite transformar las prácticas culturales de la institución en materia de docencia e investigación*.

En aplicación de esta política, los grupos de investigación de soporte directo del programa han realizado gestiones para firmar y consolidar contratos o convenios firmados con actores sociales, privados y/o entidades públicas para desarrollar actividades de investigación o extensión, en los que participan profesores adscritos al programa lo que ha permitido enriquecer el acervo de conocimientos académico-científicos impartidos en la Maestría. Durante el periodo de evaluación se firmaron 11 contratos, 3 de investigación y 8 de extensión, referidos a consultorías, asesorías e interventorías, como lo muestra la Tabla 33, como consecuencia de la relación consolidada con la industria y las instituciones público-privadas.

Tabla 33. Contratos firmados con actores sociales del entorno para realizar investigación o servicios de consultoría.

| Nombre del actor social | Objeto del contrato | Año | Principal eje misional* | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Investigación | Extensión |
| Departamento de Santander | Elaborar las pruebas de laboratorio y de campo para la caracterización de los materiales y las estructuras de reforzamiento de los siguientes escenarios: Estadio, Cuarto de máquinas piscinas olímpicas, Cubierta piscinas olímpicas, Coliseo José Antonio Galán y Coliseo. Contrato Pruebas de laboratorio y de campo para la caracterización de los materiales y las estructuras de la unidad deportiva Alfonso López de Bucaramanga. No. Reg. 6540-1947. | 2019 | | x |
| Área Metropolitana de Bucaramanga | Asesoría técnica, socioeconómica jurídica y ambiental para la definición y ubicación del sitio para la construcción del nuevo centro de disposición de residuos sólidos regional. Contrato Estudios de selección nuevo sitio de disposición final de residuos sólidos regional. No. Reg. 6540-1882. | 2019 | | x |
| Departamento de Santander | Aunar esfuerzos entre el departamento de Santander y la Universidad Industrial de Santander para diseñar e implementar un módulo de consulta web geoespacial, de los proyectos adelantados por la administración departamental. Contrato Diseñar e implementar un módulo de consulta web geoespacial, de los proyectos adelantados por la administración departamental. No. Reg.6540-1782. | 2019 | | x |

| Nombre del actor social | Objeto del contrato | Año | Principal eje misional* | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Investigación | Extensión |
| Área Metropolitana de Bucaramanga | Aunar esfuerzos entre el AMB y la UIS para elaborar el estudio de factibilidad y los diseños de ingeniería de detalle, para la construcción de la galería de drenaje en el Barrio Esperanza II, del Municipio de Bucaramanga, como medida para la reducción del riesgo por movimientos en masa profundos. Contrato Estudio de factibilidad y los diseños de ingeniería de detalle para la construcción de una galería. AMB. No. Reg.6540-1534. | 2018 | | x |
| Área Metropolitana de Bucaramanga | Aunar esfuerzos entre el Área Metropolitana de Bucaramanga y la Universidad Industrial de Santander para la consolidación del sistema de información geográfica del AMB – Fase II. Contrato Sistema de información geográfica del AMB – fase II. No.Reg.6540-1060. | 2017 | | x |
| Área Metropolitana de Bucaramanga | • Revisar la información existente con relación a los diseños para la construcción de la Transversal el Bosque, así como los informes de interventoría sobre las decisiones o cambios realizados en el proceso constructivo del tramo vial de referencia. • Realizar ensayos y laboratorios requeridos para determinar y confrontar las condiciones de los materiales en las zonas con hundimiento y en las zonas sin alteración de la rasante. • Emitir un concepto técnico que identifique las causas de los hundimientos presentados en la Transversal el Bosque en las abscisas K1+310 calzada oriental, K1+685 calzada occidental, K1+925 calzada occidental, K1+647 calzada oriental y K2+236 calzada occidental, a partir de los análisis realizados y la revisión de información existente. Contrato Diagnóstico técnico integral sobre los hundimientos que se están presentados en la vía transversal del bosque del municipio de Floridablanca, en el tramo comprendido entre la intersección del anillo vial y el cruce de la transversal 154 y la calle 158. No. Reg.6540-1032. | 2017 | | x |
| Municipio del Socorro | Desarrollar los estudios técnicos para definir los lineamientos para la formulación del Plan Maestro de Movilidad Urbana para el Municipio de Socorro, identificando estrategias para optimizar el tránsito de vehículos y peatones, así como la prestación de un adecuado servicio de transporte público. Contrato Estudios técnicos para la formulación del plan maestro de movilidad urbana del municipio de Socorro. No. Reg.6540-938. | 2017 | | x |
| Área Metropolitana de Bucaramanga | Aunar esfuerzos entre el AMB y la UIS para elaborar los estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y riesgos por movimientos en masa del sector norte de Bucaramanga (Barrios Lizcano, Esperanza III, Mirador, José María Córdoba, Villa Helena. Contrato Elaborar los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del sector norte de Bucaramanga. No. Reg.6540-899. | 2017 | | x |
| COLCIENCIAS - Universidad Santo Tomás | Actividad física y parques en Bucaramanga, caracterización y factores relacionados con su uso. | 2017 | x | |
| Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, CDMB | Evaluación del compostaje de materiales de enmienda y de los residuos provenientes del cultivo de la cebolla junca en el Páramo de Berlín, Santander. | 2017 | x | |

| Nombre del actor social | Objeto del contrato | Año | Principal eje misional* | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Investigación | Extensión |
| Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, CDMB | Evaluación de la sostenibilidad de abastecimientos de agua rurales colectivos en ecosistemas de páramo: caso de estudio Berlín (Santander - Colombia). | 2017 | x | |
| **Total contratos** | | | **3** | **8** |

Fuente: Propia

La Escuela de Ingeniería Civil, ha realizado durante el periodo de evaluación 16 eventos (ver Factor 4, característica 4.1, Tabla 21) que son afines al objeto de conocimiento de la Maestría, permitiendo la interacción con el entorno, ya que cuentan con la participación de expertos y profesores de otras universidades, tanto nacionales como internacionales, y en su mayoría son de acceso libre (dependiente del aforo) dirigidas a promover el contacto e interacción con los diversos sectores de la sociedad (industria, academia, organizaciones gubernamentales, entre otros). No obstante, es necesario buscar estrategias para fomentar la participación de los estudiantes en los eventos organizados por la Escuela.

### 3.6.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 6.

Es una fortaleza para el programa, el gran impacto que ha logrado en el entorno, a través de la solución de múltiples problemas relacionados al agua y el saneamiento ambiental, aportando al desarrollo de la región y del país. La Escuela de Ingeniería Civil, a través de los profesores y grupos de investigación, está comprometida con su aporte a la región, y constantemente realiza consultorías especializadas, asesorías, entre otros, mediante contratos de proyectos de extensión, lo cual contribuye a evidenciar las relaciones del programa con el entorno.

Se reconoce el carácter interdisciplinario del Programa, a través de las líneas de profundización, los profesores y grupos de investigación que apoyan tanto las asignaturas como la dirección de trabajo de aplicación. Así mismo se destaca el aporte de los proyectos de investigación, y los trabajos de grado a la solución de problemas del entorno, no obstante, se hace necesario formular estrategias para el seguimiento de estos últimos en su implementación de manera que se pueda establecer su impacto.

El programa, a través de la Escuela de Ingeniería Civil, realiza actividades relacionadas con la industria y/o instituciones públicas-privadas, lo que permite establecer un contacto directo con la realidad del sector, en este sentido, se considera como aspecto susceptible de mejora la baja participación de estudiantes en actividades académicas complementarias al programa.

Es resaltar la relación con el entorno que se encuentra en la vinculación de profesores externos al proceso de formación, mediante la figura de director o codirector de los trabajos de aplicación de los estudiantes del programa, lo cual se considera una fortaleza del programa al contar con la participación de un alto número de profesores externos en esta actividad.

## 3.7 FACTOR 7. INTERNACIONALIZACIÓN, ALIANZAS ESTRATÉGICAS E INSERCIÓN EN REDES CIENTÍFICAS GLOBALES.

*El programa cuenta con oportunidades para favorecer la interacción con instituciones extranjeras mediante la internacionalización del currículo, la movilidad de estudiantes y profesores y el desarrollo conjunto de proyectos.*

### 3.7.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 7

### Característica 7.1. Internacionalización del currículo y bilingüismo

*El programa cuenta con estrategias que favorecen, entre otros, la movilidad de estudiantes, la homologación de asignaturas cursadas en instituciones extranjeras, la doble titulación, el desarrollo de competencias en lengua extranjera y el desarrollo conjunto de programas académicos y de investigación.*

Uno de los valores y principios en los que la Universidad Industrial de Santander fundamenta su quehacer es el *Cosmopolitismo y universalidad*, en el que establece que "*La coherencia de la institución con el sentido e historia de las universidades se manifiesta en el reconocimiento de la pertenencia de la institución, con sus particulares atributos, a la sociedad global e intercultural. La UIS es una comunidad que se construye permanentemente con una actitud de apertura al saber universal, al aporte y al intercambio investigativo, social y cultural"*[64]. En este sentido ha definido planes y estrategias para promover la internacionalización, entre ellas la firma de convenios con diversas universidades a nivel mundial.

A la fecha de la autoevaluación la UIS cuenta con 21 convenios internacionales vigentes (ver Factor 4, característica 4.3, Tabla 24), los cuales dentro de sus objetivos contemplan el desarrollo conjunto de programas académicos y de investigaciones, pasantías, estancias de corta duración y posdoctorados, en áreas afines al programa. A partir de ellos, se ha logrado la movilidad de docentes, tanto hacia la UIS, así como de profesores del programa hacia otras universidades.

La Universidad busca que los estudiantes dentro de su proceso de formación tengan la experiencia de movilidad en el extranjero, para ello ha definido dentro del Reglamento General de Posgrado los lineamientos que facilitarán dicha actividad[65], así como el proceso para la homologación de asignaturas que un estudiante haya cursado en otra institución de reconocido prestigio, mientras el contenido y objetivo sean concordantes con lo establecido en el programa, según concepto del Comité Asesor de Programas de Posgrado, y haya obtenido una calificación de tres coma cinco (3,5) o más.

Adicionalmente en el programa se plantean como estrategias para favorecer la movilidad de estudiantes en instituciones del extranjero: 1) el trabajo cooperativo con pares

[64] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 36.
[65] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Título VII, capítulo X Movilidad Estudiantil y doble titulación en posgrado.

internacionales, de manera que se dé apertura a la posibilidad para que los estudiantes puedan realizar actividades formativas en estas instituciones; y 2) en la jornada de inducción al programa se informa a los estudiantes de la existencia de la oficina de relaciones exteriores (oficina que administra la movilidad entrante y saliente en los distintos programas académicos de la Universidad) a la cual pueden acceder en forma presencial o mediante los medios de comunicación que se encuentran detallados en la web institucional.

El programa cuenta con estrategias para favorecer la movilidad de estudiantes, no obstante, los estudiantes del programa no han realizado actividades en el marco de los convenios, debido a la dificultad de compaginar sus estudios con las obligaciones laborales, ya que las actividades de movilidad internacional implican el desplazamiento fuera del país.

El uso de una lengua extranjera, especialmente el idioma inglés, es una competencia que se requiere cada vez más en el mundo globalizado de hoy. En consecuencia, dentro del proceso de enseñanza, el programa incentiva el uso de una lengua extranjera a través de la utilización de material bibliográfico y de lectura, preferiblemente en inglés, en todas las asignaturas. Adicionalmente, algunos profesores utilizan materiales de apoyo en idioma inglés (diapositivas, videos, entre otros). Asimismo, el Programa fomenta la visita de expertos o profesores de universidades e instituciones extranjeras para dictar cursos, conferencias, entre otros, quienes interactúan durante su estadía en idioma inglés.

Sumado a lo anterior, el Reglamento General de Posgrado, artículo 114, literal f, especifica que como requisito de grado, el estudiante deberá demostrar certificación del nivel de lengua extranjera definido para el programa, para el caso de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, el nivel definido es A1[66]. La Universidad favorece la posibilidad de cursarlo y validarlo en el Instituto de Lenguas o a través de la Plataforma Altissia, la cual se encuentra disponible para toda la comunidad universitaria a través del enlace https://altissia.org/es/UISe-idiomas/.

La Escuela de Ingeniería Civil ha realizado durante el periodo de evaluación, 2 eventos de carácter internacional y 19 de carácter nacional (ver Tabla 34), afines al objeto de conocimiento de la maestría, ofrecidos para la comunidad en general, lo que permite la participación, tanto de profesores, como de estudiantes y graduados del Programa. En estos eventos se ha contado con la participación de conferencistas o ponentes procedentes de diferentes países, reflejando las relaciones internacionales que posee la Escuela y la Universidad, que impactan positivamente la internacionalización de los programas, entre ellos la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.

[66] Según el Marco Común Europeo para las Lenguas.

Tabla 34. Encuentros académicos nacionales o internacionales ofrecidos en el programa.

| Nombre del encuentro | Tipo de encuentro | Año | Conferencistas Internacionales | Carácter del evento | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Nacional | Internacional |
| III Seminario de Socialización de Investigaciones. | Seminario | 2020 | | x | |
| Conferencia: Datación de las aguas subterráneas, conceptos, metodologías y modelación. | Conferencias | 2020 | Jean Denis Taupin, Universidad Montpellier, Francia. | x | |
| Conferencias: Isótopos estables e hidrogeoquímica en aguas subterráneas. | Conferencias | 2020 | Jean Denis Taupin, Universidad Montpellier, Francia. | x | |
| II Seminario de Socialización de Investigaciones. | Seminario | 2019 | | x | |
| Contratación Estatal con énfasis en SECOP. | Seminario | 2019 | | x | |
| Jornadas XVIII Geotécnicas y XXI Estructurales. | Congreso | 2019 | Gabriel Auvinet Guichard, Universidad Nacional Autónoma de México, México.<br>José Ángel Ortiz Lozano, Universidad Autónoma de Aguascalientes. México.<br>José Antonio Lozano. Universidad de Castilla. España. | x | |
| Conferencias: "La importancia de la estructura de desglose de un proyecto (EDT) Work Breakdown Structure (WBS) en la ejecución de un proyecto" y "Control de costos y el uso del valor agregado". | Conferencias | 2019 | | x | |
| 2°. Congreso ACCE International, Ingeniería de Costos. | Congreso | 2019 | | | x |
| 1ª Jornada metropolitana "Todos juntos por la gestión del riesgo". | Jornada técnica | 2019 | | x | |
| U18- fest | Congreso | 2019 | Patrice Mangin, University of Québec, Canadá.<br>Matt Murrie, Estados Unidos.<br>Joshua Van Zak, Harvard Universtity, Estados Unidos.<br>Amer Alaya, Universidad Británica de Dubai.<br>Silyane Charles, Francia. | x | |
| Estudio del valor del suelo en el área metropolitana de Bucaramanga. | Conferencia | 2019 | | x | |
| Curso: Hidroquímica y trazadores ambientales en aguas subterráneas. | Curso | 2019 | Jean Denis Taupin, Universidad Montpellier, Francia | x | |
| I Seminario de Socialización de Investigaciones. | Seminario | 2019 | | x | |
| Conferencia "Modelos de flujo de agua y transporte de contaminantes en cuerpos acuáticos- Investigación y desarrollo en la Universidad Internacional de La Florida, USA". | Conferencia | 2018 | Héctor Fuentes. La Florida, Estados Unidos | | x |

| Nombre del encuentro | Tipo de encuentro | Año | Conferencistas Internacionales | Carácter del evento | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Nacional | Internacional |
| U18-Ideas para transformar el mundo. | Congreso | 2018 | Guy P. Djoken. Eduardo González Mendívil, Tecnológico de Monterrey, México. Kevin Huggins, Harrisburg University of Science and Technology, Estados Unidos. | x | |
| Curso: Hidroquímica y trazadores ambientales en aguas subterráneas. | Curso | 2018 | Jean Denis Taupin, Universidad Montpellier, Francia | x | |
| 2do. Foro de Gerencia de Proyectos. | Foro | 2017 | | x | |
| Conferencia: Cómo se mide el tiempo de residencia en el agua subterránea, | Conferencias | 2017 | Jean Denis Taupin, Universidad Montpellier, Francia. | x | |
| Ier. Foro de Gerencia de Proyectos. | Foro | 2017 | | x | |
| Conferencia: Valor Ganado. | Conferencia | 2017 | | x | |
| Conferencias: "Reliable, Resilience, and Sustanaible Water", "Rainwater harvesting opportunities and chanllenges". | Conferencia | 2017 | Sarah Ward, (Centre for water system, University of Exeter, Reino Unido. | x | |
| | | | **Total** | 19 | 2 |

En conclusión, se puede afirmar que la Universidad y el programa cuentan con estrategias que favorecen la movilidad de los estudiantes y profesores, no obstante, el programa no tiene convenios específicos con instituciones nacionales o extranjeras debido a la naturaleza del programa en la modalidad de profundización, con horarios de fines de semana y la variabilidad en el calendario, que hace que las cohortes inicien cuando se alcanza como mínimo el punto de equilibrio financiero.

Finalmente, se destaca que la Universidad tiene estrategias para garantizar competencias en una lengua extranjera y que el programa realiza acciones para que los estudiantes usen un segundo idioma, lo que permite brindar una formación integral que contempla herramientas para la internacionalización del programa y por tanto de los futuros magísteres.

### Característica 7.2. Internacionalización de estudiantes y profesores (movilidad internacional).

*El programa favorece la interacción de profesores y estudiantes con programas académicos extranjeros.*

La Universidad Industrial de Santander cuenta con estrategias para fomentar la movilidad internacional en doble vía, tal como se mencionó en la característica 7.1, que permiten la estadía e integración de estudiantes extranjeros en el Programa, no obstante, en el periodo de evaluación, no se ha contado con la participación de estudiantes internacionales en la Maestría, lo cual es una situación esperada debido a la variabilidad de los calendarios académicos que dificulta esta actividad. Se destaca que la Institución cuenta con 21 convenios internacionales vigentes, con los que se promueve la movilidad de profesores y estudiantes para estancias cortas o prácticas alrededor del mundo, abriendo el abanico de posibilidades en cuanto al lugar para llevar a cabo este tipo de movilidad.

Durante el periodo en evaluación, los profesores tanto cátedra como planta llevaron a cabo 11 actividades de movilidad internacional, para asistencia a seminarios, congresos, reuniones, estancias cortas, pasantías y estudios de posdoctorado.

Tabla 35. Movilidad Internacional Profesores 2017-11 a 2021-1

| Nombre | Tipo de Movilidad | Año |
|---|---|---|
| Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | Asistir a evento internacional. Universidad de Buenos Aires. Argentina | 2017 |
| | Asistir a evento académico a desarrollarse en Sevilla (España) | 2018 |
| Guillermo Mejía Aguilar | Curso de perfeccionamiento en inglés universidad de Purdue (Lafayette Indiana). Y perfeccionamiento de convenio interinstitucional Universidad Purdue-UIS. Estados Unidos. | 2018 |
| | Simposio ABET dentro de proceso de acreditación internacional que adelanta la Escuela de Ingeniería Civil y la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Estados unidos. | 2019 |
| Juan Carlos Aceros Gualdrón | International expert group meeting: teaching on trafficking in persons. Doha, Qatar. | 2018 |
| | Consolidation workshop gef-satoyama project. Conservation international Japan, Mahébourg, Mauritius. | 2018 |
| | VI Congreso latinoamericano y caribeño trata de personas y tráfico de migrantes. Quito, Ecuador | 2018 |
| | Estancia posdoctoral, Universidad de Sevilla, España | 2019-2021 |
| Johnny Harold Rojas Padilla | Pasantía. Universidad de Wageningen, Países Bajos | 2017 |
| Javier Ernesto Holguín González | 24th International sustainable development research society conference. University of Missina. Messina, Italia | 2018 |
| Carlos Arturo Madera Parra | Trabajo de coordinación del proyecto Reconect. IHE Países bajos, Universidad de Niza-Francia | 2019 |

Fuente: Propia.

Así mismo, 4 profesores visitantes extranjeros, han participado directamente en la Maestría, calificando propuestas y trabajos de aplicación, asesorando a los grupos de investigación, dictando cursos y conferencias, tal como lo demuestra la Tabla 36.

Tabla 36. Profesores Visitantes 2017-11 a 2021-1

| Nombres | Entidad de Origen | País | Año | Objeto |
|---|---|---|---|---|
| Jean Denis Taupin | Universidad de Montpellier | Francia | 2020 | Asesorar proyectos de investigación del grupo GPH en el área de hidrogeología y dictar curso en la temática de Isótopos Estables e Hidrogeoquímica. |
| José Antonio Lozano Galant | Universidad de Castilla La Mancha | España | 2019 | Reuniones varias con los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil para presentar la metodología de aprendizaje basado en proyectos. |
| John Jairo Márquez | Universidad de Buenos Aires | Argentina | 2019 | Calificador del trabajo de aplicación del estudiante Andrés Almeyda Ortiz. |
| John Jairo Márquez | Universidad de Buenos Aires | Argentina | 2018 | Calificador de la propuesta de trabajo de aplicación del estudiante Andrés Almeyda Ortiz. |
| John Jairo Márquez | Universidad de Buenos Aires | Argentina | 2018 | Calificador de la propuesta de trabajo de aplicación de la estudiante Silvia Elizabeth García Gómez. |
| Sarah Louise Ward Crossland | Universidad de Exeter | Reino Unido | 2017 | Taller sobre aprovechamiento de aguas lluvias, Conferencia sobre aprovechamiento de aguas lluvias y Conferencia sobre resiliencia. Trabajo conjunto en aprovechamiento de aguas lluvias. |

Fuente: Propia.

Acorde con lo expuesto, se reconoce que el programa cuenta con estrategias para favorecer la interacción de profesores y estudiantes con programas académicos extranjeros, de manera que impacte el proceso de formación en la Maestría, para que los graduados puedan aportar a la solución de retos globales; no obstante, se resalta la dificultad para movilidad de los estudiantes del programa hacia instituciones del extranjero.

## Característica 7.3. Internacionalización de la investigación

*El programa promueve la internacionalización de la investigación por medio de la realización de proyectos con universidades, institutos, o centros de investigación y por la inserción de grupos de investigación, relacionados con el programa, en redes internacionales de investigación.*

Con miras a la internacionalización de la investigación, es pertinente realizar trabajo colaborativo con instituciones o universidades del exterior. Este trabajo se evidencia con la participación en redes por parte de los grupos de investigación que apoyan el programa, tal como la vinculación de profesores adscritos al Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción, INME, en las redes internacionales de investigación: Retos en el diseño, reparación y mantenimiento de puentes en México, y ALBRASCI – Associacao luso-brasileira para aseguranca contra incendio de Portugal; así como con el desarrollo de investigación (ver Tabla 37).

Tabla 37. Productos de investigación realizados en conjunto con universidades, institutos o centros de investigación extranjeros.

| Producto | Tipo | Año | Institución | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Nombre | País |
| Evaluación de estrategias para mejorar el compostaje de residuos lignocelulósicos provenientes de residuos verdes. | Proyecto | 2017 | Universitat Autònoma de Barcelona | España |
| A systematic approach to evaluate parameter consistency in the inlet stream of source separated biowaste composting facilities: A case study in Colombia | Artículo | | | |
| Co-composting of green waste mixed with unprocessed and processed food waste: Influence on the composting process and product quality | Artículo | 2019 | | |
| Influence of mixing ratio and turning frequency on the co-composting of biowaste with sugarcane filter cake: A mixture experimental design | Artículo | 2019 | Democritus University of Thrace | Grecia |
| A new approach for the optimization of biowaste composting using artificial neural networks and particle swarm optimization | Artículo | 2019 | | |
| A multi-criteria decision analysis of co-substrate selection to improve biowaste composting: a mathematical model applied to Colombia | Artículo | 2019 | | |
| A comparison of Two-Stage and Traditional Co-Composting of Green Waste and Food Waste Amended with Phosphate Rock and Sawdust | Artículo | 2021 | | |

| Producto | Tipo | Año | Institución | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Nombre | País |
| Optimization of Operational Parameters during Anaerobic Co-digestion of Food and Garden Waste | Artículo | 2021 | | |
| Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia). | Artículo y Proyecto | 2019 | School of Public and International Affairs, Virginia Tech | Estados Unidos |
| End-user cost-benefit prioritization for selecting rainwater harvesting and greywater reuse in social housing | Artículo | 2017 | University of Exeter, Centre for Water Systems, College of Engineering, Physical Sciences and Mathematics | Reino Unido |
| Assisting global rainwater harvesting practitioners: A decision support tool for tank sizing method selection under uncertainty | Artículo | 2019 | | |
| Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households | Artículo | 2017 | | |
| Water-Loss Management under Data Scarcity: Case Study in a Small Municipality in a Developing Country | Artículo | 2020 | University of the West of England, Centre for Water, Communities and Resilience, Department for Geography and Environmental Management, Faculty of Environment and Technology | Reino Unido |
| Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: Aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal | Artículo | 2019 | Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia | Portugal |
| Estudio integral del agua en la Mesa de los Santos. | Proyecto | 2019 | Institute of Research for Development (IRD), Hydrosciences | Francia |
| Water-Loss Management under Data Scarcity: Case Study in a Small Municipality in a Developing Country | Artículo | 2020 | Universidad Tecnológica de Delft, Urban Water Infrastructure group, Dept. of Water Management, Faculty of Civil Engineering and Geosciences | Países Bajos |
| Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia). | Proyecto | 2019 | Imperial College London, Department of Civil and Environmental Engineering & Grantham Institute – Climate Change and the Environment | Reino Unido |
| Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering | Artículo | 2021 | | |
| Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de suministro y regulación ofertados por el ecosistema de páramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander - Colombia). | Proyecto | 2019 | ATUK, Consultoría en gestión del recurso hídrico | Ecuador |

| Producto | Tipo | Año | Institución | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Nombre | País |
| Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering | Artículo | 2021 | | |

Fuente: Propia.

Lo anterior, demuestra la relación entre los grupos de Investigación que apoyan las actividades de la Maestría con instituciones extranjeras, constituyéndose en una fortaleza para el Programa.

### 3.7.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 7.

En relación con Internacionalización, la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, cuenta con el marco normativo institucional que regulariza el desarrollo de actividades de movilidad en doble vía para estudiantes y profesores. Así mismo, se cuenta con estrategias para internacionalización del currículo, tal como la suscripción de convenios con universidades del exterior para la movilidad internacional de los estudiantes y profesores; la inclusión de actividades para formación en lengua inglesa, la realización de eventos académicos en los que participan expertos internacionales, entre otros.

Durante la ventana de tiempo no se ha dado la participación de estudiantes en programas académicos extranjeros y se reconoce la dificultad que representa para los estudiantes del programa la realización de movilidad, debido al énfasis en profundización, puesto que esta modalidad de posgrados en general se ofrece por cohorte, iniciando cuando se consigue como mínimo el punto de equilibrio, lo que hace que usualmente no exista concordancia con los calendarios académicos de otras instituciones.

Se evidencia que uno de los grupos de investigación que apoya directamente las actividades del programa, está relacionado con redes internacionales, y otro ha realizado proyectos de investigación con participación de universidades del exterior. Esta inserción de los grupos en el contexto internacional, constituye una oportunidad para facilitar la movilidad de estudiantes, por lo cual es recomendable aumentar estas acciones en todos los grupos que soportan la Maestría.

En el Programa se ha contado con la participación de profesores visitantes durante el período de evaluación, enriqueciendo el proceso de enseñanza, lo cual constituye una fortaleza para la Maestría.

Se reconoce como aspecto susceptible de mejora la búsqueda de estrategias orientadas específicamente a los estudiantes de maestría de profundización para llevar a cabo la movilidad internacional.

## 3.8 FACTOR 8. BIENESTAR Y AMBIENTE INSTITUCIONAL.

*El programa cuenta con oportunidades y estrategias que favorecen el bienestar de estudiantes y profesores.*

### 3.8.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 8

### Característica 8.1. Actividades de bienestar

*Los programas, servicios y actividades orientados al bienestar y la cultura recreativa de estudiantes y profesores del programa, son suficientes, adecuados y accesibles, y responden a una política integral de bienestar definida por la institución.*

El bienestar favorece el desarrollo de los procesos que soportan las actividades misionales en UIS, tanto así que la Universidad está comprometida con brindar un bienestar que aporte a la calidad de vida de las personas que pertenecen a la comunidad universitaria satisfaciendo las necesidades en relación con los ámbitos de estudio y del trabajo, la recreación, el reconocimiento, el descanso y la identidad. Lo anterior se constata en:

• El Estatuto General en el que se declara que: "la Universidad realizará programas de bienestar universitario, entendidos como el conjunto de actividades que se orientan al desarrollo físico, psicoafectivo y social de los estudiantes, profesores y personal administrativo de la Universidad". Asimismo, determina que las "asociaciones de estudiantes, profesores y empleados administrativos debidamente constituidas serán reconocidas por la Universidad como formas de organización que contribuyen al bienestar universitario"[67].

• El Proyecto Institucional en el que se expresa mediante el enfoque estratégico Cohesión social y construcción de comunidad que: *La construcción comunitaria y la cohesión social transforman el bienestar universitario en un elemento transversal a los distintos ejes misionales de la institución, de modo que se favorece la calidad de vida de los miembros de la comunidad. Este importante ámbito de la vida de la UIS es reconocido en el entorno sociocultural porque contribuye a la construcción de relaciones interpersonales con justicia de género, el autocuidado, la autorregulación y la protección de la naturaleza, y porque mejora las relaciones interpersonales y la cultura*.

Para operacionalizar la política y el compromiso con el bienestar se han realizado las siguientes acciones:

- Definición del objetivo estratégico *desarrollar y fortalecer los procesos y programas que promuevan el bienestar de la comunidad UIS*[68] dentro del Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

[67] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo 166 de 1993. Estatuto General (compilación de normas vigentes a julio de 2012). Art. 94 y 95.
[68] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030. Pág. 50

- Conformación del Comité Coordinador de Bienestar Institucional con el propósito de "articular y promover las diferentes acciones de bienestar institucional realizadas desde las unidades académicas y administrativas, con el fin de favorecer la formación integral, la calidad de vida y la construcción de comunidad"[69].

- Creación del Comité de Convivencia Laboral[70]. La UIS, consciente de que es tarea inherente a la noción universitaria propender por el afianzamiento de la paz y la tolerancia entre los colombianos, a partir del reconocimiento de las diferencias entre los individuos y asumiendo con criterio sereno y positivo la solución de los conflictos, crea este comité para evaluar situaciones eventualmente configurantes de acoso laboral, dar sugerencias a los miembros de la comunidad universitaria para el mejoramiento de la vida laboral en la institución y la implementación de mecanismos alternos para la solución de controversias.

- Las Mesas de Mediación[71] creadas para contribuir al mejoramiento de las relaciones interpersonales, a través de la creación de espacios de diálogo y el encuentro de la comunidad universitaria que favorezcan un clima de mutua confianza, con el fin de lograr las metas previstas en la misión, la visión y los objetivos institucionales.

- Creación del Comité Paritario de Salud Ocupacional, COPASO, para responder a la reglamentación nacional sobre conformación y funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial en las empresas donde laboren más de 10 trabajadores. La conformación y las funciones de este comité se regulan por resoluciones periódicas, de las cuales la vigente es la Resolución No 1117 de 2011 de Rectoría.

- La Brigada de Emergencias[72], grupo de apoyo institucional en actividades de promoción de la salud, prevención y control de factores de riesgo causantes de enfermedades, accidentes y situaciones de emergencias que puedan atentar contra la integridad y el bienestar integral de las personas que conforman la comunidad universitaria.

La UIS cuenta con unidades administrativas que se encargan de planificar y ejecutar diversos programas, servicios y actividades de bienestar. Estas unidades disponen de talento humano con el nivel de formación, las competencias y la experiencia requerida para las tareas que realizan; además, desarrollan su labor de manera coordinada para lograr una mayor cobertura y aprovechamiento de los recursos. Igualmente, cuentan con el apoyo de la División de Servicios de Información, la División de Publicaciones y la Dirección de Comunicaciones para la divulgación de la información. Las unidades encargadas del bienestar en la institución son:

- La División de Recursos Humanos, quien lleva a cabo la política de clima organizacional y salud ocupacional. Las funciones de esta unidad en materia de bienestar son apoyadas por

[69] RECTORÍA. Resolución 0216 de 2007. Art. 3. Por el cual se crea el Comité de Bienestar Institucional.
[70] RECTORÍA. Resolución 1430 de 2007. Por el cual se crea y se otorgan funciones al Comité de Convivencia Laboral.
[71] RECTORÍA. Resolución 1186 de 2008. Por el cual se crean, conforman y reglamentan las Mesas de Mediación.
[72] RECTORÍA. Resoluciones 829, 830 y 831 de 1999. Brigadas de emergencia.

organizaciones como FAVUIS (Fondo de Ahorro y Vivienda de la UIS), COOPRUIS (Cooperativa de Profesores de la UIS), ARPRUIS (Asociación Recreativa de Profesores de la UIS) y la IPS UISALUD. Además, promueve un ambiente institucional adecuado para el desarrollo de las actividades administrativas y académicas a través del Comité de Convivencia Laboral y las Mesas de Mediación.

- La División de Bienestar Universitario, que ofrece servicios y programas que promueven la formación integral, presta servicios de salud en el primer nivel de complejidad, fomenta en la comunidad estudiantil la promoción de la salud, la prevención de enfermedades, el autocuidado y la adopción de estilos de vida saludables y, ofrece servicios de alimentación, alojamiento y beneficios económicos a la Comunidad Universitaria.

- TELEUIS, que a través de las emisoras UIS, los periódicos institucionales, el programa Hechos UIS, la página web catedralibreuis.com y los protocolos de comunicación organizacional, difunde y genera noticias del quehacer diario institucional, gestiona, promueve y fomenta la buena imagen de la Institución a nivel interno y externo, lo que incide directamente en el clima institucional.

- El Departamento de Educación Física y Deportes, que fomenta la práctica de la actividad física, deportiva y recreativa de la comunidad universitaria y apoya el deporte competitivo con la formación de los equipos de baloncesto, fútbol, voleibol, tenis, microfútbol, natación, karate, taekwondo y rugby, entre otros.

- La Escuela de Artes, que brinda a la comunidad universitaria y en general conciertos de los grupos de ensamble adscritos a la Escuela: Coros, Guitarras, Percusión, Cuerdas, Banda Sinfónica y Orquesta Sinfónica.

- La Dirección Cultural, que ofrece a la comunidad universitaria y público general una variada programación cultural mes a mes durante todo el año, que incluye el festival internacional de piano, el festival de música andina, el festival de corales, y demás eventos de gran aceptación en la sociedad santandereana. Los Grupos Artísticos adscritos a la Dirección Cultural son: Coral, Danzas UIS, Danzas Macondo, Teatro y Tuna, quienes brindan presentaciones en escenarios artísticos dentro y fuera de la Universidad.

Lo anterior evidencia la existencia de políticas institucionales, y unidades responsables de llevar a cabo las acciones orientadas al bienestar y la cultura recreativa de estudiantes y profesores.

Ahora, es de resaltar, dentro de las estrategias para garantizar el bienestar de los estudiantes que, se debe contar con cubrimiento en salud, en accidentes estudiantiles y riesgos. Para ello, en el programa se cumple la normativa establecida en el Reglamento General de Posgrados, el cual indica que los estudiantes, al momento de realizar su matrícula académica, deberán presentar entre otros documentos: acreditación de vinculación vigente al Sistema General de Seguridad Social, certificado de examen integral de salud y de apertura de historia

clínica biopsicosocial, expedido por la sección de Servicios de Salud de la División de Bienestar Universitario y recibo de pago de la póliza estudiantil de accidentes, así mismo los estudiantes de programas que impliquen riesgos biológicos, deberán presentar copia de las pólizas vigentes de seguridad ante riesgos biológicos, según regulaciones nacionales e institucionales. En las hojas de vida de los estudiantes, se compendian estos documentos que evidencian la aplicación de estas estrategias.

Un factor importante para el bienestar de los estudiantes lo constituyen los apoyos económicos; en este sentido, para el caso de programas de posgrado autofinanciados, la UIS ha establecido ayudas para los funcionarios[73] o hijos de funcionarios[74], consistentes en una disminución del valor de los derechos académicos.

La divulgación de manera adecuada y oportuna de los servicios, programas y actividades que favorecen el bienestar fue valorada por los estudiantes del programa con un cumplimiento en alto grado por el 37,5% y con un cumplimiento pleno por el 25% del estamento.

El 37,5% de los estudiantes encuestados afirman haber participado en los programas institucionales y/o actividades que favorecen el bienestar de los estudiantes, y valoran en alto grado que estos han contribuido a mantener su salud física y mental. Las apreciaciones y datos anteriores muestran que es necesario hacer mayor divulgación de la amplia oferta cultural y servicios de bienestar, de manera que sean disfrutados por los estudiantes.

### 3.8.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 8.

Respecto al bienestar y ambiente institucional para los integrantes de la comunidad UIS se concluye que la Universidad cuenta con una estructura sólida que incluye políticas, reglamentación, proyectos, servicios y programas. Estos últimos son ejecutados por diversas unidades administrativas encargadas del soporte del bienestar en la institución.

Particularmente, se resaltan los apoyos de reducción de costos de matrícula para estudiantes de posgrado que sean funcionarios o hijos de funcionarios de la institución, lo cual constituye un alivio económico.

Dado que se trata de una maestría de profundización, a la cual los estudiantes asisten los fines de semana, son muy pocos los que participan de las actividades de Bienestar, especialmente las relacionadas con actividad física o deportiva y presentaciones de grupos artísticos o culturales. Por lo tanto, se reconoce como aspecto susceptible de mejora la falta de divulgación de la oferta de bienestar universitario, aunque se entiende que la limitada permanencia de los estudiantes en la universidad, dificulta su participación en estas actividades.

[73] CONSEJO SUPERIOR Acuerdo 039 de 2014.
[74] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo 018 de 2018.

## 3.9 FACTOR 9. GRADUADOS Y ANALISIS DE IMPACTO DEL PROGRAMA.

*El programa hace seguimiento a los graduados y analiza el impacto en el entorno con base en el seguimiento de estos.*

### 3.9.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 9

### Característica 9.1. Producción científica de los graduados

*El programa cuenta con estrategias para hacer seguimiento al desempeño profesional, a la producción y a los reconocimientos obtenidos por los graduados del programa.*

La Universidad Industrial de Santander ha reconocido a sus egresados como miembros activos de la comunidad universitaria, buscando con ello apoyar su desarrollo y de esta manera lograr afianzar su relación con nuestra alma mater. Los egresados con su participación en la sociedad y con su desempeño profesional construyen en gran medida la imagen y el prestigio de la Universidad. En la medida que se fortalece el nexo con los egresados, también se fortalece el ejercicio de las funciones misionales, ya que en ellos se cristaliza la función de formación de profesionales y con ellos se logra una parte esencial de la proyección social de la institución[75].

En consonancia, cuenta con una Política de Egresados que define estrategias para el contacto, la comunicación y su seguimiento[76]. La Oficina de Relaciones Exteriores es la encargada de gestionar las actividades destinadas a consolidar y desarrollar dicha política, sus principales servicios son:

- Unidos por la UIS. Este programa consiste en ayudar a difundir los negocios o emprendimientos de los egresados UIS a través de los canales de comunicación institucionales para favorecer el apoyo entre los integrantes de la comunidad universitaria.

- Orientación para estudios en el exterior. Se identifican y clasifican formas de financiación y de oportunidades de estudios en el exterior, las cuales son difundidas entre los egresados. Este servicio cuenta con información de Icetex, Colfuturo, AMEXCID, Erasmus, Fundación Carolina, Comisión Europea, Campus France, entre otros.

- Portal de empleo y prácticas UIS. La bolsa de empleo UIS permite que los estudiantes de últimos semestres y egresados de la UIS se postulen a las ofertas laborales que sean de su interés. De la misma manera, las empresas pueden dar a conocer las vacantes a través del portal de ofertas laborales de la Universidad. La bolsa de empleos está autorizada por el Ministerio del Trabajo mediante Resolución No. 004692 de 2013.

[75] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030. Pág. 57
[76] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 091 de 2008. Política de Egresados. Pág. 3.

- Aprendizaje de una lengua extrajera en la Plataforma Altissia. La UIS ofrece a los egresados la oportunidad de acceder gratuitamente a la plataforma (https://altissia.org/es/UISe-idiomas/) para aprender una lengua extranjera (inglés, alemán, español, holandés, francés, ruso y portugués).

- Ciclos de conferencias. Estos ciclos se enmarcan en el fortalecimiento de las competencias blandas para el mercado laboral y el emprendimiento empresarial de egresados y de los estudiantes próximos a graduarse. Las temáticas de las conferencias están orientadas a proporcionar técnicas y herramientas para afrontar y mejorar el desempeño profesional y laboral, así como a la difusión de diferentes oportunidades.

- Ferias de empleo virtual y presencial. Tienen como propósito proponer un espacio de networking para que los recién egresados y estudiantes próximos a graduarse encuentren oportunidades de empleo, pasantía o entrenamientos laborales. Del mismo modo, empresas y corporaciones tienen la oportunidad de conocer más de cerca el talento UIS y estrechar los lazos de cooperación con la universidad.

- Invitaciones para eventos culturales, académicos, deportivos y empresariales, entre otros.

- El programa de Egresados Destacados, que reconoce públicamente a los egresados que, por sus valores y logros profesionales, han alcanzado el éxito en los ámbitos académico, productivo y cultural.

Para mantener el vínculo con los graduados, la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con estrategias como: actualización de sus datos durante los trámites para su graduación; uso de medios de comunicación que posibiliten la interacción permanente (correos electrónicos, WhatsApp); empleo de un sitio web propio (http://albatros.uis.edu.co/eisi/grupo/recursoshidricos/#views/gm1/inicio) que comparte información actualizada de las oportunidades y novedades del programa, y en el que a su vez accedan a la herramienta para la actualización de su información personal. Como parte de este vínculo, los graduados del Programa participan en procesos de evaluación para mejoramiento de la maestría, tal como el realizado durante el año 2021 y que se compendia en este documento, en el cual se contó con la participación del 100% de graduados. De la consulta a profesores en el proceso de encuesta de la autoevaluación, se reconoce que el programa cuenta con estrategias para seguimiento a los graduados por el 83% del estamento; estos últimos manifiestan en su totalidad (100%) que estas estrategias permiten disponer de una base de datos de los graduados, y un 90% indicaron que se caracterizan por ser permanentes y sistemáticas.

A junio de 2021 se han graduado seis (6) magíster del Programa, quienes se encuentran desempeñando actividades laborales relacionadas con el objeto de formación de la Maestría (ver Tabla 38), como ingenieros (100%) y docentes (17%). Todos se encuentran vinculados a empresas u organizaciones relacionados con el campo de acción de la Maestría,

desempeñando su actividad laboral en el país. Lo anterior, demuestra el cumplimiento del perfil de formación, y de los propósitos del Programa.

Tabla 38. Caracterización de los graduados del Programa.

| Nombre del graduado | Año de graduación | Actividad laboral | Organización en la que labora | | Graduados que siguieron estudios de formación de doctorado | Tiempo entre la graduación y el primer empleo relacionado con el área de la MRHSA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Nombre | País | | |
| Almeyda Ortiz Andrés | 2019 | Ingeniería<br>Docencia | Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P.<br>Universidad Industrial de Santander | Colombia | 0 | 0 |
| Mancipe Rueda Silvia Paola | 2019 | Coordinadora de Proyectos | SIAM Ingeniería | Colombia | 0 | 0 |
| Navarro Carrillo Jenny Fabiola | 2021 | Ingeniería | Alcaldía de Bucaramanga | Colombia | 0 | 0 |
| Quirós Gómez Miguel Fernando | 2019 | Gerente | CONSTRUINGENIERÍA DE COLOMBIA SAS | Colombia | 0 | 0 |
| Rincón Suárez Abner Alexey | 2021 | Ingeniería | Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A E.S.P | Colombia | 0 | 0 |
| Rodríguez Arenas Silvia Marcela | 2019 | Ingeniería | SCALA INGENIEROS S.A | Colombia | 0 | 0 |

Fuente: Propia.

Por otra parte, los graduados del programa han impacto positivamente la sociedad, a través de: 1) su formación como recurso humano que aporta soluciones para el desarrollo del país a través de su desempeño profesional, 2) los trabajos de aplicación con los cuales propusieron una alternativa de solución a un problema de la región (ver Factor 5 característica 5.2, Tabla 30), 3), la inclusión de resultados de sus trabajos de aplicación en el repositorio institucional (Biblioteca UIS) de manera que pueda ser consultado por cualquier interesado en la temática abordada. Es de aclarar, que el énfasis del programa en profundización, limita la obtención de productos derivados de investigación realizados por los estudiantes de la Maestría, no obstante, se cuenta con una ponencia, y su respectiva publicación en las memorias del evento, presentada en el VII Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP). A pesar de lo anterior, no se evidencia la obtención de premios u otras distinciones otorgadas a los graduados del programa.

Debe destacarse la opinión de los graduados respecto a la Maestría, considerando que el 50% valora en alto grado cómo el programa ha favorecido sus posibilidades laborales y un 33% lo valoran plenamente; así mismo, el 83% afirma que ha favorecido en alto grado su desempeño en los campos de acción de este. Por otra parte, el 67% manifiesta que la calidad de la formación recibida en el programa le ha permitido alcanzar sus expectativas laborales

en alto grado; un 50% valora en alto grado y un 17% como plenamente que la calidad de la formación les ha permitido ser competitivos en su vida laboral. Adicionalmente, el 50% indica que la formación recibida les ha permitido hacer aportes significativos en las organizaciones en las que labora, y el 33% lo valor en alto grado; además, el 83% manifiesta que ser graduado del programa les ha permitido recibir una remuneración acorde con las funciones que desempeña.

El 33% de los graduados afirman que están realizando o han realizado estudios después de haberse graduado del programa, y valoran en alto grado que las posibilidades académicas que brinda el programa les ha favorecido su desempeño en estos.

### 3.9.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 9.

La Universidad Industrial de Santander valora a todos los integrantes de la comunidad UIS, entre ellos a los graduados de todos los programas académicos. Por ello, considera fundamental mantener vínculos activos y permanentes con este estamento, haciéndolos parte del desarrollo y fortalecimiento de la institución mediante un marco normativo que se materializa mediante proyectos y acciones dirigidos principalmente por la Oficina de Relaciones Exteriores de la Universidad. La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental está alineada con estas políticas institucionales y mantiene estrategias de comunicación constante con los graduados, las cuales fueron positivamente valoradas por los profesores.

Los estudiantes de la maestría reciben una formación de calidad para enfrentar su vida laboral, lo cual ha permitido su aplicación en el sector del agua y el saneamiento, en empresas de la región, impactando favorablemente la sociedad.

La percepción de los graduados sobre el programa demuestra el cumplimiento de los objetivos planteados para la Maestría, ya que esta ha incidido favorablemente en el desempeño laboral de los mismos, en el logro de sus expectativas laborales y en la calidad de las organizaciones donde laboran.

## 3.10 FACTOR 10. RECURSOS FÍSICOS Y GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA.

*El programa cuenta con estructura organizacional, presupuesto, sistemas de información y recursos físicos y académicos para el desarrollo de procesos misionales y administrativos.*

### 3.10.1 JUICIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FACTOR 10

### Característica 10.1. Infraestructura física adecuada

*El programa cuenta con espacios físicos adecuados y suficientes para el desarrollo de las actividades del programa.*

La UIS, cuenta con espacios para el desarrollo de las funciones misionales en todas sus sedes, varios de los cuales han sido mejorados y modernizados durante el periodo en análisis. Particularmente, la Escuela de Ingeniería Civil tiene asignados espacios físicos adecuados y suficientes para el desarrollo de sus actividades, incluyendo los programas tanto de pregrado como de posgrado, en la sede central. La Maestría se desarrolla en la planta baja del edificio de la Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, donde se cuenta con seis (6) aulas de clases con capacidades entre 30 y 60 puestos, que poseen video proyector, punto de conexión de red y enchufe eléctrico en cada puesto, y conexión a Internet a través del sistema WiFi, las cuales durante el año 2020 fueron dotadas con equipos para el desarrollo de las clases en modalidad híbrida. Adicionalmente, la Universidad ofrece el acceso a espacios como el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC), donde pueden desarrollarse actividades relacionadas con el manejo de software.

En cuanto a los laboratorios, la Escuela cuenta con 8 laboratorios, se destacan para el programa los laboratorios de Mecánica de fluidos, Hidráulica, y Procesos ambientales, ubicados en el edificio Laboratorio de Hidráulica. No obstante, el laboratorio de Procesos ambientales requiere fortalecerse, puesto que aún se encuentra en constitución y se está a la espera de la asignación de recursos por parte de la Universidad para llevar a cabo la fase II de su implementación; estos recursos fueron solicitados por la Escuela de Ingeniería Civil mediante un proyecto que se encuentra en el banco de proyectos de inversión de la institución.

Se dispone además de tres salas de informática dotadas con un total de 84 puestos de trabajo, con su respectivo mobiliario, equipos de cómputo de gran capacidad y software propio del programa.

Adicionalmente, los estudiantes cuentan con acceso a espacios como la Biblioteca Central de la UIS, auditorios, espacios deportivos, cafeterías y zonas de recreación que permiten el desarrollo de actividades complementarias. El programa cuenta con las oficinas de los profesores de planta de la Escuela y cubículos profesorales utilizados por profesores

externos para atención y orientación de trabajos de grado en horarios posibles para los estudiantes.

Los espacios físicos al servicio del programa (aulas, biblioteca, salas de informática, oficinas administrativas, zonas deportivas, pasillos, cafeterías, baños y espacios libres) son apreciados por los profesores principalmente con cumplimiento pleno de calidad; no obstante, respecto a los laboratorios el 33% manifiesta un cumplimiento en alto grado, el 25% un cumplimiento pleno, y el 42% no tiene conocimiento al respecto. Es de aclarar que los estudiantes no participaron en esta valoración dado que la actual cohorte se ha desarrollado de manera presencial remota, por lo cual, no tienen total conocimiento sobre la infraestructura del Programa.

### Característica 10.2. Recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación

*El programa cuenta con recursos bibliográficos, informáticos y de comunicación, adecuados, suficientes y actualizados, para el desarrollo de los procesos académicos.*

La Universidad Industrial de Santander, mediante el Proyecto Institucional, establece que una de sus estrategias pedagógicas radica en la construcción y actualización permanente de escenarios requeridos por el proceso de enseñanza-aprendizaje, como bibliotecas, aulas, centros de estudio, bibliotecas virtuales y seminarios. En cuanto a los recursos bibliográficos específicamente, la Universidad aprobó la Política de Desarrollo de Colecciones de la UIS[77], que tiene el propósito de servir de guía para el proceso de selección y adquisición de materiales, así como de especificar entre otros la descripción de la comunidad de usuarios, la responsabilidad del personal en el proceso, los niveles de intensidad de la colección, la distribución del presupuesto, el descarte y la evaluación de colecciones.

La colección de la Biblioteca, según este acuerdo, debe ser viable y reflejar tendencias educacionales de actualidad. El objetivo principal es apoyar el proceso educativo de la universidad y satisfacer las necesidades de información de la comunidad universitaria. Con este fin, la Biblioteca selecciona y adquiere recursos en todas las áreas y formatos, los organiza para su consulta y recuperación, orientando a los usuarios en su localización y uso para así promover un servicio cada vez más eficiente. Además, se establecen los criterios para realizar la adquisición y actualización de materiales para el fortalecimiento de las colecciones por medio de los procedimientos de compra, canje y donación establecidos en el Sistema de Gestión Integrado (SGI). En este sentido, sobresale la existencia de políticas y criterios en la institución en materia de acceso, adquisición y actualización del material bibliográfico.

[77] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N°101 de 2004.

Adicionalmente, la biblioteca de la universidad ofrece, en su portafolio de servicios, capacitaciones para la formación de los usuarios de los recursos bibliográficos que se encuentran a disposición de los estudiantes del programa.

Los estudiantes y profesores del programa cuentan con acceso al material bibliográfico disponible en la Biblioteca Central de la UIS, que incluye 444 ejemplares en la colección de referencia, 60 ejemplares en la colección de reserva, 4743 ejemplares en la colección general, 172 títulos de publicaciones periódicas, así como el archivo histórico de trabajos de grado realizados en la UIS tanto en pregrado como en posgrado.

Así mismo, cuentan con acceso a 11 bases de datos multidisciplinarias, cuatro (4) bases de datos aplicadas, dos (2) base de datos de normas (ICONTEC, AENOR), siete (7) de datos de eBooks, y siete (7) herramientas de apoyo (BOOKLICK, TURNITIN, LECTIMUS, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, SCIVAL, FUNDING Institucional). El acceso a estas bases de datos se puede realizar desde los computadores que se encuentran conectados a la red de la universidad o por medio de acceso remoto.

La Universidad pone a disposición de los estudiantes una amplia gama de material bibliográfico actualizado y de calidad gracias a la adquisición de bases de datos internacionales los cuales son de última generación al igual que libros virtuales de editoriales prestigiosas. Las más utilizadas por el programa son las bases de datos Multidisciplinarias y las de Ciencias Aplicadas, entre las cuales se tienen: CRnetBASE, Elibro, Ebrary, Elsevier, Knovel, Proquest, Scopus, Springer, Web of Science, AAPG Journals, ACM.

La Universidad Industrial de Santander reconoce la apropiación y uso adecuado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como una estrategia que genera grandes posibilidades para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de una amplia gama de recursos y servicios. Es por esto que, en el año 2009 se adopta la Política de apoyo a la formación mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)[78] y en el año 2011 se aprueba el programa de implementación de dicha política[79], adoptando como escenario institucional la plataforma Moodle, con el fin de apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de las TIC en el proceso de formación de los estudiantes. A partir de la experiencia de las clases en modalidad remota derivadas de la pandemia por Covid-19, durante el año 2020, la Universidad dotó las aulas de docencia para operación en modo híbrido, con el propósito de garantizar los recursos informáticos y de telecomunicaciones adecuados y necesarios para la realización de actividades académicas en presencialidad remota y normal. Dichos salones híbridos están provistos por un computador que controla los demás dispositivos, un monitor, una pantalla industrial de brillos especiales con una vida útil de 50 mil horas que puede permanecer las 24 horas del día en funcionamiento continuo, una cámara web, una barra de video conferencia, 6 micrófonos

[78] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo Nº 051 de 2009.
[79] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo Nº 277 de 2011.

omnidireccionales, una cámara de video de alta resolución (4k con un enfoque de 6 metros), juego de parlantes y un control remoto. En cada aula se hizo un análisis para revisar la velocidad y capacidad de la conexión a internet y así ampliar el canal y suplir las necesidades existentes.[80]

Así mismo, la Institución cuenta con salas de video-conferencias, salas de cómputo, Internet interno y externo, unidades de medios audiovisuales; igualmente, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con su propia página web ALBATROS, así como tres (3) redes de información propia (CALUMET, LIBRUIS e Intranet UIS), para actualización de información pertinente y comunicación con la comunidad universitaria.

La UIS dispone de una red de datos LAN institucional implementada con una topología soportada en 3 grandes capas (CORE, DISTRIBUCION, ACCESO) esto garantiza que la infraestructura de red sea escalable y pueda mantener un desempeño óptimo. Los switches CORE y DISTRIBUCIÓN se interconectan por medio de enlaces de fibra óptica al igual que los switches de DISTRIBUCION y ACCESO que son los centros de cableado en cada uno de los edificios de todos los campus y sedes de la universidad. Estos switches de ACCESO reciben la conexión de los equipos de cómputo, access point outdoor e indoor y equipos de telefonía IP. A la fecha, la red LAN institucional cuenta con aproximadamente 7,500 computadores para profesores, estudiantes y empleados, más de 300 switches, 693 Access Points's, más de 1,500 extensiones telefónicas, 70 equipos servidores y más de 7,500 puntos de red cableados. La red LAN institucional permite a la comunidad universitaria el acceso de manera rápida y eficiente a todos sus servicios, tales como correo electrónico, navegación web, y uso de aplicaciones informáticas de misión crítica.

El programa cuenta particularmente con tres salas de informática, dotadas con 84 puestos de trabajo con computadores de gran capacidad, acceso a Internet, softwares especializados y con versiones actualizadas para el aprendizaje de las herramientas ofimáticas. Entre los programas especializados se cuenta licencias educativas de: ArcGIS Server Enterprise Advanced para servicios de mapa de sistemas de información geográfica, incluye las extensiones 3D Analyst Schematics, Data Interoperability Spatial Analyst, Data Reviewer Tracking Analyst, Geostatistical Analyst Workflow Manager y Network Analyst, 50 Licencias educativas Matlab, Matemática simbólica y Excel + Licencia Toolbox para usar con Matlab de 10 usuarios, 21 licencias académicas de software comercial ConstruData, planeación académica y gestión de proyectos (Construplan- ConstruCAD- Construanalisis- Construcontrol), y procesamiento de señales (ARTeMIS). Igualmente, el CENTIC, cuenta con salas y recursos informáticos que son utilizados por la comunidad universitaria.

[80] Universidad Industrial de Santander. Noticia web. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/rss/noticia.jsp?id=14212&canal=canalComunicaciones.xml&facultad=ppal.

La pertinencia de los recursos bibliográficos, evidenciada en que contienen información específica del programa, fue valorada en cumplimiento pleno por el 63% de los estudiantes y el 50% de los profesores.

La actualización de los recursos bibliográficos frente al avance del conocimiento en las áreas de estudio del programa fue valorada como plenamente por el 75% de los estudiantes y el 58% de los profesores; así mismo, fue valorada como plenamente la suficiencia de estos recursos por el 62% de los estudiantes y el 58% de los profesores.

En cuanto a los recursos informáticos y de comunicación, el 58% de los profesores consideran que cuentan con las características requeridas para desarrollar las actividades académicas del programa, valorándolos plenamente; además, el 50% consideran plenamente a su actualización y suficiencia.

### Característica 10.3. Apoyo administrativo adecuado para las actividades de docencia, investigación y extensión del programa

*El programa cuenta con personal administrativo que favorece el desarrollo de los procesos académicos y administrativos.*

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental cuenta con dos profesionales de apoyo directo, consideradas necesarias para desempeñar funciones de tipo logístico, académico y financiero, quienes poseen preparación universitaria acorde a sus funciones y dedicación semanal al programa suficiente para el desarrollo de sus actividades. Adicionalmente, se tiene el apoyo del personal adscrito a la administración general de la Escuela de Ingeniería Civil (ver Tabla 39).

Tabla 39. Personal administrativo al servicio Programa.

| N° | Nombre | Cargo | Nivel de formación | Experiencia relacionada con el cargo | Horas semanales dedicadas al cargo |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Melissa Ibeth Uriza G | Profesional Financiera Posgrados | Ingeniera Industrial | 7 años | 40 horas |
| 2 | Nury Salcedo Díaz | Profesional de Soporte Académico Posgrados | Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción | 22 años | 40 horas |
| 3 | Angélica Corzo Hernández | Profesional de Calidad de la Escuela de Ingeniería Civil | Doctora en Ingeniería Civil | 5 años | 40 horas |
| 4 | Sonia Ayala Corzo | Secretaria de la Escuela de Ingeniería Civil | Bachiller Comercial | 13 años | 40 horas |

La calidad evidenciada en el apoyo del personal administrativo del programa en cuanto al favorecimiento del desarrollo de las actividades del mismo ha sido valorada con un cumplimiento pleno por el 50% de los profesores y el 63% de los estudiantes. En este mismo contexto, la eficacia del personal administrativo para realizar los procedimientos que son de su competencia ha sido valorada con cumplimiento pleno por el 50% de los profesores y el 83% de los estudiantes, y con cumplimiento en alto grado por el 42% de profesores.

## Característica 10.4. Presupuesto del programa

*El programa dispone de recursos presupuestales para el funcionamiento y la inversión que favorecen el desarrollo de las actividades académicas y administrativas.*

A partir del Acuerdo N° 067 de octubre 21 de 2003 del Consejo Superior, la Universidad Industrial de Santander adopta el Estatuto Presupuestal, según el cual todas las Unidades Académico-administrativas realizan el presupuesto anual de ingresos y gastos de todos sus programas o fondos especiales. De tal manera que el presupuesto de la Universidad se maneja a través de diferentes fondos así:

Presupuesto General de la Universidad

- Fondo Común: comprende los recursos que se disponen para el desarrollo de las operaciones ordinarias de la Universidad, generados por conceptos de aportes gubernamentales, ingresos propios por conceptos de matrículas de pregrado presencial y posgrados no autofinanciados, entre otros.

- Fondo Ajeno: corresponde a los recursos aportados por destinación específica por diferentes entidades u organismos para el desarrollo de programas de investigación y proyectos especiales.

- Fondo Patrimonial: comprende los recursos provenientes de donaciones que se reciban en la UIS.

- Fondo de Rentas Especiales: corresponde a los dineros generados por prestación de servicios de consultoría, educación continuada, programas de extensión, educación a distancia y posgrados autofinanciados, entre otros.

- Fondo Estampilla ProUIS: corresponde a los recursos provenientes del recaudo de la estampilla ProUIS, destinados según la Ley que autoriza su recaudo.

- Fondo Estampilla ProUNAL y demás universidades estatales: corresponde a los recursos provenientes de los recaudos de la estampilla pro UNAL y demás universidades estatales, asignados a la UIS por el Ministerio de Educación Nacional.

Capítulos independientes al Presupuesto General de la Universidad

- Fondo UISALUD: maneja todos los recursos provenientes de los aportes obligatorios y voluntarios de los afiliados al sistema de seguridad social de salud.

- Fondo Pasivo Pensional: corresponde a los recursos provenientes de aportes gubernamentales e ingresos propios para atender el pago del pasivo pensional.

- Fondo Sistema General de Regalías: corresponde a los recursos provenientes del Sistema General de Regalías en los casos en donde la Universidad sea asignada como entidad ejecutora de recursos del Sistema General de Regalías por parte del Órgano Colegiado de Administración o Decisión o la autoridad que haga sus veces.

Para la vigencia fiscal del año 2021, el Consejo Superior aprobó el Programa Anual de Gestión y el Presupuesto General de la UIS, por cuatrocientos dos mil setecientos veintisiete millones ochocientos treinta mil quinientos sesenta pesos M/cte. ($402.727.830.560) según el Acuerdo Superior No. 052 del 16 de diciembre de 2020.

En este contexto, la Escuela de Ingeniería Civil realiza el presupuesto anual para el funcionamiento del programa, en el fondo especial 9318- Maestría en Recursos Hídricos, el cual es avalado y vigilado por la División financiera de la Vicerrectoría Administrativa de la Universidad, que en caso del año 2021 corresponde a $82.000.000. Igualmente, en el PEP se encuentra el análisis financiero del programa que indica el punto de equilibrio o número mínimo de estudiantes requeridos para garantizar el adecuado funcionamiento económico de la Maestría.

La Maestría funciona bajo el esquema de programa autofinanciado, es decir, según el Reglamento General de Posgrado[81], es un programa cuyos ingresos se originan por inscripción, matrícula, derechos académicos, materiales y bienestar universitario pagados por los estudiantes, los cuales soportan todos los costos y gastos directos y algunos indirectos generados en el desarrollo del programa; por tanto, el inicio de una nueva cohorte se aprueba cuando se tiene un número de estudiantes superior al número que garantiza el punto de equilibrio. La correcta ejecución del presupuesto es tarea del coordinador del programa, la cual ha sido eficazmente realizada durante el periodo en análisis, permitiendo obtener utilidades para inversión en mantenimiento de la planta física, así como compra o mantenimiento de equipos (ver Tabla 40).

Tabla 40. Ejecución del presupuesto del Programa en el periodo de evaluación.

| | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **INGRESOS** | **EGRESOS** | **INGRESOS** | **EGRESOS** | **INGRESOS** | **EGRESOS** | **INGRESOS** | **EGRESOS** |
| **INGRESOS** | 165.520.843 | | 317.050.308 | | 194.063.538 | | 33.248.415 | |
| **EGRESOS** | | | | | | | | |
| Funcionamiento | | 82.360.899 | | 138.758.424 | | 105.963.670 | | 19.458.523 |
| **Inversión** | | | | | | | | |
| Adquisición de bienes | | 11.116.729 | | | | 65.628.191 | | |
| Egresos x traslados | | 2.259.407 | | 121.347.867 | | 72.873.188 | | 41.529.261 |
| **Total** | 165.520.843 | 95.737.035 | 317.050.308 | 260.106.291 | 194.063.538 | 244.465.049 | 33.248.415 | 60.987.784 |

Fuente: Propia

Nota: Los ingresos corresponden solamente al año en el que se registran; y el monto disponible en el fondo especial puede ser mayor debido a los saldos de años anteriores, esto permitió realizar compras de equipos de laboratorio, cómputo, etc. con los excedentes.

[81] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento General de Posgrado. Acuerdo 075 de 2013. artículo 11, literal b.

La disponibilidad de los recursos presupuestales para el desarrollo de los procesos académicos fue valorada con cumplimiento en alto grado por el 33% de los profesores y en cumplimiento pleno por el 50% del estamento; así mismo, el 33% de los profesores consideran que la disponibilidad de los recursos presupuestales para apoyar proyectos del programa se cumple en alto grado, y un 42% que se cumple plenamente.

### Característica 10.5. Gestión del programa

*El programa cuenta con una estructura organizacional y sistemas de información que favorecen la toma de decisiones y el desarrollo de las funciones misionales.*

El Estatuto General de la UIS define, entre otros elementos, la naturaleza, la misión, los objetivos y las funciones de la institución. De conformidad con lo anterior, establece los órganos de gobierno (Consejo Superior, Consejo Académico y Rector), la secretaría general, las vicerrectorías y la organización de la función académica (decanos, consejos de facultad, directores de escuela, directores de departamento), así como sus respectivas funciones.

La dirección de la UIS se encuentra organizada en tres niveles: alta dirección, dirección general y dirección especializada. El primer nivel está constituido por el Consejo Superior, máximo órgano de dirección y de gobierno; el Consejo Académico, máxima autoridad académica, y el Rector, representante legal y primera autoridad ejecutiva de la universidad.

La dirección general está conformada por los vicerrectores, los decanos de facultad y el director del Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED).

La dirección especializada está integrada por los directores de escuela y de departamento, los subdirectores del IPRED, los coordinadores de sede y los jefes y directores de unidades administrativas. Todos los niveles de dirección tienen el apoyo y la asesoría permanente de Planeación, Secretaría General, Relaciones Exteriores, Control Interno Disciplinario, y, Control Interno y Evaluación de la Gestión. La provisión de cargos directivos de la institución atiende los procedimientos y perfiles definidos en la normatividad.

La conformación de los cuerpos colegiados (Consejo Superior, Consejo Académico, Consejo de Facultad e IPRED, Consejo de Escuela y comités) se establece en el Estatuto General o en los acuerdos de creación y funcionamiento emitidos por el Consejo Superior y el Consejo Académico. Las temáticas tratadas por estas instancias tienen que ver con políticas, lineamientos, reglamentación, iniciativas estratégicas y actuación en los ámbitos de la docencia, la investigación, la extensión y la administración.

En correspondencia con el Estatuto General, la UIS cuenta con una estructura organizacional que describe las funciones, las responsabilidades y el alcance de las competencias de cada dependencia, también precisa las instancias responsables de la toma de decisiones. Esta estructura ha sido modificada según las necesidades que se han generado en la institución como fruto del crecimiento y del mejoramiento continuo. Las últimas modificaciones son la

creación de: División de Contratación (2015), Unidad de Información y Análisis Estadístico -UIAES- (2017) e Instituto de Estudios Interdisciplinarios y Acción Estratégica para el Desarrollo -IDEAD-(2017).

Cada unidad de la estructura organizacional[82] tiene funciones y procesos claramente definidos que, enmarcados en el Proyecto Institucional, apuntan al logro de la misión, al cumplimiento de las políticas, al desarrollo de las funciones de docencia, investigación y extensión, al aseguramiento de un ambiente de bienestar y al desarrollo del talento humano comprometido con cada una de las tareas de la institución. Además, la UIS tiene claramente establecidas las funciones[83] para el personal administrativo y directivo.

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental está adscrita a la Escuela de Ingeniería Civil, cuenta con un director, elegido libremente por los profesores adscritos a la Escuela por un periodo de dos años y un Consejo de Escuela, que representa el máximo órgano académico administrativo. En la Escuela, además, funciona un Comité Asesor de Posgrados, establecido por el Reglamento General de Posgrados[84], para regular las actividades concernientes a los programas de especialización, maestría y doctorado.

La estructura organizacional pertinente a los programas de posgrados incluye:

La Dirección de la Escuela, el Consejo de Escuela, presidido por el Director de la Escuela como responsable de la Unidad Académico administrativa, el Comité Asesor de Posgrados, el Coordinador de Posgrados y el coordinador de cada programa.

El Comité de Posgrados está conformado por el Director de Escuela, el Coordinador de Posgrados de la Escuela, los coordinadores de los programas de posgrado y un representante de cada grupo de investigación.

El coordinador del programa debe llevar los casos académicos o administrativos al Comité de Posgrados, el cual recomienda las acciones respectivas y éstas son avaladas por el Consejo de Escuela.

El Programa cuenta con el respaldo de los sistemas de información creados y administrados por la Universidad, entre los cuales pueden destacarse el sistema de información académica, el sistema de información financiera, sistemas que permiten la asignación y utilización de recursos, sistemas que permiten realizar seguimiento a la ejecución de proyectos, entre

[82] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdos N° 057 de 1994, N° 041 de 1997, N° 070 de 1998, N° 029 de 2000, N° 073 de 2001, N° 009 de 2002, N° 063 de 2003, N° 073 de 2003, N° 046 de 2004, N° 060 de 2005, N° 070 de 2005, N° 071 de 2005, N° 072 de 2005, N° 073 de 2005, N° 061 de 2008, N° 064 de 2011, N° 009 de 2013, N° 009 de 2013, N° 023 de 2014, N° 006 de 2015; N° 033 de 2015; N° 024 de 2017 y N° 31 de 2017.

[83] Manual de Funciones: Acuerdo Consejo Superior 166 de 1993 (Estatuto General), Acuerdo Consejo Superior 104 de 2010 (Aprueba Manual de Funciones para Empleados Públicos no Profesionales y Trabajadores Oficiales), Resolución de Rectoría No 1936 de 2013 (Aprueba Manual de Funciones para los cargos de nivel Directivo, Asesor, Ejecutivo y Profesional), Resolución de Rectoría 1999 de 2013 (Actualiza el Manual de Funciones para Empleados Públicos no Profesionales y Trabajadores Oficiales), y Resolución de Rectoría 13 de 2014 (Actualiza los Manuales de Funciones de la Universidad).

[84] CONSEJO SUPERIOR. Reglamento General de Posgrado. Acuerdo 075 de 2013, artículo 39.

otros. El acceso a los sistemas se soporta en la web institucional, en el enlace https://www.uis.edu.co/webUIS/es/sistemasInformacion/index.html.

La opinión respecto a la gestión del programa evidenciado en que la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil y la Coordinación del Programa tienen una visión clara para el desarrollo y posicionamiento del programa fue valorada con cumplimiento pleno por el 88% de estudiantes y 83% de profesores; así mismo, indicaron que la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil y la Coordinación del Programa orientan las actividades hacia el logro de los propósitos del programa, valorándose con cumplimiento pleno por el 75% de estudiantes y 83% de profesores.

La calidad de los sistemas de información respecto a la manera en que permite realizar eficazmente los procesos académicos y administrativos, y su confiabilidad, ha sido valorada con un cumplimiento en alto grado por el 50% de los profesores y plenamente por el 42% del estamento; mientras que la calidad de los sistemas de información para facilitar la toma de decisiones, es valorada plenamente por el 50% de los profesores y 33% con cumplimiento en alto grado por el 33% de los mismo.

### 3.10.2 JUICIO DE CUMPLIMIENTO DEL FACTOR 10.

El programa cuenta con espacios físicos adecuados para su desarrollo, los cuales mantiene en óptimas condiciones, empleando para ello algunos recursos económicos provenientes de las utilidades; no obstante, es necesario potenciar los laboratorios al servicio del programa.

Así mismo, se cuenta con material bibliográfico disponible físicamente en la biblioteca de la UIS central y bases de datos multidisciplinarias digitales que se encuentran en constante actualización y pueden ser consultadas desde la red universitaria o por medio de acceso remoto para atender las necesidades de la comunidad del programa.

La Universidad cuenta con amplios y novedosos recursos informáticos, adaptados a los últimos requerimientos para facilitar los procesos de enseñanza, tal como las clases en modalidad híbrida. En el CENTIC se tiene disponibilidad de salas de cómputo a las que se puede, con previa reserva, acceder por parte de cualquier miembro de la comunidad académica. De igual manera, la Escuela de Ingeniería Civil dispone para el Programa de recursos informáticos y software que complementan los recursos suministrados por la Universidad.

La institución cuenta con una estructura organizacional y administrativa, coherente y equilibrada, en la que se encuentra inmersa la Escuela de Ingeniería Civil y todos los programas adscritos a ella; es una fortaleza contar con este esquema organizacional, donde las funciones y procesos tanto de cada unidad académico-administrativa como de cada funcionario se encuentran establecidas. La comunidad académica reconoce como valioso y efectivo el liderazgo de la dirección y la coordinación del Programa, así como la gestión del apoyo administrativo.

El programa dispone de recursos presupuestales suficientes y adecuados para su funcionamiento, orientados y organizados mediante un protocolo presupuestal anual a nivel institucional para la gestión y ejecución del mismo, el cual, fue valorado positivamente por los profesores del programa.

# 4 CONCLUSIÓN DE LA CALIDAD DEL PROGRAMA

La Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental es un programa relativamente joven, que busca impactar positivamente la sociedad desde el punto de vista de la formación de magísteres, así como desde la contribución a la solución de problemas relacionados con el agua y el saneamiento del medio ambiente. El programa es consciente de las ventajas que los procesos de autoevaluación aportan a su crecimiento, para asegurar un marco de calidad que oriente todas las actividades que desarrolla, por ello realizó su primera evaluación durante el año 2021, en el cual se detectaron las siguientes fortalezas[85], debilidades[86], y aspectos susceptibles de mejora[87].

Fortalezas:

- El Programa cuenta con un perfil de formación, objetivos y propósitos realistas, los cuales están alineados con la misión, visión y el Proyecto Institucional, han permitido a los graduados desempeñarse con éxito en el área del conocimiento del programa, aportando soluciones a problemas de la sociedad a nivel regional.

- La Universidad cuenta con un marco normativo que orienta con claridad y transparencia el quehacer institucional para desarrollar las funciones misionales, el cual ha sido adoptado rigurosamente por el Programa.

- Los procesos de admisión rigurosos y transparentes permiten el ingreso de estudiantes con excelentes cualidades académicas y profesionales, quienes pueden llevar a cabo satisfactoriamente su proceso de aprendizaje y culminar su formación de maestría, demostrando la coherencia entre el perfil del aspirante y el perfil de formación.

- Las estrategias y las oportunidades que ofrece el programa de acompañamiento y seguimiento estudiantil para favorecer la permanencia y graduación oportuna de los estudiantes.

[85] • Fortaleza: componente del programa que se destaca por el desarrollo, la trayectoria, la madurez, los logros o el impacto alcanzados; es decir, que es un componente crítico positivo que denota la alta calidad del programa y el cumplimiento de los propósitos del mismo. Generalmente, es el origen, la raíz o la causa de otros componentes positivos del programa. La declaración de una fortaleza abarca tanto el componente crítico positivo (es decir la fortaleza) como los componentes positivos asociados a esta.

[86] • Debilidad: componente del programa que no ha alcanzado el desarrollo, la trayectoria, la madurez, los logros o el impacto esperados; es decir, que es un componente crítico negativo que tiene un impacto desfavorable en la calidad del programa porque afecta significativamente el desarrollo de componentes estructurales o de carácter transversal. También es el origen, la raíz o la causa de que otros componentes del programa no hayan alcanzado el nivel esperado (componentes negativos asociados). La declaración de una debilidad abarca tanto el componente crítico negativo (es decir la debilidad) como los componentes negativos asociados a esta

[87] • Aspecto susceptible de mejora: componente del programa que se caracteriza por presentar un detrimento o deterioro; es decir, que es un componente negativo que afecta leve o moderadamente la calidad del programa, no debe perderse de vista porque a mediano o largo plazo puede convertirse en una debilidad. Los aspectos susceptibles de mejora se reconocen porque no es posibles asociarlos o explicarlos con base en una debilidad; esto quiere decir que no son el efecto o la consecuencia de una debilidad.

- Los escenarios de formación de carácter colectivo e interdisciplinario propiciados por las asignaturas electivas y los trabajos de aplicación, que permite a profesores y estudiantes compartir diferentes puntos de vista y experiencias desde su área de interés.

- La capacidad de autoevaluación que permite un proceso de restructuración permanente, para ofrecer un programa de calidad.

- La formación avanzada de graduados altamente capacitados, que a través de sus trabajos de aplicación han aportado a la solución de problemas del entorno regional.

- Los grupos de investigación de amplia trayectoria que apoyan las actividades del programa, contribuyen a la formación integral de los estudiantes, a través de la transferencia de conocimiento en la docencia y/o la dirección de trabajos de aplicación.

- La trayectoria académica, profesional y el alto nivel de formación de los profesores, y directores de los trabajos de aplicación, lo cual fortalece la formación de los estudiantes.

- Los procesos de selección de profesores rigurosos y transparentes que permiten asegurar la calidad del programa, a través de la contratación de docentes con amplia experiencia en el área de formación del Programa.

- La participación de profesores externos y visitantes en la Maestría, enriquece la formación de los maestrandos a partir de su experiencia y diversidad de puntos de vista en el área de formación del Programa.

- La existencia de convenios con universidades nacionales e internacionales, complementan las estrategias para la formación de los estudiantes, brindándoles la oportunidad de interactuar con programas similares. Así mismo, favorecen la creación de redes para trabajo colaborativo de profesores y grupos de investigación.

- Los programas, servicios y las actividades de bienestar ofrecidos a través de la División de Bienestar Universitario, los cuales, se traducen en elementos que contribuyen en la formación integral, bienestar individual y colectivo.

- La disponibilidad de variados y actualizados recursos bibliográficos e informáticos que permiten atender apropiadamente las necesidades de la comunidad del programa.

- El liderazgo, la idoneidad y calidad de la gestión de la Coordinación del Programa y del personal administrativo.

- La disponibilidad y gestión transparente y responsable de los recursos para el desarrollo de las funciones misionales.

- La sólida estructura organizacional que favorece el desarrollo de las funciones misionales, de bienestar y administrativas.

Asimismo, se relacionan algunos aspectos susceptibles de mejora:

- Mantener mayor contacto con los profesionales inscritos al programa, para garantizar su matrícula en la Maestría.

- Motivar la participación de los estudiantes del programa en las diferentes actividades académicas y de investigación (simposios, congresos, cursos, entre otros) de la Universidad o de otras universidades y llevar un control de asistencia, que permita evidenciar su participación.

- Socializar las diferentes actividades culturales y de bienestar de la Universidad con el fin de motivar la participación de los estudiantes del programa, y llevar un control de asistencia que permita evidenciar su participación.

- Fomentar la generación de productos académicos (ponencias, posters, publicación de artículos, etc.) por parte de los estudiantes del programa, lo cual contribuye en su formación profesional.

- Socializar información relacionada con convenios institucionales, para conseguir una mayor apropiación de estos por parte de la comunidad del programa, especialmente, de los estudiantes, con el fin de dar mayor aprovechamiento a estas oportunidades.

- Aunque el programa cuenta con disponibilidad de espacios físicos adecuados para el desarrollo de las diferentes actividades de la Maestría, es necesario mejorar el laboratorio de procesos ambientales de manera que los estudiantes puedan realizar sus prácticas.

- Aumentar el número de horas de las asignaturas, en especial aquellas que cuentan con componente práctico en laboratorio.

Finalmente, el proceso permitió la identificación de las siguientes debilidades:

- Baja tasa de graduación en el programa, por lo cual es necesario buscar estrategias para su reducción.
- Tiempo de graduación de los estudiantes superior a los 4 semestres estipulados en el PEP.

# 5 PLAN DE MEJORAMIENTO

El plan de mejoramiento del programa está conformado por cuatro (4) proyectos[88] y dos (2) acciones[89] relacionados con las siguientes áreas de mejora: Comunicación y apropiación de la información, Graduación de estudiantes, Mejoramiento curricular, Infraestructura física y Aspectos financieros. En la Tabla 41, se encuentra el cronograma resumen del plan de mejoramiento. El detalle de las acciones y proyectos se presenta en los numerales posteriores.

Tabla 41 Resumen del plan de mejoramiento del programa

| Área de mejora | Proyecto o acción | 2021 | 2022 | | 2023 | | 2024 | | 2025 | | 2026 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I |
| **Comunicación y apropiación de la información** | Acción 1: Fortalecimiento de la comunicación con aspirantes al Programa. | | | | | | | | | | |
| | Proyecto 1: Promoción de Actividades de formación integral. | | | | | | | | | | |
| **Graduación de estudiantes** | Acción 2: Intensificación del acompañamiento en el Trabajo de Aplicación. | | | | | | | | | | |
| | Proyecto 2: Fortalecimiento de la competencia de comunicación escrita. | | | | | | | | | | |
| **Mejoramiento curricular** | Proyecto 3: Reforma Curricular del Programa. | | | | | | | | | | |
| **Infraestructura física** | Proyecto 4: Proyecto de Inversión del laboratorio de Procesos Ambientales. | | | | | | | | | | |

[88] Corresponden a un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas para alcanzar un determinado objetivo con miras a consolidar o proyectar las fortalezas, eliminar vulnerabilidades latentes de algunas de estas y superar las debilidades del programa; pueden exigir o no recursos financieros adicionales.

[89] Corresponden a actividades o tareas puntuales enfocadas al mejoramiento continuo del programa y que no requieren recursos financieros adicionales.

## 5.1 ÁREA DE MEJORA: COMUNICACIÓN Y APROPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta área de mejora busca fortalecer la comunicación con la comunidad del programa, con el objetivo de socializar información relacionada con convenios institucionales, estrategias para el mejoramiento de las competencias en lengua extranjera ofrecidas por la universidad, así como de la oferta de los diversos programas culturales, de bienestar, entre otros, consiguiéndose una mayor apropiación de estos por parte de la comunidad del programa, especialmente, de los estudiantes, con el fin de dar mayor aprovechamiento a estas oportunidades. Adicionalmente, se fortalecerá la comunicación con las personas interesadas en la Maestría, de manera que se cuente con mayor acompañamiento en el proceso de inscripción, admisión, y matrícula. Todo lo anterior, se fundamenta en las políticas, los programas, los servicios o los apoyos institucionales para formación integral.

Los proyectos y las acciones formulados para la intervención de esta área de mejora son:

Tabla 42. Plan de mejoramiento Acción 1

| **Acción 1** | **Fortalecimiento de la comunicación con aspirantes al Programa** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Objetivos | Fortalecer la atención al público durante los procesos de inscripción del Programa. | | | | | |
| Descripción | Con el fin de garantizar la respuesta a todas las consultas realizadas por los profesionales interesados e inscritos al programa, y facilitar el desarrollo del proceso de admisión, se establecerá como canal de contacto principal a la coordinación de la Maestría. Para ello, se solicitará el cambio de datos de contacto en todos los sitios web en los que se publica la información del Programa. | | | | | |
| Duración | Inicio: | Enero de 2022 | Fin: | Junio de 2026 | | |
| Responsable | Coordinador del Programa | | | | | |
| Indicadores de seguimiento | Nombre del indicador | | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Cambio de datos de contacto | | Número de sitios web actualizados/Total de sitios web con información del programa*100 | Anual | Porcentaje | 100% durante la vigencia de la acción |
| Indicadores de Resultado | Nombre del indicador | | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Consultas atendidas. | | Número de consultas atendidas/Total de consultas recibidas*100 | Anual | Porcentaje | 100% durante la vigencia de la acción |
| | Estudiantes admitidos. | | Número de estudiantes admitidos que realizaron consultas en los canales de comunicación del programa/Total de consultas recibidas en los canales de comunicación del programa *100 | Por cohorte | Porcentaje | 30% durante la vigencia de la acción |

Tabla 43. Plan de mejoramiento Proyecto 1

| **Proyecto 1** | **Promoción de Actividades de formación integral** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Objetivos | Incentivar la participación de la comunidad del programa en las diversas actividades que buscan el bienestar y la formación integral, ofrecidas tanto a nivel institucional, como de la Escuela de Ingeniería Civil y la Maestría. | | | | | |
| Duración | Inicio: | Enero 2022 | Fin: | | Junio 2026 | |
| Responsable | Coordinador del Programa | | | | | |
| Recursos | Fondo Especial | | | | | |
| Cronograma de actividades | Nombre de la actividad | | % | Duración: Inicio | Duración: Finalización | Responsable |
| | Centralizar la información de actividades académicas, de investigación (en especial del grupo GPH), extensión, cultura y bienestar, para publicarla en la web de la Escuela de Ingeniería Civil y en redes de comunicación, y enviarla semanalmente a toda la comunidad académica del Programa, incluyendo a las personas inscritas (para fomentar su matrícula en la Maestría). | | 35 | Febrero 2022 | Junio 2026 | Coordinador del Programa |
| | Organizar un portafolio de los servicios y recursos de la Universidad que contribuyen a la formación integral de los estudiantes (Altissia, biblioteca, cursos, etc.) y entregarlo al iniciar cada cohorte. | | 25 | Febrero 2022 | Junio 2026 | Coordinador del Programa |
| | Organizar un portafolio de alternativas de financiación con entidades externas para el pago de matrícula y entregarlo a las personas inscritas al Programa. | | 25 | Febrero 2022 | Junio 2026 | Coordinador del Programa |
| | Realizar el seguimiento de la participación de la comunidad del programa en actividades de bienestar y complementarias para formación integral, mediante una encuesta semestral, almacenando los resultados en una base de datos. | | 15 | Junio 2022 | Junio 2026 | Coordinador del Programa |
| Indicadores de seguimiento | Nombre del indicador | Fórmula | | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Documento del Portafolio de servicios actualizado. | N/A | | Semestral | Número | 1 por semestre |
| Indicadores de resultado | Nombre del indicador | Fórmula | | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Participación de estudiantes y profesores en actividades de bienestar. | (Número de estudiantes y profesores que participan/Número total de estudiantes matriculados y profesores)*100 | | Anual | Porcentaje | 30% durante la vigencia del proyecto |
| | Participación de estudiantes en actividades de formación complementaria (cursos, seminarios, talleres, entre otros). | (Número de estudiantes que participan/Número total de estudiantes de la cohorte)*100 | | Anual | Porcentaje | 50% durante la vigencia del proyecto |

## 5.2 ÁREA DE MEJORA: GRADUACIÓN DE ESTUDIANTES

Esta área de mejora busca ofrecer un mayor acompañamiento a los estudiantes en la realización de los trabajos de grado, brindándoles herramientas y estrategias complementarias para lograr su finalización dentro del tiempo estipulado en el plan de estudios, de manera que se logre el objetivo de graduación de todos los estudiantes del Programa. Lo anterior se propone aprovechando la trayectoria de los profesores, la consolidación de los grupos, la relevancia de las líneas, y los medios educativos.

Los proyectos y acciones para intervenir esta área se presentan a continuación:

Tabla 44. Plan de mejoramiento Acción 2

| **Acción 2** | **Intensificación del acompañamiento en el Trabajo de Aplicación** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Objetivos | Fortalecer el acompañamiento para la definición y el desarrollo del trabajo de grado de los estudiantes para contribuir a su finalización en los tiempos estipulados en el plan de estudios. | | | | | |
| Descripción | Para cumplir el objetivo propuesto se plantean las siguientes estrategias:<br>-Consultar en el proceso de admisión, el tema de interés de cada estudiante para desarrollar en el trabajo de aplicación, y promover que estos tengan relación con su desempeño laboral facilitando su desarrollo.<br>-Establecer cronogramas para formulación de la propuesta de trabajo de grado, dentro de los seminarios de aplicación.<br>-Conformar un comité de evaluación de temas de trabajo de aplicación en el primer semestre, que sesionará en la semana 6 de manera que se cuente prontamente con el director de trabajo de aplicación. En este comité participarán los profesores del área de aguas y saneamiento ambiental de la Escuela de Ingeniería Civil.<br>-Identificar eventos para presentación de los avances del trabajo de grado, o de los trabajos de grado, y divulgarlos a los estudiantes para motivar su participación. | | | | | |
| Duración | Inicio: | Enero de 2022 | Fin: | | Junio de 2026 | |
| Responsable | Coordinador del Programa | | | | | |
| Indicadores de seguimiento | Nombre del indicador | | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Acta de la sesión de evaluación de temas de trabajo de aplicación. | | N/A | Por cohorte | Número | 1 por cohorte |
| | Eventos divulgados para presentación del trabajo de grado o avances de su desarrollo | | N/A | Semestral | Número | 3 por semestre |
| Indicadores de Resultado | Nombre del indicador | | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Estudiantes con trabajo de aplicación entregado en el tiempo establecido en el PEP | | (Número de estudiantes que finalizaron el trabajo de grado en el 4 semestre matriculado/Número total de estudiantes de la cohorte)*100 | Por cohorte | Porcentaje | 70% por cohorte |

Tabla 45. Plan de mejoramiento Proyecto 2

| **Proyecto 2** | **Fortalecimiento de la competencia de comunicación escrita** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Objetivos | Complementar las estrategias y herramientas para el desarrollo o consolidación de la capacidad de comunicarse de forma escrita a los estudiantes del Programa, de manera que se facilite la escritura de documentos técnicos, tal como el trabajo de grado. | | | | | |
| Duración | Inicio: | Febrero 2022 | Fin: | Junio 2026 | | |
| Responsable | Coordinador del Programa | | | | | |
| Recursos | Fondo Especial | | | | | |
| Cronograma de actividades | Nombre de la actividad | % | Duración (Periodos académicos) Inicio | Duración (Periodos académicos) Finalización | Responsable | |
| | -Fomentar la práctica continua de escritura de documentos (artículos cortos, informes, etc.) en todas las asignaturas para mejorar la competencia de comunicación escrita, que contribuye a la elaboración del trabajo de aplicación. Para ello se dejará explícito en los syllabus de las asignaturas como estrategias de enseñanza y aprendizaje a utilizarse. | 20 | Julio de 2021 | Julio de 2026 | Coordinador del Programa | |
| | -Organizar recursos para mejoramiento de competencias en escritura, a través de la plataforma Moodle. | 40 | Enero de 2022 | Julio de 2026 | Coordinador del Programa | |
| | -Establecer contacto con las unidades académicas y administrativas (UAA) a nivel institucional que soportan el aprendizaje mediante cursos de escritura, para evaluar posibilidades de colaboración en actividades complementarias al plan de estudios del Programa. | 40 | Enero de 2022 | Julio de 2026 | Coordinador del Programa | |
| Indicadores de seguimiento | Nombre del indicador | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta | |
| | Plataforma Moodle en funcionamiento. | N/A | Semestral | Unidad | 1 por semestre | |
| Indicadores de resultado | Nombre del indicador | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta | |
| | Uso de la Plataforma Moodle. | (Estudiantes que utilizan la plataforma /Número de estudiantes de la cohorte)*100 | Semestral | Porcentaje | 50% por cohorte | |
| | Actividades realizadas con colaboración de otras UAA institucionales para mejoramiento de la competencia de comunicación escrita. | N/A | Por cohorte | Unidad | 1 por cohorte | |

## 5.3 ÁREA DE MEJORA: MEJORAMIENTO CURRICULAR

Esta área de mejora busca fortalecer el plan de estudios, mediante la reforma y actualización del Proyecto Educativo de la Maestría, acorde con la última normatividad nacional y las necesidades del entorno. Lo anterior se propone aprovechando la trayectoria de los profesores, la consolidación de los grupos, la relevancia de las líneas, y los medios educativos.

Los proyectos y acciones para intervenir esta área se presentan a continuación:

Tabla 46. Plan de mejoramiento Proyecto 3

| **Proyecto 3** | **Reforma Curricular del Programa** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Objetivos | Realizar la reforma curricular del programa con miras a atender el Decreto 1330 del 2019.<br>Modificar la intensidad horaria de las asignaturas que se han detectado requieren mayor carga horaria, tanto con acompañamiento docente como de trabajo independiente de los estudiantes, así como de trabajo práctico.<br>Evaluar la pertinencia de las líneas de profundización del programa según su preferencia entre los profesionales del área interesados en el programa y las expectativas de formación que han expresado los estudiantes de la Maestría, con el fin de brindar un plan de estudios que se ajuste más a dichas preferencias. | | | | |
| Duración | Inicio: | Julio 2021 | Fin: | Julio de 2022 | |
| Responsable | Coordinador del Programa | | | | |
| Recursos | De funcionamiento del Fondo Común | | | | |
| Actividades | Nombre de la actividad | % | Duración | | Responsable |
| | | | Inicio | Finalización | |
| | Actualizar el diagnóstico del estado y tendencias de la formación del área del programa a nivel nacional e internacional. | 5 | Mayo 2021 | Junio 2021 | Coordinador del Programa |
| | Sustentar la fundamentación teórica del programa describiendo el marco teórico en la que se fundamenta la propuesta curricular. | 5 | Mayo 2021 | Junio 2021 | Coordinador del Programa |
| | Plantear el perfil de egreso, el objeto del conocimiento y la estructura conceptual del saber, el plan de estudios y el programa de las asignaturas, entre otros elementos a tener en cuenta en la propuesta curricular. | 10 | Junio 2021 | Julio 2021 | Coordinador del Programa |
| | Definir el plan de transición. | 15 | Agosto 2021 | Noviembre 2021 | Coordinador del Programa |
| | Actualizar el PEP y elaborar el documento de recursos financieros del programa (estos últimos si son requeridos). | 20 | Agosto 2021 | Noviembre 2021 | Coordinador del Programa |
| | Presentar el PEP y el documento de recursos financieros del programa al Consejo de Escuela, de Programas y realizar ajustes según observaciones. | 5 | Noviembre 2021 | Noviembre 2021 | Director de Escuela |
| | Presentar el PEP y el documento de recursos financieros del programa al Consejo de Facultad para estudio y realizar ajustes según observaciones | 10 | Noviembre 2021 | Diciembre 2021 | Director de Escuela |

| **Proyecto 3** | **Reforma Curricular del Programa** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Entregar el proyecto educativo y el documento de recursos financieros del programa a Planeación para su revisión por las instancias pertinentes | 10 | Diciembre 2021 | Febrero 2022 | Director de Escuela | |
| | Realizar ajustes al PEP y al documento de recursos financieros del programa, y entregarlo a Planeación para estudio en el Consejo Académico | 10 | Marzo 2022 | Abril 2022 | Coordinador del Programa y Director de Escuela | |
| | Diligenciar y presentar a Vicerrectoría Académica el formulario con la reforma académica para su aprobación por parte del MEN y en caso de ser necesario realizar los ajustes correspondientes. | 10 | Mayo 2022 | Mayo 2022 | Director de Escuela- Coordinador del Programa | |
| Indicadores de seguimiento | Nombre del indicador | Fórmula | | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Acta del Consejo de Escuela en el que se aprueba el proyecto de reforma curricular. | N/A | | Anual | Número | 1 a noviembre de 2021 |
| | Comunicación de presentación de reforma curricular a planeación. | N/A | | Anual | Número | 1 a diciembre de 2021 |
| Indicadores de resultado | Nombre del indicador | Fórmula | | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta |
| | Documento de reforma curricular aprobado por el Consejo Académico. | N/A | | Anual | Número | 1 a abril de 2022 |

## 5.4 ÁREA DE MEJORA: INFRAESTRUCTURA FÍSICA

Esta área de mejora busca mejorar los espacios físicos disponibles y dotación de equipos del laboratorio de Procesos Ambientales, necesarios para llevar a cabo tanto docencia de tipo práctico, así como trabajo en laboratorio de los estudiantes de cara al desarrollo de su trabajo de aplicación.

Los proyectos y las acciones formulados para la intervención de esta área de mejora son:

Tabla 47. Plan de mejoramiento Proyecto 4

| **Proyecto 4** | **Proyecto de Inversión del laboratorio de Procesos Ambientales** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Objetivos | Formular un plan de inversión en equipos para dotar el laboratorio de procesos ambientales de manera gradual, a partir de los excedentes del programa, y los proyectos de investigación del grupo GPH. | | | | | |
| Duración | Inicio: | Enero 2022 | Fin: | Diciembre de 2022 | | |
| Responsable | Coordinador del Programa | | | | | |
| Recursos | Fondo Especial Maestría en Recursos Hídricos, y Fondo Vicerrectoría de Investigación y Extensión (proyectos de investigación del grupo GPH)) | | | | | |
| Actividades | Nombre de la actividad | % | Duración | | Responsable | |
| | | | Inicio | Finalización | | |
| | Identificar las necesidades de equipos de laboratorio y las adecuaciones físicas necesarias para su uso. | 20 | Enero 2022 | Marzo 2022 | Coordinador del Programa | |
| | Cotizar el costo de los equipos de laboratorio y de las adecuaciones físicas necesarias para el laboratorio. | 20 | Marzo 2022 | Mayo 2022 | Coordinador del Programa | |
| | Identificar las fuentes de financiación. | 15 | Junio 2022 | Julio 2022 | Coordinador del Programa | |
| | Establecer una priorización de inversión en equipos para el laboratorio de Procesos Ambientales. | 15 | Agosto 2022 | Septiembre 2022 | Coordinador del Programa | |
| | Definir el Plan de Inversión en equipos de laboratorio e infraestructura física. | 20 | Septiembre 2022 | Noviembre 2022 | Coordinador del Programa | |
| | Presentar el plan de inversión ante el Comité de posgrados y el Consejo de Escuela para su aprobación. | 10 | Noviembre 2022 | Diciembre 2022 | Coordinador del Programa | |
| Indicadores de seguimiento | Nombre del indicador | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta | |
| | Documento de necesidades de equipos y adecuaciones físicas | N/A | semestral | Número | 1 en la vigencia del proyecto | |
| | Documento de priorización de inversión en equipos | N/A | semestral | Número | 1 en la vigencia del proyecto | |
| Indicadores de resultado | Nombre del indicador | Fórmula | Frecuencia de medición | Unidad de medición | Meta | |
| | Plan de inversión presentado ante el Consejo de Escuela | N/A | semestral | Número | 1 en la vigencia del proyecto | |

# ANEXOS

# ANEXO A: FORMATOS DE ENCUESTA

## *ENCUESTA A ESTUDIANTES*

La Escuela de Ingeniería Civil, está interesada en conocer la opinión de los estudiantes del Programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con el propósito de identificar fortalezas y debilidades del programa para elaborar un plan de mejoramiento para el mismo, así como llevar a cabo la renovación del registro calificado.

Su participación es muy importante, pues con sus respuestas está contribuyendo a consolidar el programa. La información que se recopile será confidencial y no se divulgará por ningún medio.

En general, la encuesta está conformada por enunciados que usted debe evaluar de manera objetiva y responsable de 1 a 5, siendo 1 (uno) el mínimo y 5 (cinco) el máximo nivel, o marque Si o No según se requiera.

**Instrucciones**

La encuesta está conformada por dos tipos de enunciados: unos que usted responderá con SI o NO, y otros que debe evaluar de 0 a 5 teniendo en cuenta la siguiente escala:

| *Opciones* | *Descripción* |
|---|---|
| 5.0 | Se cumple plenamente |
| 4.0; 4.5 | Se cumple en alto grado |
| 3.0; 3.5 | Se cumple aceptablemente |
| 2.0; 2.5 | Se cumple en bajo grado |
| 0.0; 0.5; 1.0; 1.5 | No se cumple |
| NS/NR | No sabe/ No responde |

| **No.** | **Enunciado** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **NS/NR** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Conozco el proceso de admisión de los estudiantes al programa.(Si la respuesta es NO, continuar con el enunciado 5 ) | SI | | | NO | | |
| **2** | El programa admite estudiantes mediante la aplicación rigurosa de los criterios académicos establecidos para el proceso de admisión. (promedio ponderado, distinciones, experiencia laboral, nivel de inglés, prueba de conocimientos) | | | | | | |
| **3** | Los criterios académicos para la admisión tienen un nivel de exigencia acorde con lo esperado para el programa. | | | | | | |
| **4** | El proceso de admisión y sus resultados son de dominio público y pueden ser consultados por los interesados. | | | | | | |

| No. | Enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NS/NR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Las estrategias para evitar la deserción de los estudiantes (ej. seguimiento del programa, acompañamiento del director del trabajo de grado) han favorecido la permanencia en el programa. | | | | | | |
| 6 | El desarrollo de las asignaturas y la preparación de las mismas denotan la calidad de las competencias pedagógicas de los profesores del programa. | | | | | | |
| 7 | Las competencias pedagógicas de los profesores del programa facilitan la comprensión de los temas por parte de los estudiantes. | | | | | | |
| 8 | La formación, experiencia y calidad de los docentes permiten el óptimo desarrollo de las actividades del programa. | | | | | | |
| 9 | Las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas en el programa, han favorecido mi capacidad de indagación. | | | | | | |
| 10 | Las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas en el programa, han favorecido mi capacidad de pensamiento autónomo. | | | | | | |
| 11 | Las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas en el programa, han favorecido el desarrollo de competencias para la realización de actividades de investigación aplicada (análisis crítico de situaciones, planteamiento y solución de problemas, análisis de literatura científica, socialización de saberes adquiridos, análisis de casos y construcción de estados del arte y tendencias en un campo del conocimiento, otros). | | | | | | |
| 12 | La oferta académica del programa permite a los estudiantes cursar asignaturas de acuerdo con los intereses y las necesidades de formación. | | | | | | |
| 13 | En el programa existen estrategias orientadas a articular el trabajo de los grupos de investigación relacionados con el programa con el proceso de formación de los estudiantes. | | | | | | |
| 14 | En el programa se cuenta con estrategias para favorecer el trabajo inter y transdisciplinario en el proceso de formación de los estudiantes. | | | | | | |
| 15 | La vinculación de profesores o profesionales externos, ha favorecido el trabajo inter y transdisciplinario en el programa. | | | | | | |
| 16 | Las líneas de profundización del programa son relevantes para el desarrollo del país. | | | | | | |
| 17 | Los grupos de investigación asociados al programa son relevantes para el desarrollo del país. | | | | | | |
| 18 | Los servicios, programas y las actividades que favorecen el bienestar de los estudiantes son divulgados de manera adecuada y oportuna. | | | | | | |
| 19 | He participado en los programas institucionales y/o actividades que favorecen el bienestar de los estudiantes (promoción de la salud y prevención de enfermedades, presentaciones de los grupos artísticos y culturales de la UIS, actividades relacionadas con la cultura física y los deportes, entre otras). | SI | | | NO | | |

| No. | Enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NS/NR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **20** | Los programas institucionales y/o actividades que favorecen el bienestar de los estudiantes (promoción de la salud y prevención de enfermedades, presentaciones de los grupos artísticos y culturales de la UIS, actividades relacionadas con la cultura física y los deportes, entre otras) han contribuido a mantener mi salud física y mental. | | | | | | |
| **21** | Los recursos bibliográficos disponibles en la UIS contienen información específica para el desarrollo de las diferentes actividades académicas del programa. | | | | | | |
| **22** | Los recursos bibliográficos disponibles en la UIS se mantienen actualizados frente al avance del conocimiento en el área del programa. | | | | | | |
| **23** | Los recursos bibliográficos disponibles en la UIS son suficientes para atender las necesidades de los estudiantes del programa | | | | | | |
| **24** | El apoyo administrativo del programa favorece el desarrollo de las actividades del mismo. | | | | | | |
| **25** | El personal administrativo del programa realiza eficazmente los procedimientos que son de su competencia. | | | | | | |
| **26** | La coordinación de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental tiene una visión clara para el desarrollo y posicionamiento del programa. | | | | | | |
| **27** | La coordinación de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental orienta las actividades hacia el logro de los propósitos del programa. | | | | | | |

OBSERVACIONES QUE CONTRIBUYAN AL MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA:

*ENCUESTA A PROFESORES*

La Escuela de Ingeniería Civil, está interesada en conocer la opinión de los profesores del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con el propósito de identificar fortalezas y debilidades del programa para elaborar un plan de mejoramiento para el mismo, así como llevar a cabo la renovación del registro calificado.
Su participación es muy importante, pues con sus respuestas está contribuyendo a consolidar el programa. La información que se recopile será confidencial y no se divulgará por ningún medio.

En general, la encuesta está conformada por enunciados que usted debe evaluar de manera objetiva y responsable de 1 a 5, siendo 1 (uno) el mínimo y 5 (cinco) el máximo nivel, o marque Si o No según se requiera.

**Instrucciones**

La encuesta está conformada por dos tipos de enunciados: unos que usted responderá con SI o NO, y otros que debe evaluar de 0 a 5 teniendo en cuenta la siguiente escala:

| *Opciones* | *Descripción* |
|---|---|
| 5.0 | Se cumple plenamente |
| 4.0; 4.5 | Se cumple en alto grado |
| 3.0; 3.5 | Se cumple aceptablemente |
| 2.0; 2.5 | Se cumple en bajo grado |
| 0.0; 0.5; 1.0; 1.5 | No se cumple |
| NS/NR | No sabe/ No responde |

| **No.** | **Enunciado** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **NS/NR** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Conozco el proceso de admisión de los estudiantes al programa.(Si la respuesta es NO, continúe con el enunciado 6 ). | SI | | | NO | | |
| **2** | El programa admite estudiantes mediante la aplicación de los criterios académicos establecidos para el proceso de admisión. (promedio ponderado, distinciones, experiencia laboral, nivel de inglés, prueba de conocimientos). | | | | | | |
| **3** | Los criterios académicos para la admisión tienen un nivel de exigencia acorde con lo esperado para el programa. | | | | | | |
| **4** | El proceso de admisión y sus resultados son de dominio público y pueden ser consultados por los interesados. | | | | | | |
| **5** | Las estrategias para evitar la deserción de los estudiantes (ej. seguimiento del programa, acompañamiento del director del trabajo de grado) han favorecido la permanencia en el programa. | | | | | | |
| **6** | Las estrategias para lograr la graduación de los estudiantes (ej. cartas de seguimiento del programa, apoyo para cumplir requisito de competencia en lengua extranjera) han favorecido la permanencia y obtención del título. | | | | | | |
| **7** | Las estrategias para lograr la graduación de los estudiantes han favorecido el cumplimiento de los requisitos de grado en el tiempo establecido. | | | | | | |

| No. | Enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NS/NR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | En el programa y la institución se organizan cursos, seminarios o conferencias que faciliten la discusión de aspectos relacionados con:<br>•Cambios en la ciencia mundial.<br>•Aspectos relevantes del entorno social y económico del país o de la región. | SI | | | NO | | |
| 9 | He participado en cursos, seminarios o conferencias organizados por el programa o la Institución, que faciliten la discusión de aspectos relacionados con:<br>•Cambios en la ciencia mundial.<br>•Aspectos relevantes del entorno social y económico del país o de la región. | SI | | | NO | | |
| 10 | La oferta académica del programa permite a los estudiantes cursar asignaturas de acuerdo con los intereses y las necesidades de formación. | | | | | | |
| 11 | He participado en procesos de autoevaluación que tienen como propósito evaluar la calidad del programa. (Incluye el actual proceso de autoevaluación). | SI | | | NO | | |
| 12 | He participado en la elaboración de planes que tienen como propósito el mejoramiento de la calidad del programa. | SI | | | NO | | |
| 13 | En el programa existen estrategias orientadas a articular el trabajo de los grupos de investigación relacionados con el programa con el proceso de formación de los estudiantes. | | | | | | |
| 14 | En el programa se cuenta con estrategias para favorecer el trabajo inter y transdisciplinario en el proceso de formación de los estudiantes. | | | | | | |
| 15 | He aplicado estrategias para trabajo inter y transdisciplinario en las asignaturas o trabajo de grado a mi cargo. | SI | | | NO | | |
| 16 | Los trabajos de grado desarrollados en el programa son relevantes para el desarrollo del país. | | | | | | |
| 17 | Las líneas de profundización del programa son relevantes para el desarrollo del país. | | | | | | |
| 18 | Los grupos de investigación asociados al programa son relevantes para el desarrollo del país. | | | | | | |
| 19 | En el programa se cuenta con estrategias de seguimiento a los graduados. | SI | | | NO | | |
| 20 | Estas estrategias permiten disponer de una base de datos de los graduados. | | | | | | |
| 21 | Estas estrategias se caracterizan por ser permanentes y sistemáticas. | | | | | | |
| 22 | Las aulas de clase cuentan con una infraestructura adecuada. | | | | | | |
| 23 | Los laboratorios cuentan con una infraestructura adecuada. | | | | | | |
| 24 | La biblioteca cuenta con una infraestructura adecuada. | | | | | | |
| 25 | Las salas de informática cuentan con una infraestructura adecuada. | | | | | | |
| 26 | Las oficinas administrativas del programa cuentan con una infraestructura adecuada. | | | | | | |
| 27 | Las zonas deportivas, los pasillos, las cafeterías, los baños y los espacios libres cuentan con una infraestructura adecuada. | | | | | | |

| No. | Enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NS/NR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **28** | Los recursos bibliográficos disponibles en la UIS contienen información específica para el desarrollo de las diferentes actividades académicas del programa. | | | | | | |
| **29** | Los recursos bibliográficos disponibles en la UIS se mantienen actualizados frente al avance del conocimiento en el área del programa. | | | | | | |
| **30** | Los recursos bibliográficos disponibles en la UIS son suficientes para atender las necesidades de los estudiantes del programa | | | | | | |
| **31** | Los recursos informáticos y de comunicación cuentan con las características requeridas para desarrollar las actividades académicas del programa. | | | | | | |
| **32** | Los recursos informáticos y de comunicación disponibles para el programa se mantienen actualizados frente al avance tecnológico existente en el medio. | | | | | | |
| **33** | Los recursos informáticos y de comunicación disponibles para el programa son suficientes para atender las necesidades de los estudiantes. | | | | | | |
| **34** | El apoyo administrativo del programa favorece el desarrollo de las actividades del mismo. | | | | | | |
| **35** | El personal administrativo del programa realiza eficazmente los procedimientos que son de su competencia. | | | | | | |
| **36** | La dirección de la escuela y la coordinación de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental tienen una visión clara para el desarrollo y posicionamiento del programa. | | | | | | |
| **37** | La dirección de la escuela y la coordinación de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental orientan las actividades hacia el logro de los propósitos del programa. | | | | | | |
| **38** | La disponibilidad de recursos presupuestales del programa permite el desarrollo de los procesos académicos. | | | | | | |
| **39** | La disponibilidad de recursos presupuestales permite apoyar proyectos para el desarrollo del programa. | | | | | | |
| **40** | Los sistemas de información permiten realizar de manera eficaz los procesos académicos y administrativos. | | | | | | |
| **41** | La información disponible en los sistemas de información facilita la toma de decisiones en procesos académicos y administrativos. | | | | | | |
| **42** | La información de los sistemas de información se caracteriza por ser confiable. | | | | | | |

OBSERVACIONES QUE CONTRIBUYAN AL MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA:

*ENCUESTA A GRADUADOS*

La Escuela de Ingeniería Civil, está interesada en conocer la opinión de los graduados del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con el propósito de identificar fortalezas y debilidades del programa para elaborar un plan de mejoramiento para el mismo, así como llevar a cabo la renovación del registro calificado.
Su participación es muy importante, pues con sus respuestas está contribuyendo a consolidar el programa. La información que se recopile será confidencial y no se divulgará por ningún medio.

En general, la encuesta está conformada por enunciados que usted debe evaluar de manera objetiva y responsable de 1 a 5, siendo 1 (uno) el mínimo y 5 (cinco) el máximo nivel, o marque Si o No según se requiera.

**Instrucciones**

La encuesta está conformada por dos tipos de enunciados: unos que usted responderá con SI o NO, y otros que debe evaluar de 0 a 5 teniendo en cuenta la siguiente escala:

| *Opciones* | *Descripción* |
|---|---|
| 5.0 | Se cumple plenamente |
| 4.0; 4.5 | Se cumple en alto grado |
| 3.0; 3.5 | Se cumple aceptablemente |
| 2.0; 2.5 | Se cumple en bajo grado |
| 0.0; 0.5; 1.0; 1.5 | No se cumple |
| NS/NR | No sabe/ No responde |

| No. | Enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NS/NR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | He participado en procesos de autoevaluación que tienen como propósito evaluar la calidad del programa. Incluye el actual proceso de autoevaluación. | SI | | | NO | | |
| 2 | He participado en la elaboración de planes que tienen como propósito el mejoramiento de la calidad del programa. | SI | | | NO | | |
| 3 | El ser graduado de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental ha favorecido mis posibilidades laborales. | | | | | | |
| 4 | El ser graduado del programa ha favorecido mis posibilidades para desempeñarme en los campos de acción de este. | | | | | | |
| 5 | La calidad de la formación recibida en el programa me ha permitido alcanzar mis expectativas laborales. | | | | | | |
| 6 | La calidad de la formación recibida en el programa me ha permitido ser competitivo en mi vida laboral. | | | | | | |
| 7 | La formación académica recibida en el programa me ha permitido hacer aportes significativos en las organizaciones en las que laboro o he laborado. | | | | | | |

| No. | Enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NS/NR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | La formación académica recibida en el programa me ha permitido ascender dentro de las empresas en las que laboro o he laborado. | | | | | | |
| 9 | La formación académica recibida en el programa ha sido pertinente frente a los retos y requerimientos de los trabajos que desempeño o he desempeñado. | | | | | | |
| 10 | Ser graduado del programa me ha permitido el desempeño en cargos con una remuneración acorde con las funciones de los mismos. | SI | | | NO | | |
| 11 | Como resultado de mi trabajo de grado (proyecto o productos derivados) ¿recibí algún premio o reconocimiento por entidades distintas a la UIS? | SI | | | NO | | |
| 12 | Cuáles (tipo, entidad, año)? | | | | | | |
| 13 | Estoy estudiando o he realizado estudios después de haberme graduado del programa. | SI | | | NO | | |
| 14 | Cuál (programa, universidad)? | | | | | | |
| 15 | Ser graduado del programa favoreció mi desempeño en estudios posteriores. | | | | | | |
| 15 | ¿He realizado publicaciones o he obtenido productos derivados de mi trabajo de grado? (Producto empresarial, Consultorías e Informes técnicos finales, Trabajo de grado de maestría, Trabajo de pregrado) | SI | | | NO | | |
| 16 | Cuáles (referencia completa)? | | | | | | |

OBSERVACIONES QUE CONTRIBUYAN AL MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA:

**MAESTRÍA EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

(nombre actual)

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

(nombre propuesto)

# PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA

## RESUMEN EJECUTIVO




**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**
**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS**
**2022**

| REGISTRO HISTÓRICO DEL DOCUMENTO | | |
|---|---|---|
| **VERSIÓN** | **FECHA** | **DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO** |
| 01 | Diciembre 17 de 2021 | Documento Inicial |
| 02 | Agosto 16 de 2022 | Versión 2. Atendiendo los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos del 25 de enero de 2022. |

| **ELABORADO POR:** | **APROBADO POR:** |
|---|---|
| PhD. Isabel Cristina Domínguez Rivera<br>*Coordinadora Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental*<br>*Escuela de Ingeniería Civil*<br><br>PhD. Angélica Corzo Hernández<br>*Profesional de apoyo registros calificados*<br>*Escuela de Ingeniería Civil* | **Consejo de Escuela**<br>Acta 01 de 17 de enero de 2022<br><br>**Consejo de Facultad**<br>Acta 02 de 20 de enero de 2022 |

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
Universidad Industrial de Santander
Derechos reservados
Ciudad Universitaria, Carrera 27 Calle 9
PBX: 634 40 00 Ext. 2759 Telefax. 6320744
A.A. 678
Bucaramanga - Colombia
2022

## CONTENIDO

**Pág.**

**1 JUSTIFICACIÓN DE LA REFORMA ..... 5**

**2 IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA ..... 7**

2.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA ..... 7
2.2 TÍTULO QUE OTORGA ..... 7
2.3 CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA ..... 7
2.4 MODALIDAD ..... 7
2.5 LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA ..... 7
2.6 DURACIÓN DEL PROGRAMA ..... 7
2.7 JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA ..... 7
2.8 NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS ..... 7
2.9 PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN ..... 7
2.10 NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE ..... 7

**3 CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA ..... 8**

3.1 PERFIL DEL ASPIRANTE ..... 8
3.2 CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN ..... 8

**4 PROPUESTA CURRICULAR ..... 8**

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA ..... 8
4.2 CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA ..... 14
4.3 OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA ..... 17
4.4 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA ..... 17
4.5 COMPONENTE FORMATIVO ..... 18
4.6 COMPONENTE PEDAGÓGICO ..... 26
4.7 COMPONENTE DE INTERACCIÓN ..... 27
4.8 MECANISMOS DE EVALUACIÓN ..... 29

**5 ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO ..... 32**

5.1 CONTENIDOS CURRICULARES QUE EVIDENCIAN LA INTENCIONALIDAD ORGANIZACIONAL DE LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS Y DOCENTES ..... 32
5.2 ACTIVIDADES ACADÉMICAS, FORMA EN QUE SE RELACIONAN Y COMPLEMENTAN ENTRE SÍ, CRÉDITOS ACADÉMICOS Y HORAS DE INTERACCIÓN ESTUDIANTE-PROFESOR ..... 33
5.3 MECANISMOS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTES Y PROFESORES ..... 34
5.4 ESTRATEGIAS PARA SEGUIMIENTO AL AVANCE DEL ESTUDIANTE FACILITANDO SU PERMANENCIA, GRADUACIÓN OPORTUNA Y LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE ..... 34

**6 INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN ..... 35**

6.1 PROCESO FORMATIVO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN ..... 35
6.2 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ..... 35

**7 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO ..... 38**

7.1 CONVENIOS QUE FACILITAN LA RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL SECTOR EXTERNO ..... 39

**8 PROFESORES ..... 40**

8.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES ..... 40
8.2 PERFILES ..... 42
**9 MEDIOS EDUCATIVOS ..... 45**
**10 INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA ..... 47**
10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA ..... 47
**11 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA ..... 49**
**12 RECURSOS FINANCIEROS ..... 50**
**13 PLAN DE TRANSICIÓN ..... 50**

## LISTA DE TABLAS

**Pág.**

TABLA 1 PROGRAMAS DE MAESTRÍA AFINES AL PROGRAMA EN LA ZONA DE INFLUENCIA ---- 9
TABLA 2 PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE DE LA MAESTRÍA EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 18
TABLA 3 ACTIVIDADES ELECTIVAS VIGENTES DE LA MAESTRÍA EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 19
TABLA 4 PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 20
TABLA 5 ACTIVIDADES ELECTIVAS PROPUESTAS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL -- 21
TABLA 6 RELACIÓN RESULTADOS DE APRENDIZAJE VS PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 23
TABLA 7 AMBIENTES DE INTERACCIÓN SINCRÓNICA Y ASINCRÓNICA ESTUDIANTE-DOCENTE ---- 28
TABLA 8 ACTIVIDADES PARA INTERNACIONALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 29
TABLA 9 SEGUIMIENTO AL AVANCE DEL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE ---- 30
TABLA 10 TIEMPO DE INTERACCIÓN ESTUDIANTE-PROFESOR ---- 33
TABLA 11 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE SOPORTE DIRECTO AL PROGRAMA ---- 36
TABLA 12 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE APOYO AL PROGRAMA ---- 37
TABLA 13 DISTRIBUCIÓN DE APOYO DOCENTE EN LA MAESTRÍA ---- 40
TABLA 14 PROFESORES PLANTA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 42
TABLA 15 PROFESORES EXTERNOS MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 43
TABLA 16 RESUMEN DE INDICADORES BIBLIOGRÁFICOS DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ---- 45
TABLA 17 SOFTWARE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL ---- 46
TABLA 18 RESUMEN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA ---- 49
TABLA 19 PLAN DE TRANSICIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 51

## LISTA DE FIGURAS

**Pág.**

FIGURA 1. ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL SABER DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL 16
FIGURA 2. ESTRUCTURA CONCEPTUAL ESPECÍFICA DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL 17
FIGURA 3. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL ---- 33

# I JUSTIFICACIÓN DE LA REFORMA

La Universidad Industrial de Santander (UIS) basa su diario devenir en un proceso continuo de mejoramiento y autoevaluación con la convicción de continuar honrando la responsabilidad social que la identifica y de consolidar aún más la cultura de calidad en cumplimiento de las funciones sustantivas que le son inherentes, de manera que durante los últimos cuatro años llevó a cabo la actualización del Proyecto Institucional, el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030 y el Modelo pedagógico, en sintonía con los avances en educación, ciencia, tecnología, innovación, y políticas educativas nacionales.

La Escuela de Ingeniería Civil, enmarcada en este contexto institucional del mejoramiento continuo, llevó a cabo la reforma académica del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, aplicando lo establecido en la normativa nacional reglamentada mediante el Decreto No. 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), y la Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020 del MEN que establece los parámetros de autoevaluación, verificación y evaluación de las condiciones de calidad para la obtención, modificación y renovación del registro calificado, así como la Guía Transitoria del Consejo Académico para la Construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021, y los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos del 25 de enero de 2022.

Igualmente, en la reforma se tuvieron en cuenta los resultados de los procesos de evaluación realizados por la Escuela, especialmente el proceso de autoevaluación realizado en el año 2021 (cf. Anexo IX), que permitió evidenciar los siguientes aspectos a mejorar:

- Aumentar la tasa de graduación del programa, mediante la búsqueda de estrategias para su reducción.
- Evaluar la oferta y demanda de las líneas de profundización con miras a evitar la insatisfacción de estudiantes en el proceso de selección por consenso de las líneas a ofertar en la cohorte, de esta manera se puede reducir la expectativa que tengan respecto al número de líneas de profundización del programa.
- Aumentar el número de horas de las asignaturas, en especial aquellas que cuentan con componente práctico en laboratorio.

Para lo cual se plantearon los siguientes proyectos o acciones de mejora:

Acción 2: Intensificación del acompañamiento en el Trabajo de Aplicación.
Proyecto 2: Fortalecimiento de la competencia de comunicación escrita.
Proyecto 3: Reforma curricular del programa.

Las modificaciones realizadas a la Maestría dentro del proceso de reforma académica del programa se presentan a continuación:

- Modificación de la denominación del programa, especificando que la Maestría tiene un enfoque principalmente ingenieril, por lo cual se denominará en adelante como Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.
- Modificación de la jornada de ofrecimiento, teniendo en cuenta la nueva realidad educativa derivada del uso de TIC durante el periodo de pandemia por Covid-19, la cual no se subscribe solamente a los espacios físicos, sino que permite la interacción en línea entre estudiantes y profesores, de tal forma que las mediaciones en las horas de interacción con el profesor en todas las actividades académicas se desarrollarán una semana de manera física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

- Modificación del perfil del aspirante, excluyendo a los profesionales del área de la Ingeniería Mecánica, e inclusión de profesionales de Geología y Química, teniendo en cuenta su formación y los conocimientos previos necesarios para cursar la Maestría.
- Perfil de egreso. El Programa de Maestría redefinió las competencias y el perfil de egreso en coherencia con los cambios en el entorno analizados en esta justificación, la nueva reglamentación nacional del MEN y los lineamientos institucionales.
- Resultados de aprendizaje. Se definieron los resultados de aprendizaje del programa teniendo en cuenta la taxonomía de Bloom, de manera que se tenga claridad sobre lo que el estudiante sabrá, comprenderá, y será capaz de hacer como resultado integral de su proceso formativo.
- Estructura conceptual del saber. Delimitación de las líneas de profundización e investigación en el programa, acorde con la evaluación de pertinencia, teniendo en cuenta mega-tendencias; los ámbitos social, económico, cultural y político; el análisis de la situación de la oferta regional y local, las necesidades de la región, las pretensiones de los aspirantes, las tendencias de la educación, y los grupos de interés, en este último principalmente las expectativas de formación de los profesionales de la región (según encuesta realizada a base de datos de interesados, cf. Anexo VII).
- Fundamentación teórica. Reducción de las líneas de profundización e investigación en el programa, acorde con la evaluación de pertinencia, teniendo en cuenta mega-tendencias; los ámbitos social, económico, cultural y político; el análisis de la situación de la oferta regional y local, las necesidades de la región, las pretensiones de los aspirantes, las tendencias de la educación, y los grupos de interés, en este último principalmente las expectativas de formación de los profesionales de la región (según encuesta realizada a base de datos de interesados, cf. Anexo VII).
- Actualización del objeto de estudio y los propósitos del programa en coherencia con la modificación de la Estructura Conceptual del Saber, la Fundamentación Teórica, el Perfil de Egreso, y el Plan de estudios.
- Revisión del número de créditos de actividades académicas y sus correspondientes Tiempo de Acompañamiento Docente (HIP) y de Trabajo Independiente (HTI). Se revisaron y modificaron las actividades académicas Química ambiental, Procesos ambientales, Hidrología aplicada, Seminario de profundización II, Propuesta de Trabajo II, Trabajo de grado I y II, acorde con las necesidades de formación expresadas por los estudiantes y profesores del programa en los diversos procesos de autoevaluación del mismo, así como los lineamientos institucionales para el diseño y rediseño de los currículos emitidos durante el año 2022.
- Revisión y ajuste adecuadamente de HIP y HTI, en Gestión de Recursos Hídricos: aumentando en 10 HIP y 16 HTI; Sistemas de información geográfica: aumentando en 30 HTI.
- Se cambia la denominación de Propuesta de trabajo I por Seminario I para hacer más coherente el plan de estudio. Se cambia la denominación de Propuesta de trabajo de grado II, por Propuesta de trabajo de grado. El Seminario I pasa a ser Seminario II y el Seminario II pasa a ser Seminario III.
- Eliminación de la actividad académica Gestión de Proyectos, considerando liberar horas que pudieran ser asignadas a las actividades académicas del componente de ingeniería, dada la decisión de reforzar el enfoque ingenieril de la maestría y teniendo en cuenta que la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con una Especialización en Gerencia de Proyectos de construcción, donde las personas interesadas pueden ahondar en la formación en el área de gestión.
- Aumento del número de electivas a cursar por los estudiantes dentro del plan de estudios.
- Creación de la actividad académica Seminario de Profundización IV como estrategia para ayudar al estudiante en el avance de su trabajo de grado.
- Aumento del número de créditos académicos del programa, pasando de 50 a 52 créditos, acorde con las modificaciones que se mencionaron en las viñetas precedentes.
- Inclusión del espacio físico mediado por TIC y sincrónico como espacio de interacción del estudiante con el profesor en todas las actividades académicas. De esta forma, se realizará la mediación, una semana de manera física en el campus, y la siguiente utilizando TIC a través de las plataformas tecnológicas adquiridas por la Universidad en los últimos dos años para este fin.
- Mecanismos de evaluación. Se revisaron las estrategias de evaluación a nivel de microcurrículo, y se definió el sistema de evaluación global de logro de los resultados de aprendizaje, considerando en él dos momentos importantes a lo largo del plan de estudios.
- Actualización de los contenidos programáticos de las actividades académicas acorde con las competencias y los resultados de aprendizaje definidos para el programa.

# 2 IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

## 2.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

*Actual:* Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental
*Propuesto:* Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental
Nivel de formación: Maestría de Profundización

## 2.2 TÍTULO QUE OTORGA

*Actual:* Magíster en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental
*Propuesto*: Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

## 2.3 CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA

Campo amplio: 07 Ingeniería, industria y construcción
Campo específico: 071 Ingeniería y profesiones afines
Campo detallado:0712 Tecnología de protección del medio ambiente

## 2.4 MODALIDAD

Presencial.

## 2.5 LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA

Bucaramanga, Departamento de Santander.

## 2.6 DURACIÓN DEL PROGRAMA

Cuatro (4) semestres académicos.

## 2.7 JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA

*Actual:* Jornada presencial, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m.
*Propuesta:* Jornada presencial, una semana se tendrá la mediación de manera física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

## 2.8 NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS

*Actual:* 50 créditos académicos
*Propuesto:* 52 créditos académicos

## 2.9 PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN

Anual

## 2.10 NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE

El número de admitidos al programa de maestría es de máximo treinta (30) estudiantes por cohorte.

# 3 CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA

## 3.1 PERFIL DEL ASPIRANTE

El aspirante al programa debe ser un profesional en las áreas de ingenierías civil, ambiental, sanitaria, química, geológica, y afines, geología y química, interesado en la búsqueda de soluciones a problemáticas relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, que afectan la calidad de vida de las personas y el ambiente. Se requiere que el aspirante tenga conocimientos básicos de Cálculo, Álgebra Lineal, Física, Química y Estadística.

## 3.2 CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN

El proceso de admisión y selección de estudiantes a la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se realiza según lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado UIS[1].

# 4 PROPUESTA CURRICULAR

## 4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

La UIS, se ha destacado por ser un espacio de formación permanente de personas con competencias y desempeños apropiados para asumir los retos profesionales y participar de manera protagónica en el desarrollo científico, tecnológico, social y cultural del país[2]; y tal como lo plantea en el Plan de Desarrollo Institucional[3], continuará y fortalecerá la oferta de programas académicos en diversos niveles y modalidades, con pertinencia para la región y el país.

La Escuela de Ingeniería Civil, alineada con los planes institucionales, durante sus 58 años de existencia ha sido consciente de su papel en la construcción y desarrollo de la sociedad, por ello oferta programas académicos asociados a la Ingeniería Civil y el Medio Ambiente, a nivel de pregrado y posgrado, entre estos últimos desde el año 2017 cuenta con el programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (hasta 2021 denominada Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental), cuyo propósito principal es *Formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental cuenten con el conocimiento y las habilidades para resolver problemas relacionados con la evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en cantidad y calidad; el suministro de agua; la prevención y control de contaminación por vertimientos de aguas residuales; trabajando en escalas de análisis adecuadas, en equipos multidisciplinarios, y adaptándose a los cambios tecnológicos, bajo enfoques de sostenibilidad y la preservación de servicios ecosistémicos*.

El Programa se sustenta a partir del análisis y evaluación de las tendencias, expectativas y necesidades que el egresado estará llamado a afrontar para trascender en la búsqueda y solución de problemas. La justificación de la oferta de la Maestría está fundamentada en: i) el análisis de los cambios en la oferta local, regional, nacional o global de programas similares y su incidencia en el programa académico; ii) el análisis por periodos académicos de indicadores de programas similares de referencia y las acciones adoptadas por la institución frente a los mismo; iii) el análisis de los cambios en el contexto social, cultural, ambiental, tecnológico, económico y científico, y su incidencia en el programa académico.

### 4.1.1 ESTADO DE LA OFERTA DE FORMACIÓN DE POSGRADOS AFINES

#### 4.1.1.1 ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN LA OFERTA LOCAL, REGIONAL, NACIONAL, O GLOBAL DE PROGRAMAS SIMILARES Y SU INCIDENCIA EN EL PROGRAMA ACADÉMICO

En el entorno internacional se encuentran múltiples opciones para cursar una Maestría en el área de Recursos Hídricos y/o Saneamiento Ambiental, muestra de ello son los programas: Master of Water Resources Engineering de la KU

[1] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 075 de 2013.
[2] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 026 de 2018, pág. 22.
[3] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 047 de 2019.

Leuven en Bélgica, Master's Programme in Water Resources Engineering de la Lund University en Suecia, MEngSc Water, Waste & Environmental Engineering FT en la University College Dublin en Irlanda, Master of Engineering (Water Resources Management) en la University of South Australia en Austria, MSc in Water Resources Engineering de la Oregon State University en Estados Unidos, pertenecientes a universidades incluidas en el QS World Ranking[4] en el área de Ingeniería o Ciencias Ambientales.

A nivel nacional, según el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES[5], existen 36 programas activos de maestría, clasificados en el campo amplio de *Ingeniería, industria y construcción*, cuyo campo detallado está definido como *Tecnología de protección del medio ambiente*, y 29 programas en el campo amplio de Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística, y campos detallados en *Ciencias del medio ambiente, o Medio ambiente no clasificados en otra parte*, que tienen cierto grado de afinidad con la MIRHSA. Estos programas se concentran principalmente en Bogotá (19%), Antioquia (8%), Caldas (6%), y Valle del Cauca (6%). De los 65 programas activos, 19 de ellos se crearon en los últimos 5 años, incluyendo la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS.

Particularmente, en la zona de influencia de la Maestría, correspondiente a los departamentos de Atlántico, Cesar, Santander, Norte de Santander, Boyacá, y Meta, se ofertan 10 programas de *maestría de profundización* con alguna relación respecto a las temáticas abordadas en el plan de estudios del Programa (Tabla 1), 7 de ellos se desarrollan en modalidad presencial y 3 a distancia. Estos programas se cursan durante 4 semestres, excepto la Maestría en Gestión Ambiental de la Fundación Universitaria del Área Andina cuya duración es de 3 semestres. En cuanto al número de créditos académicos, estas maestrías oscilan entre 42 y 52 créditos. Respecto a los cambios en la oferta académica de programas similares en la zona de influencia, 3 se crearon en el año 2019, aumentando el abanico de posibilidades de formación en el campo de estudios ambiental, sin llegar a incidir en el Programa, ya que su enfoque es la gestión.

Tabla 1 Programas de maestría afines al programa en la zona de influencia

| Programa | Institución | Municipio | Año registro SNIES | Modalidad | Créditos | Duración (Semestres) | Periodicidad de Admisión |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maestría en Ingeniería Ambiental | Universidad del Norte | Barranquilla | 2008 | Presencial | 50 | 4 | Anual |
| Maestría en Gestión Ambiental Sostenible | Universidad de Los Llanos | Villavicencio | 2009 | Presencial | 52 | 4 | Anual |
| Maestría en Ingeniería Ambiental | Universidad Industrial de Santander | Bucaramanga | 2010 | Presencial | 50 | 4 | Semestral |
| Maestría en Ciencias y Tecnologías Ambientales | Universidad Santo Tomás | Bucaramanga | 2012 | Presencial | 44 | 4 | Semestral |
| Maestría en Sostenibilidad | Universidad Pontificia Bolivariana | Medellín | 2015 | Distancia* (virtual) | 44 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas | Universidad Santo Tomás | Bogotá | 2016 | Distancia* (tradicional) | 50 | 4 | Semestral |
| Maestría en Manejo Integral de Recursos Hídricos | Corporación Universidad de La Costa CUC | Barranquilla | 2017 | Presencial | 48 | 4 | Anual |
| Maestría en Manejo y Sostenibilidad Ambiental | Universidad Santo Tomás | Tunja | 2019 | Presencial | 48 | 4 | Semestral |
| Maestría en Gestión Ambiental | Fundación Universitaria del Área Andina | Valledupar | 2019 | Presencial | 45 | 3 | Semestral |
| Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible | Universidad Autónoma de Occidente | Cali | 2019 | Distancia* (virtual) | 42 | 4 | Semestral |

* Se incluyen estos programas virtuales porque pueden cursarse desde cualquier lugar de Colombia.

[4] QS World University Rankings 2022. Disponible en: https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2022

[5] Sistema Nacional de información de la Educación superior – Ministerio de Educación Nacional. Disponible en http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa

De los programas analizados, las Maestrías en *Manejo Integral de Recursos Hídricos de la Corporación Universidad de la Costa*, y en *Gestión de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Santo Tomás*, son las de mayor comparabilidad con la MIRHSA, debido a su enfoque en la cuenca como unidad de estudio, no obstante, su incidencia en el programa es baja debido a la robustez del enfoque en ingeniería de la Maestría en comparación con el plan de estudios de los dos programas mencionados.

### 4.1.2 MODALIDAD Y LUGAR DE DESARROLLO DEL PROGRAMA

Modalidad: Presencial.
Lugar de oferta: Bucaramanga.

Para la modalidad presencial, el ambiente académico se constituye en un espacio único para construcción del conocimiento, consolidación de competencias de interacción tales como el trabajo en equipo, el liderazgo, la comunicación, y por supuesto para llevar a cabo un proceso formativo con acompañamiento permanente, en el que se favorece la pronta retroalimentación. El programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS, reconociendo las necesidades que este nivel de formación requiere adopta la presencialidad como modalidad de formación. Es de aclarar que esta modalidad, ajustada a la nueva realidad derivada del uso de TIC durante el periodo de pandemia por Covid-19, no se subscribe solamente a los espacios físicos, sino que permite la interacción en línea entre estudiantes y profesores, de tal forma que las mediaciones en las horas de interacción con el profesor en todas las actividades académicas se desarrollará en forma presencial, una semana se tendrá la mediación de manera física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 p.m. y sábado de 7 a.m. a 1p.m., y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m.

Para dar cumplimiento a cabalidad con la ingente tarea académica, científica, y cultural que se realiza en la UIS, se cuenta con varias sedes a nivel regional; no obstante, la sede central en Bucaramanga congrega a la mayoría de docentes, investigadores, y grupos de investigación, así como la infraestructura física y medios educativos necesarios para llevar a cabo un adecuado proceso de formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, de tal forma, que se facilite a los estudiantes su acceso a dicho capital humano y recursos físicos. Por otra parte, la conectividad de Bucaramanga como capital del Departamento, facilita el desplazamiento y la estadía de estudiantes procedentes de las regiones circundantes, generando una opción de estudios en esta área de formación en el nororiente colombiano.

### 4.1.3 NECESIDADES DEL ENTORNO Y ARTICULACIÓN CON LA PROPUESTA CURRICULAR

#### 4.1.3.1 ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ENTORNO INTERNACIONAL

En el entorno internacional, el análisis de las dinámicas y necesidades de la sociedad en el ámbito de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, permiten identificar que los factores que crean presión incluyen: el crecimiento poblacional y urbanización; el acceso a agua, saneamiento e higiene; la contaminación; el cambio climático y riesgos; el deterioro de ecosistemas relacionados. En este contexto, la falta de cobertura universal de agua, saneamiento e higiene; la presión sobre la disponibilidad de agua debida a la creciente demanda de diferentes sectores, la contaminación ocasionada por efluentes domésticos e industriales no tratados; los desastres asociados a sequías e inundaciones, todo esto exacerbado por los cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático, son desafíos clave a nivel mundial que requieren una gestión del agua adecuada y eficiente[6]. En este sentido, las democracias del mundo se han planteado desde el 2015, trabajar alrededor de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos han sido concebidos para dar a conocer los diferentes aspectos de la sostenibilidad, destacando metas específicas que comprenden un plan de acción a través de una amplia una variedad de aspectos sociales, ambientales y tecnológicos, desde la reducción de la pobreza, la salud para todos, el desarrollo de infraestructura, educación, igualdad de género, energía y agua y saneamiento, al tiempo que buscan combatir el cambio climático y promover la protección ambiental[7].

[6] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[7] UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

En particular, el ODS 6 sobre agua potable y saneamiento, llamado "objetivo del agua", incluye seis metas que abarcan varios de los desafíos anteriormente nombrados: i) lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos; ii) lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad; iii) mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial; iv) aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua; v) implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles; y vi) proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos. Más allá del ODS 6, varios otros objetivos están estrechamente relacionados con el agua: Poner fin a la pobreza en todas sus formas (ODS1); Poner fin al hambre y lograr la seguridad alimentaria (ODS2); Garantizar una vida sana y bienestar para todos (ODS3); Garantizar una energía asequible, confiable, sostenible y moderna (ODS7); Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación (ODS 9); Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (ODS11); Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (ODS12); Combatir el cambio climático (ODS13); y Proteger y restaurar la biodiversidad, los bosques y detener la deforestación (ODS15)[8].

El imperativo de avanzar en la consecución de los ODS implica fortalecer la formación de profesionales, con conocimientos, habilidades y destrezas para[9]: Desarrollar infraestructura y tecnologías que mejoren el acceso a servicios básicos de abastecimiento de agua y saneamiento. Mejorar la gestión del agua. Lograr acceso a infraestructura hídrica por primera vez, o actualizar la infraestructura incorporando las últimas tecnologías, proporcionándoles "inteligencia" que permite una mejor operación y gestión. Usar herramientas de observación de la Tierra (EO) para ayudar a identificar tendencias en precipitación, evapotranspiración, capa de hielo, escorrentía, almacenamiento, niveles de agua subterránea. Aplicar modelos para la gestión de sistemas integrados de recursos hídricos, inundaciones y sequías, precipitación-escorrentía y recarga de acuíferos, previsiones de daños, resiliencia de la infraestructura y optimizaciones energéticas y económicas. Identificar, comprender, evaluar, pronosticar y gestionar los riesgos de desastres asociados al cambio climático. Preservar hábitats para mitigar los impactos de las actividades antrópicas que los amenazan, haciendo uso de tecnologías innovadoras que emplean datos geoespaciales, que pueden utilizar en la planificación del territorio, el diseño de infraestructura y la predicción de desastres naturales. Usar tecnologías avanzadas como el modelado de información de construcción (BIM) y modelado geoespacial integrado para la planificación urbana, el monitoreo de los impactos del cambio climático y la mitigación de los impactos de los desastres naturales. Implementar enfoques de ingeniería para la gestión integrada del recurso hídrico, el desarrollo y adaptación de infraestructura sostenible, la modelación hidrológica para propósitos de planeación y adaptación a los impactos del cambio climático. Liderar la gobernanza y la gestión eficientes del agua implementando los enfoques, principios y herramientas de la gestión integrada del recurso hídrico. Trabajar en equipos multidisciplinarios para beneficiarse de los avances en innovación tecnológica en áreas como microelectrónica, nanotecnología, química, biotecnología, adquisición de datos, observación de la tierra por satélite, modelización hidroambiental y teledetección. Cooperar con múltiples partes interesadas de otras disciplinas, formuladores de políticas, sociedad civil y sector privado para reforzar la gobernanza y mejorar la gestión del recurso hídrico. Incorporar avances en ingeniería química y análisis ambiental, como sistemas de amplio espectro y herramientas analíticas de alta precisión para detectar la presencia de cada vez más contaminantes en los recursos hídricos, detectar y evaluar cuantitativamente su presencia en el medio ambiente. Implementar nuevas tecnologías como soluciones para el tratamiento de contaminantes.

#### 4.1.3.2 ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ENTORNO NACIONAL

En el análisis de las dinámicas y necesidades a nivel nacional, se han identificado varios desafíos alrededor del recurso hídrico y el saneamiento ambiental, estos desafíos incluyen:

[8] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
[9] Ibíd.

- Crecimiento poblacional y urbanización: En los últimos 35 años la población de Colombia ha aumentado en un 65%, y se proyecta que a futuro ese crecimiento va a estar acompañado de un proceso acelerado de urbanización[10].
- Abastecimiento de agua: Aunque Colombia sea un país que de manera agregada no evidencie problemas de oferta hídrica, la presión generada por las grandes aglomeraciones y su localización puede cambiar dicha tendencia.
- Cobertura del servicio público domiciliario de acueducto: Colombia reportaba para 2017 97,4% en zona urbana, y 73,2% en zona rural[11]. Muchos sistemas de abastecimiento presentaban capacidades de operación superiores al caudal o capacidad de diseño, lo que implica mayores recursos de operación y fatiga sobre la infraestructura de potabilización, afectar la calidad del agua potable procesada y la continuidad del servicio a los usuarios[12].
- Recolección de aguas residuales: En Colombia la cobertura del servicio y cantidad de usuarios de alcantarillado es menor en comparación con los usuarios del servicio de acueducto. Muchos municipios del país o asentamientos no formales carecen de infraestructura, o conexión a la red de alcantarillado, vertiendo sus aguas residuales directamente a fuentes hídricas, suelos o soluciones alternas de disposición como letrinas o pozos sépticos[13].
- Tratamiento de aguas residuales: En Colombia se presenta contaminación por vertimientos, con deficiente tratamiento o sin él; también por vertimientos de las actividades productivas, en muchos casos, concentrada a lo largo de corredores industriales[14].
- Oferta hídrica: Colombia es uno de los países con mayor riqueza hídrica en el mundo, esta oferta se ve amenazada por procesos de degradación de las cuencas y disminución de la regulación hidrológica que hacen más prolongados los periodos de estiaje y mayores las crecientes, así como por la proliferación de ejecución de proyectos de infraestructura y de desarrollo económico (mineros, petroleros, agrícolas,) en zonas estratégicas para la conservación del recurso hídrico y la protección de cuencas[15].
- Demanda: La demanda de agua está concentrada en los grandes centros urbanos y de desarrollo industrial, donde típicamente la oferta hídrica es menos favorable, generando presiones sobre el recurso y problemas de disponibilidad, en especial, durante periodos con condiciones climáticas extremas, como las épocas secas y aquéllas con presencia del fenómeno cálido del Pacífico (El Niño). Así mismo, existe un gran número de usuarios sin derecho formal de acceso (concesión por parte de la autoridad ambiental), lo que dificulta la administración del recurso debido al desconocimiento de los volúmenes de agua captados, el uso dado al recurso y las cargas contaminantes vertidas resultantes[16].
- Cambio climático y riesgos: Las emisiones de Gases Efecto Invernadero de Colombia representan el 0,4% de las emisiones globales. No obstante, es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, lo que ha generado efectos negativos sobre la oferta del recurso hídrico en el país, especialmente se presentan con mayor frecuencia inundaciones o sequías que disminuyen la oferta del recurso hídrico. Adicionalmente, más del 80% de las cabeceras municipales se abastece de fuentes pequeñas (arroyos, quebradas, riachuelos) con bajas condiciones de regulación y alta vulnerabilidad[17].
- Gestión del recurso hídrico: En Colombia, el conocimiento y la información sobre el recurso hídrico es aún limitada para apoyar la toma de decisiones y la planificación; existe poco conocimiento acerca de los servicios ambientales relacionados con el agua que prestan los ecosistemas y el mismo recurso hídrico. El aspecto más crítico lo constituye el nivel de conocimiento sobre el potencial hidrogeológico del país. Aunque se ha avanzado en la formulación de planes para el manejo de cuencas hidrográficas, el nivel de implementación es insuficiente.

[10] Minvivienda. (2018). Plan Director de Agua y Saneamiento Básico - Visión Estratégica 2018-2030. Bogotá, DC.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda).
[11] Ibíd.
[12] Superservicios. (2019). Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá, DC.: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios).
[13] Ibíd.
[14] MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
[15] Ibíd.
[16] Ibíd.
[17] IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCILLERÍA. (2017). Tercera Comunicación Nacional De Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Cancillería de la República de Colombia.

Para enfrentar los retos relacionados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental en Colombia, la formación de los profesionales debería fortalecer conocimientos, habilidades y destrezas en las siguientes áreas: Abastecimiento de agua; Saneamiento; Fortalecimiento institucional y gobernanza; Innovación; Ecosistemas proveedores de servicios hidrológicos; Gestión del recurso hídrico; Cambio climático y riesgos.

#### 4.1.3.3 ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL ENTORNO REGIONAL Y LOCAL

En el entorno regional y local las dinámicas y necesidades asociadas con el recurso hídrico y el saneamiento ambiental pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Crecimiento poblacional y urbanización: Más del 80% de los habitantes del departamento de Santander están localizados en zonas urbanas. En particular se destacan los casos de municipios como Bucaramanga (99%), Floridablanca (96%), Girón (90%) y Barrancabermeja (90%) donde nueve de cada diez de sus habitantes se ubican en la zona urbana[18]. La densificación de los centros urbanos de manera desordenada unido al déficit habitacional y de vivienda en la región ha generado problemas de orden social, económico y ambiental[19].
- Demanda de agua: La demanda hídrica se encuentra concentrada en cuencas como la del Alto Lebrija, debido a la concentración de la población, por alojar los municipios de Girón, Floridablanca, Bucaramanga y Piedecuesta. En esta cuenca, la mayoría de los usuarios del recurso no cuenta con concesiones para acceder legalmente al agua que extraen[20].
- Abastecimiento de agua: El acceso a sistemas de abastecimiento de agua adecuados en el departamento de Santander está alrededor de 83%. No obstante, se presentan municipios con una privación de acceso de en promedio el 90% como en el caso de Málaga, Floridablanca y San Gil[21].
- Saneamiento: En cuanto acceso a saneamiento básico, el 72% de la población de Santander cuenta con servicios adecuados. No obstante, las áreas rurales tienen niveles de cobertura bajos[22].
- Deterioro de ecosistemas proveedores de servicios hidrológicos.
- Cambio climático y riesgos: En la región hay zonas bajo amenaza por fenómenos naturales de remoción en masa e inundaciones, exacerbados por el cambio climático. Así mismo, se han identificado varias dificultades asociadas a la gestión del riesgo.

Para enfrentar las problemáticas regionales y locales expuestas, en relación con el recurso hídrico y el saneamiento, se requiere la formación de profesionales con conocimientos, habilidades y destrezas en las siguiente dimensiones[23]: Abastecimiento de agua. Saneamiento. Ecosistemas relacionados con la provisión de servicios hidrológicos. Cambio climático y riesgos. Gestión del recurso hídrico.

El panorama anterior, tanto a nivel internacional, nacional, regional y local, muestra los cambios y evolución de una serie de problemáticas y necesidades durante los años de análisis, que requieren profesionales con formación especializada para brindar soluciones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, las cuales a su vez impactan los contextos social, económico, ambiental, tecnológico, entre otros, de manera que es totalmente pertinente y se justifica la continuidad de la oferta de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. El Programa es consciente de que para dotar al país con el talento humano que exige el entorno a tono con los constantes cambios que impactan a todos los sectores de la sociedad, es necesario mantener un currículo

[18] PNUD, & UIS. (2018). Línea Base: Objetivos de Desarrollo Sostenible: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander. Bucaramanga: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Universidad Industrial de Santander.

[19] Hernández, O., Muñoz, I., & Rizzo, A. (2014). Plan de Gestión Ambiental Regional. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

[20] Ibíd.

[21] PNUD, & UIS. (2018). Línea Base: Objetivos de Desarrollo Sostenible: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander. Bucaramanga: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Universidad Industrial de Santander.

[22] Ibíd.

[23] Hernández, O., Muñoz, I., & Rizzo, A. (2014). Plan de Gestión Ambiental Regional. Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

actualizado, y para ello, ha realizado procesos de evaluación y autoevaluación que han llevado a la reforma del plan de estudios, y la actualización del Proyecto Educativo del Programa.

### 4.1.4 FACTORES QUE CONSTITUYEN LOS RASGOS DISTINTIVOS DEL PROGRAMA

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la UIS se caracteriza y diferencia por:

- Fortalecer la formación de profesionales, interesados en temas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, proporcionándoles conocimientos, métodos y herramientas para la planeación, diseño e implementación de soluciones relacionadas con problemas del recurso hídrico y el saneamiento ambiental, considerando enfoques de sostenibilidad, gestión integrada del recurso hídrico, y servicios ecosistémicos.
- Permitir que el estudiante curse tres líneas de profundización que definan su perfil y enfoquen su conocimiento en áreas particulares.
- Robustez del enfoque en ingeniería en el plan de estudios, en comparación con enfoques predominantes en gestión en la oferta académica en el área de influencia.
- Incluir dentro del programa el estudio de la cuenca hidrográfica, eje articulador para las acciones, intervenciones y análisis relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
- Fortalecer el uso de herramientas tecnológicas y computacionales, y el manejo de software especializado para el análisis y formulación de alternativas de solución a los problemas relacionados con el recurso hídrico y saneamiento ambiental.
- Fomentar la capacidad de investigación aplicada y profundización en el campo de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con el propósito de contribuir al desarrollo de comunidades, entornos urbanos y rurales, así como Instituciones públicas, privadas y organizaciones de la sociedad civil.
- Proporcionar experiencias de aprendizaje diversas alrededor de marcos conceptuales, principios y herramientas para la solución de problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, complementando la formación técnica con una perspectiva de elementos clave de las dimensiones: social, económica, política e institucional.

### 4.1.5 JUSTIFICACIÓN DEL CAMPO O CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN EN LOS QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA

De acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación – Campos de la Educación y Formación Adaptada para Colombia (CINE-F 2013 A.C.) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la Universidad Industrial de Santander se clasifica en los siguientes campos:

Campo amplio: 07 Ingeniería, industria y construcción
Campo específico: 071 Ingeniería y profesiones afines
Campo detallado:0712 Tecnología de protección del medio ambiente

Para la asignación de la clasificación se tuvo en cuenta que "*el contenido temático principal determina el campo de educación y formación en el que se debe clasificar un programa. A efectos prácticos, el contenido temático principal de un programa se determina por el campo detallado en el que se cursa la mayor parte (más del 50%) o la parte claramente predominante de los créditos de aprendizaje o del tiempo de aprendizaje previsto para los alumnos. Los programas se clasifican en el campo detallado que contiene su temática principal*". Por lo anterior, y considerando que todas las actividades formativas del currículo propuesto en este proyecto educativo están organizadas para la formación específica en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental teniendo un enfoque ingenieril, se hace necesario continuar con la clasificación del campo detallado de 0712 Tecnología de protección del medio ambiente, y sus correspondientes campos específico y amplio.

## 4.2 CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA

La ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental se circunscribe en lo que se conoce como ingeniería de recursos hídricos o ingeniería del agua. Lotti (1980)[24] expresaba que la "Ingeniería del agua" es la disciplina que aborda "todo lo relacionado con el uso de los recursos hídricos", incluyendo el estudio del elemento agua, a través de la hidrología e hidráulica; la definición de los usos del agua (abastecimiento de agua para consumo humano, riego, uso

[24] Lotti, C. (1980). Water Engineering. Water International, 5(4), 18-27. doi:10.1080/02508068008685882

industrial, pecuario, pesca, navegación, generación de energía) y las estructuras necesarias para su aprovechamiento (sistemas de abastecimiento, plantas de depuración, embalses, hidroeléctricas, sistemas de riego); el análisis y control de fenómenos extremos como inundaciones y sequías; el mantenimiento de estándares de calidad del agua para diferentes usos. Además de lo anterior, la ingeniería del agua aborda la prevención y control de la contaminación asociada a las actividades humanas sobre los recursos hídricos, y más recientemente incluye aspectos socioeconómicos, ambientales, políticos, institucionales y la relación entre ellos, al adoptar el enfoque de Gestión Integrada del Recurso Hídrico[25]. Más recientemente, el cuerpo del conocimiento de la ingeniería de recursos hídricos de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), definió la ingeniería de recursos hídricos como la disciplina profesional para la administración y el uso sostenible del agua del mundo y los recursos relacionados, que desarrolla y aplica principios científicos y de ingeniería para planificar, diseñar, construir, administrar, operar y mantener la infraestructura y los programas asociados al agua[26].

En respuesta a los desafíos globales asociados al agua y el saneamiento, la historia, las tendencias y las necesidades de formación del campo, el programa propuesto se alinea con el compromiso de la sostenibilidad, teniendo en cuenta que los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental desempeñan un rol vital para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)[27], en particular el ODS6 "del Agua", y que con el progreso en este objetivo, se contribuye con la consecución de muchos de los otros ODS. La Maestría contribuye a la consecución del ODS 6 con las metas 6.1, 6.2 y 6.3, a través de la formación de profesionales en las líneas de profundización de abasto de agua y tratamiento de aguas residuales, al proveer conocimientos, habilidades y destrezas para diseñar, construir, administrar, operar y mantener tecnologías que mejoran el acceso a servicios básicos como agua limpia y saneamiento. Se abordarán para ello soluciones tradicionales, así como enfoques innovadores y nuevas tecnologías. Con las líneas de profundización de modelación de aguas superficiales y modelación de aguas subterráneas, se contribuye con el objetivo 6.4 de aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua. El programa cuenta con la actividad académica de Gestión del Recurso Hídrico, en la cual se ofrecen conocimientos, herramientas y habilidades para materializar este enfoque (meta 6.5 de los ODS), que aporta los elementos requeridos para implementar soluciones holísticas para el desarrollo y adaptación de infraestructura sostenible, considerando múltiples dimensiones, sectores y actores. En el programa, la fundamentación con conceptos básicos, se incorpora al definir en el perfil de ingreso, el tipo de profesionales que pueden ingresar a la maestría. Por el carácter interdisciplinario, las actividades académicas de fundamentación como Hidrología y Clima, Química Ambiental y Procesos Ambientales, son pensadas para la nivelación de saberes, teniendo en cuenta la formación de base variada de los estudiantes. El diseño de sistemas de ingeniería de recursos hídricos se atiende directamente con formación en las líneas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales, donde los estudiantes desarrollan conocimientos y habilidades en especialidades asociadas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua, plantas de potabilización y plantas de tratamiento de aguas residuales. En la actividad académica de hidrología y clima se estudiarán la variabilidad y el cambio climático, de tal manera que su conocimiento apoye la planificación y el diseño de infraestructura resiliente, así como de estrategias de adaptación en diferentes ámbitos. La evaluación de riesgos se aborda en el currículo con las líneas de modelación de aguas superficiales y modelación del agua subterránea.

En las diferentes actividades académicas se ofrecerán espacios de formación para incorporar a la planificación y diseño de infraestructura, la integración de nuevas tecnologías como herramientas TIC, Internet de las cosas (IoT), uso de sensores para infraestructura más inteligentes, seguras y sostenibles, y analítica de datos. Se propenderá por el apoyo en herramientas como el modelado geoespacial integrado para la planificación de infraestructura de agua. Para esto, además, se cuenta con la actividad académica de sistemas de información geográfica en el bloque de Fundamentación. Se transversalizarán los principios de economía circular donde las salidas y los productos pueden convertirse en entradas en otros procesos y productos, conservando así los recursos, para la gestión eficaz de los recursos hídricos, el reúso y aprovechamiento de subproductos derivados del tratamiento de aguas.

[25] GWP-TAC. (2000). Integrated Water Resource Management. Retrieved from Stockholm, Sweden.

[26] Ports, M. A., Zimbelman, D., Nanda, S., & Heaney, J. P. (2008). Water Resources Engineering (WRE) Body of Knowledge (BOOK). Retrieved from Virgina, USA.

[27] UN. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations (UN).

El diseño y ejecución de experimentos; el manejo de herramientas modernas; la formulación de problemas y análisis conceptual; la sostenibilidad; la comprensión de aspectos globales y contemporáneos; el trabajo en equipos multidisciplinarios; la comunicación efectiva y el aprendizaje permanente, son transversales a la formación de la maestría, y se abordan en las diferentes actividades académicas del programa, en los diferentes niveles. No obstante, en la actividad académica de Gestión del Recurso Hídrico el abordaje de estos aspectos se hará de manera explícita y directa dentro de los contenidos y las experiencias de aprendizaje.

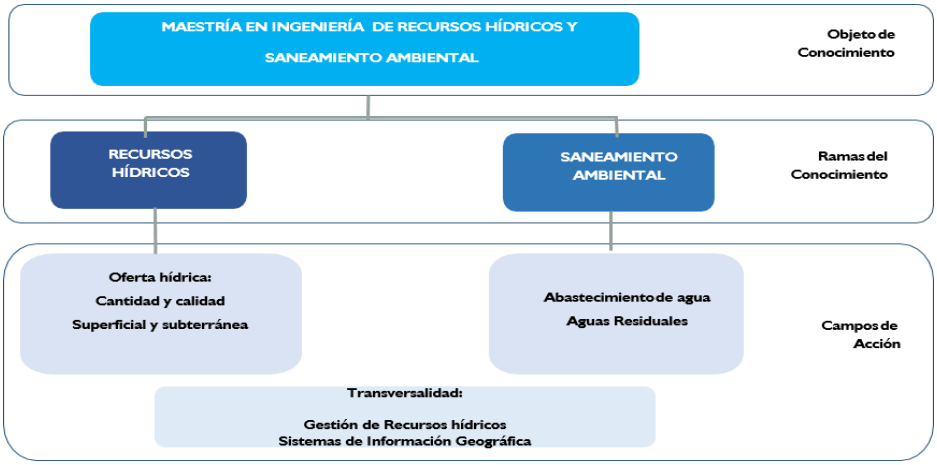
En la formación de los magísteres en ingeniería de recursos hídricos y saneamiento ambiental, incorporando criterios de sostenibilidad, los enfoques pedagógicos preferidos serán: i) el enfoque centrado en el estudiante, donde los alumnos serán considerados aprendices autónomos y se enfatizará en el desarrollo activo del conocimiento; y ii) el aprendizaje basado en problemas, donde se proveerá a los estudiantes espacios para aprender a analizar y resolver problemas, y ser capaces de trabajar colaborativamente en equipo. Se propenderá porque los problemas sean complejos, es decir, pobremente definidos, con soluciones abiertas, desarrollados a través de estrategias trabajo interdisciplinario, y que combinen el análisis de las dimensiones sociales, económicas y ambientales, junto con el conocimiento técnico[28].

Se promoverán experiencias de aprendizaje en las cuales los estudiantes desarrollen la habilidad para aprender y adaptarse a nuevas tecnologías emergentes, teniendo en cuenta que muchos de los conceptos básicos de la ingeniería siguen siendo los mismos, pero es necesario adquirir continuamente nuevos conocimientos y habilidades, y actualizar las habilidades existentes para integrar competencias individuales y de equipo.

### 4.2.1 ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL SABER

La estructura conceptual del saber de la Maestría se fundamenta en dos ramas del conocimiento: los recursos hídricos y saneamiento ambiental. Los campos de acción definidos dentro de la rama de recurso hídrico, son el análisis de la oferta y demanda de agua en cantidad y calidad, la modelación de la calidad del agua superficial y subterránea. En relación con el saneamiento ambiental, los estudios se enfocan en el abastecimiento de agua, y la prevención y control de la contaminación por las aguas residuales. La gestión de recursos hídricos y los sistemas de información geográfica son transversales a las dos ramas del conocimiento. La Figura 1 muestra la estructura conceptual del saber.

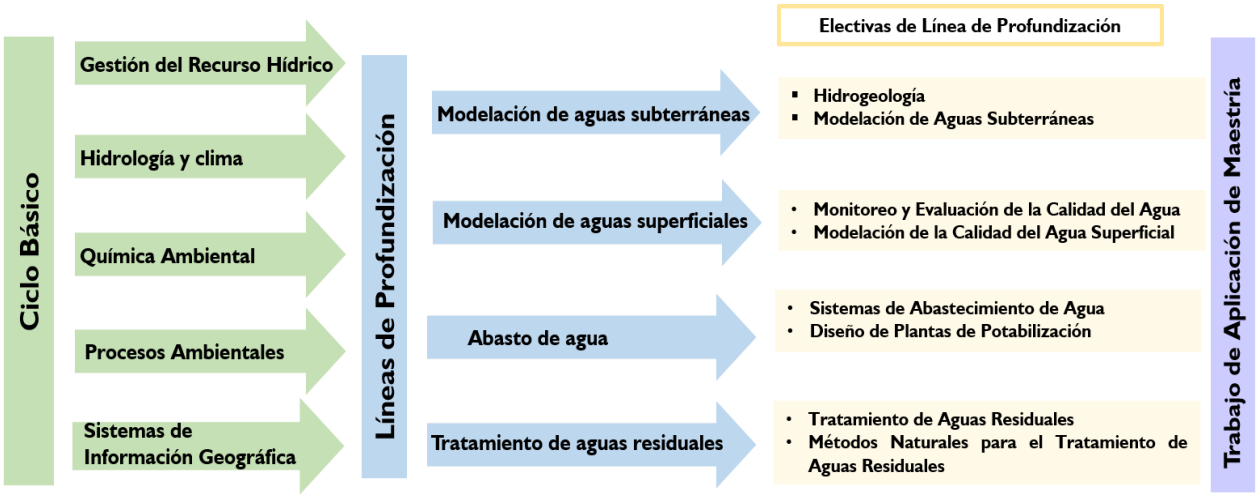
Figura 1. Estructura Conceptual del Saber de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental




De la fundamentación anterior se desprenden las componentes del plan de estudios y la ruta de aprendizaje, es decir: i) el ciclo básico, ii) las líneas de profundización, y iii) el trabajo de aplicación. La interacción de cada una de estas partes logra abordar los campos de acción definidos y la adquisición de las competencias necesarias para solucionar problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. La Figura 2 muestra la estructura conceptual específica del Programa.

[28] UNESCO. (2021). Engineering for sustainable development. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Figura 2. Estructura conceptual específica de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental




## 4.3 OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA

La Maestría estudia los recursos hídricos y el saneamiento ambiental fundamentado en la comprensión de los fenómenos hidrológicos y de los procesos ambientales a escalas de análisis adecuadas, y la aplicación de estos conceptos en la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua para consumo humano; y, la prevención y el control de la contaminación por vertimientos de aguas residuales, bajo enfoques de Sostenibilidad, Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Servicios Ecosistémicos.

## 4.4 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

### 4.4.1 PROPÓSITO GENERAL

Formar profesionales que con su desempeño en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental puedan contribuir con la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua; y, la prevención y el control de la contaminación por vertimientos de aguas residuales, bajo enfoques de Sostenibilidad, Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Servicios Ecosistémicos.

### 4.4.2 PROPÓSITOS ESPECÍFICOS

-Formar profesionales que participen en la planeación, formulación, gestión, ejecución y evaluación de proyectos relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental.
-Favorecer la aplicación de conocimientos, métodos, tecnologías y herramientas acordes al contexto, para la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad; el abastecimiento de agua para consumo humano, la prevención y control de vertimientos por aguas residuales.
-Promover el desarrollo de habilidades para la solución técnica de problemas relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental, sin dejar de lado consideraciones de las dimensiones sociales, económicas, normativas e institucionales.
-Desarrollar en los profesionales habilidades para el trabajo colaborativo en equipos interdisciplinarios, y para incorporar la participación de diversos actores en la búsqueda de soluciones a los problemas relacionados con los Recursos Hídricos y el Saneamiento Ambiental
-Fomentar el aprendizaje de forma continua y autónoma de teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.

## 4.5 COMPONENTE FORMATIVO

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental está diseñada con tres bloques de formación, acorde con el desarrollo o consolidación de competencias para el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa. Los bloques de formación corresponden a:

- **Bloque de Fundamentación:** En el que el estudiante adquiere los conceptos teóricos y prácticos fundamentales necesarios para abordar la ingeniería del recurso hídrico y el saneamiento ambiental. Está constituido por dieciocho (18) créditos.
- **Bloque de Profundización.** Donde el estudiante ahonda en temas disciplinares de su elección disponibles en las actividades académicas electivas; abarca un total de dieciocho (18) créditos.
- **Bloque Avanzado.** Conformado por las actividades académicas Seminario de profundización I, II, III y IV, Propuesta de Trabajo de Grado, y Trabajo de grado I y II, donde el estudiante aplica el conocimiento adquirido en su proceso formativo para el desarrollo de su trabajo de aplicación; engloba un total de dieciséis (16) créditos.

Adicionalmente, el Programa promueve la formación integral en dos niveles. En un nivel, articulado a las actividades académicas Gestión Integrada del Recurso Hídrico y Sistemas de Información Geográfica, incluidas en el bloque de fundamentación, donde se busca complementar la formación técnica de los estudiantes, proporcionándoles una perspectiva de elementos clave para contribuir con soluciones a los problemas del recurso hídrico, desde las dimensiones: social, económica, política e institucional. En el otro nivel, integrado al macrocurrículo institucional, de manera que los estudiantes tienen a su disposición otros ambientes y experiencias de aprendizaje, tales como actividades culturales, deportivas y artísticas, cátedras magistrales, programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas, organizadas por las diferentes dependencias de la Universidad, promoviendo el desarrollo armónico de los maestrandos en todas sus dimensiones. Estas actividades no están incluidas explícitamente en el plan de estudios y por lo tanto no tienen asignación de créditos académicos, no obstante, son divulgadas constantemente a través de los medios de comunicación institucionales y del programa de manera que los estudiantes tengan conocimiento y puedan participar en ellas.

### 4.5.1 PLAN DE ESTUDIOS

#### 4.5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN VIGENTE

El Plan de estudios actual se presenta en las Tablas 2 y 3, conformado por cuatro semestres académicos, 50 créditos, 590 HIP y 1770 HTI, así:

Tabla 2 Plan de estudios vigente de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisitos | Evaluación | Obligatoria o electiva | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 28469 | Química ambiental | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28470 | Procesos ambientales | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28471 | Gestión de recursos hídricos | 30 | | 90 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28472 | Hidrología aplicada | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28473 | Propuesta de trabajo I | 10 | | 30 | 1 | | -Cualitativa- | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | **TOTAL, NIVEL I** | **160** | | **480** | **13** | | | | |
| II | | Electiva I | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva II | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | 28474 | Sistemas de Información Geográfica | 30 | | 90 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28475 | Seminario de profundización I | 20 | | 60 | 2 | 28473 | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28476 | Propuesta de trabajo II | 30 | | 90 | 3 | 28473 | -Cualitativa- | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | **TOTAL, NIVEL II** | **160** | | **480** | **14** | | | | |
| III | | Electiva III | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva IV | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | 28477 | Seminario de profundización II | 32 | | 96 | 3 | 28475 | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28478 | Trabajo de grado I | 48 | | 144 | 4 | 28476 | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | **TOTAL, NIVEL III** | **160** | | **480** | **13** | | | | |
| IV | 28479 | Gestión de proyectos | 30 | | 90 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | 28480 | Trabajo de grado II | 80 | | 240 | 7 | 28478 | -Cualitativa- | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TOTAL, NIVEL IV** | **110** | | **330** | **10** | | | | |
| **TOTAL, PROGRAMA** | **590** | | **1770** | **50** | | | | |

Tabla 3 Actividades electivas vigentes de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Código | Actividad Académica | Horas /periodo HIP | | HTI | Créditos | Requisito | Tipo de evaluación | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Teóricas | Prácticas | | | | | |
| 28482 | Manejo de Inundaciones | 40 | | 120 | 3 | 28472 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28483 | Hidrogeología | 40 | | 120 | 3 | 28472 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28484 | Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua | 40 | | 120 | 3 | 28469<br>28470<br>28472 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28485 | Gestión de Residuos Sólidos | 40 | | 120 | 3 | 28469<br>28470 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28481 | Tratamiento de aguas residuales | 40 | | 120 | 3 | 28469<br>28470 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28486 | Sistemas de abastecimiento de agua | 40 | | 120 | 3 | | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28492 | Modelación de la calidad del agua superficial | 40 | | 120 | 3 | 28484 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28487 | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 40 | | 120 | 3 | 28481 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28488 | Drenaje urbano | 40 | | 120 | 3 | 28482 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28489 | Modelación de aguas subterráneas | 40 | | 120 | 3 | 28483 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28490 | Diseño de sistemas de tratamiento y disposición final de residuos | 40 | | 120 | 3 | 28485 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| 28491 | Diseño de plantas de potabilización | 40 | | 120 | 3 | 28486<br>28469 | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |

#### 4.5.1.2 REFORMA REALIZADA AL PLAN DE ESTUDIOS

Las modificaciones realizadas al plan de estudios de la Maestría corresponden a:

-Revisión del número de créditos de actividades académicas y sus correspondientes Horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor (HIP) y de Horas de trabajo independiente del estudiante (HTI). Se revisaron y modificaron las actividades académicas para adecuar los tiempos apropiadamente, de manera que se desarrollen o consoliden las competencias propuestas en cada una de ellas, contribuyendo al logro de los resultados de aprendizaje propuestos:

- ▪Química ambiental: se aumentó en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos.
- ▪Procesos ambientales: se aumentó en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos.
- ▪Hidrología aplicada: se modificó su denominación, alcance y contenido, aumentando en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos. Así mismo, cambio del nivel 1 al 2.
- ▪Cambio de nombre de Seminario de profundización II a Seminario de profundización III. Además, se redujo en 12 horas HIP y 36 HTI, disminuyendo el número de créditos de 3 a 2.
- ▪Cambio de nombre de Propuesta de trabajo II a Propuesta de Trabajo de Grado. Además, se redujo en 14 HIP y 34 HTI, disminuyendo de 3 a 2 créditos.
- ▪Trabajo de grado I: se redujo en 32 horas HIP y 88 HTI, acotándose el número de créditos de 4 a 2.
- ▪Trabajo de grado II: se redujo en 48 horas HIP y 96 HTI, reduciéndose el número de créditos de 7 a 4.

-Cambio de denominación de Propuesta de trabajo de grado I a Seminario de profundización I.

-Cambio de nombre de Seminario de profundización I a Seminario de profundización II

-Creación de la actividad académica Seminario de Profundización IV como estrategia para ayudar al estudiante en el avance y finalización de su trabajo de grado. Los créditos de esta actividad académica fueron cubiertos con los créditos reducidos de las actividades académicas Seminario de profundización II y Trabajo de grado I.

-Revisión y ajuste adecuadamente de HIP y HTI, en Gestión de Recursos Hídricos: aumentando en 10 HIP y 16 HTI; Sistemas de información geográfica: aumentando en 30 HTI.

-Aumento del número de electivas a cursar por los estudiantes dentro del plan de estudios, creándose las Electivas V y VI, con el fin de fortalecer la formación integral de los estudiantes y el desarrollo de competencias.

-Eliminación de la actividad académica Gestión de Proyectos: con el objeto de liberar horas que pudieran ser asignadas a las actividades académicas del componente de ingeniería, tanto en el bloque de fundamentación como en electivas, dada la decisión de fortalecer la formación y desarrollo de competencias reforzando el enfoque ingenieril, teniendo en

cuenta además que la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con una especialización en Gerencia de proyectos de construcción, donde las personas interesadas pueden ahondar en la formación en el área de gestión.
-Aumento del número de créditos académicos del programa, pasando de 50 a 52 créditos, acorde con las modificaciones que se mencionaron en las viñetas precedentes.

Adicionalmente, todos los contenidos programáticos de las actividades académicas del plan de estudios se actualizaron, revisando las HIP para establecer las horas teóricas y prácticas, los propósitos, competencias, contenido, estrategias de enseñanza y aprendizaje, indicadores de logro de aprendizaje, estrategias de evaluación y bibliografía, de manera que se garantice la articulación del currículo para el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa.

#### 4.5.1.3 PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO

Para el diseño del plan de estudios del programa de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se siguieron los lineamientos establecidos en el Título V, Capítulo III del Reglamento General de Posgrados (Acuerdo No. 075 de 2013 del Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander), parágrafo 2. "*El plan de estudios para programas de maestría tendrá de cincuenta (50) a sesenta (60) créditos académicos".* En el caso de la Maestría se cuenta con cincuenta y dos (52) créditos académicos.

La dedicación del estudiante de la maestría se expresa en créditos académicos, que corresponden a la unidad que mide el tiempo estimado de actividad académica del estudiante. El crédito académico equivale a cuarenta y ocho (48) horas[29] totales de trabajo del estudiante, incluidas las horas académicas con acompañamiento docente y las horas que el estudiante empleará en actividades autónomas de formación e investigación para alcanzar las metas de aprendizaje propuestas en un período semestral de 16 semanas. Según el Reglamento General de Posgrados[30] "u*na hora de trabajo directo con el docente (HIP) supone hasta tres (3) horas de trabajo independiente (HTI) del estudiante de maestría de profundización",* cuya definición se deja a criterio de la Unidad Académica a la cual está adscrito el programa. Adicionalmente, los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos, señala que las actividades académicas Trabajo de grado I y II, otras opciones de grado de programas de especialización o maestrías de profundización pueden manejar una relación de hasta 1:20. Teniendo en cuenta lo anterior, y las necesidades de formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, la relación HIP/HTI es de 1:3 para las actividades académicas tipo cátedras, electivas, y seminarios; para Propuesta de Trabajo de Grado y Trabajo de Grado I y II se consideró una relación aproximada HIP/HTI de 1:4, teniendo en cuenta que, para estas actividades, una hora de atención docente requiere más horas de trabajo independiente por parte del estudiante. Esta relación, además de estar considerada en los lineamientos institucionales, se propone a partir del conocimiento resultado de la realización de dos cohortes del programa, donde se ha evidenciado que, para la formulación de la propuesta de trabajo de grado y el trabajo de grado, esta relación dimensiona de manera adecuada la relación entre tiempo atención docente y trabajo independiente. Las Tablas 4 y 5 muestran el plan de estudios y las actividades electivas propuestos para la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. El plan de estudios se encuentra conformado por 52 créditos, y un total de horas tipo HIP y HTI de 604 y 1892, respectivamente.

Tabla 4 Plan de estudios Propuesto Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisitos | Evaluación | Obligatoria o electiva | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | Química Ambiental | 38 | 12 | 150 | 4 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Procesos Ambientales | 38 | 12 | 150 | 4 | Química Ambiental | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Gestión de Recursos Hídricos | 30 | 10 | 106 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización I | 10 | 10 | 60 | 2 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL I** | | | **116** | **44** | **466** | **13** | | | | |
| II | | Hidrología y clima | 38 | 12 | 150 | 4 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Sistemas de Información Geográfica | 22 | 8 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |

[29] Ministerio de Educación Nacional. Decreto 1330 de 2019, Sección 4, Art. 2.5.3.2.4.1.
[30] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Art 96.

| Nivel | Código | Actividad académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisitos | Evaluación | Obligatoria o electiva | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Electiva I | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización II | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de Profundización I | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | | 56 | 2 | Seminario de Profundización I | Cualitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL II** | | | **116** | **40** | **506** | **14** | | | | |
| III | | Electiva II | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva III | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva IV | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización III | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de Profundización II | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Trabajo de Grado I | 16 | | 56 | 2 | Propuesta de Trabajo de Grado | Cualitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL III** | | | **116** | **40** | **476** | **13** | | | | |
| IV | | Electiva V | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Electiva VI | 30 | 10 | 120 | 3 | | Cuantitativa | Electiva | Esc. de Ing. Civil |
| | | Seminario de Profundización IV | 10 | 10 | 60 | 2 | Seminario de Profundización III | Cuantitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| | | Trabajo de Grado II | 32 | | 144 | 4 | Trabajo de Grado I | Cualitativa | Obligatoria | Esc. de Ing. Civil |
| **TOTAL, NIVEL IV** | | | **102** | **30** | **444** | **12** | | | | |
| **TOTAL, PROGRAMA** | | | **450** | **154** | **1892** | **52** | | | | |

Tabla 5 Actividades Electivas Propuestas de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Códi | Actividad Académica | Horas /Periodo HIP T | HIP P | HTI | Créditos | Requisito | Tipo de evaluación | UAA a cargo de la actividad académica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tratamiento de aguas residuales | 30 | 10 | 120 | 3 | Procesos ambientales | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 30 | 10 | 120 | 3 | Tratamiento de aguas residuales | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Hidrogeología | 30 | 10 | 120 | 3 | Hidrología y clima | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Modelación de aguas subterráneas | 30 | 10 | 120 | 3 | Hidrogeología | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Sistemas de abastecimiento de agua | 30 | 10 | 120 | 3 | - | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Diseño de plantas de potabilización | 30 | 10 | 120 | 3 | Química ambiental Sistemas de abastecimiento de agua | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | 30 | 10 | 120 | 3 | Procesos ambientales Hidrología y clima | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |
| | Modelación de la calidad del agua superficial | 30 | 10 | 120 | 3 | Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | Cuantitativa | Esc. de Ing. Civil |

#### 4.5.1.4 TRAYECTORÍAS POSIBLES DE LOS ESTUDIANTES EN SU PROCESO FORMATIVO

Todos los estudiantes de la Maestría, deben seguir el plan de estudios que se presentó en los numerales precedentes, el cual varia según las actividades académicas electivas y la temática del trabajo de aplicación seleccionados por cada estudiante. Respecto a las actividades académicas electivas que ofrecerá el programa, estas se ofertarán según consenso con los estudiantes; para ello, al iniciar cada cohorte, se consultará a los estudiantes sobre sus intereses de formación avanzada con el fin de que seleccionen en conjunto 3 líneas de profundización y sus respectivas electivas, de entre las 4 líneas que contempla el programa. En cuanto al trabajo de aplicación, el estudiante tiene la libertad de seleccionar la temática de su interés para desarrollar su trabajo de grado de entre los campos de formación y profundización definidos en la Maestría. Los temas para trabajo de grado son propuestos por los mismos estudiantes, relacionados con sus trabajos, sus intereses, o las áreas de profundización de su preferencia, y el programa les asigna un supervisor que sea afín a esas áreas. Si el estudiante no tiene un interés específico, se le presentan temas relacionados con la investigación que se realiza en Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento

Ambiental. Como resultado de la implementación de las trayectorias que estaban vigentes en el plan de estudios durante la vigencia del registro calificado, los estudiantes seleccionaron y definieron su trabajo de grado en las líneas de: Modelación de aguas superficiales (4 estudiantes). Manejo de inundaciones (4 estudiantes). Abastecimiento de agua (2 estudiantes). Modelación de aguas subterráneas (2 estudiantes). Tratamiento de aguas residuales (4 estudiantes). Modelación de calidad del aire (1 estudiante).

#### 4.5.1.5 REQUISITOS Y CONDICIONES PARA QUE EL ESTUDIANTE PUEDA CUMPLIR CON EL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

Según lo establecido en el Reglamento General de Posgrados[31], adicionalmente a la aprobación de los créditos académicos del plan de estudios del programa, para optar a un título de maestría, el estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos:

a) Tener un promedio acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50).
b) Haber recibido nota "aprobado" en el trabajo de grado.
b) Cancelar los derechos de grado exigidos por la Universidad Industrial de Santander y encontrarse a paz y salvo por todo concepto.
c) Presentar certificación u homologación, por parte del Instituto de lenguas UIS, de un nivel de lengua extranjera, según prueba estandarizada, equivalente o superior al nivel A1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas.

El programa no ha establecido requisitos adicionales de graduación a los establecidos en el reglamento general de posgrados.

### 4.5.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

#### 4.5.2.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA

Al terminar con éxito el programa académico, el Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental de la Universidad Industrial de Santander estará en capacidad de:

- Abordar proyectos en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental desde diferentes perspectivas y contextos, considerando diversas metodologías y herramientas de tipo numérico y/o experimental.
- Diseñar planes para la cuantificación, el monitoreo, la evaluación y la restauración de recursos hídricos superficiales y/o subterráneos.
- Diseñar sistemas de tratamiento físico, químico, biológico, para el abastecimiento de agua y/o la prevención y control de la contaminación por aguas residuales, considerando restricciones realistas y el impacto que generan en los contextos social, económico, y ambiental.
- Proponer medidas para la protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.
- Proponer, con rigor científico, la solución a un problema de su interés, a través de un enfoque inter o multidisciplinario de las ciencias relacionadas con el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.

#### 4.5.2.2 ARTICULACIÓN DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PROGRAMA CON EL PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

En el diseño de la propuesta curricular del programa, a partir de los resultados de aprendizaje esperados, desde una perspectiva constructivista y un proceso formativo centrado en el estudiante y el aprendizaje, se consideró que el plan de estudios se formulara teniendo en cuenta el desarrollo de las competencias que le permitan al egresado demostrar que cuenta con los conocimientos, las destrezas y las actitudes requeridas para un desempeño pertinente como Magíster en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental y lograr dichos resultados de aprendizaje. En consecuencia, se cuenta con una serie de macrocompetencias plasmadas en el perfil de egreso, que serán desarrolladas mediante las diversas actividades académicas a través de microcompetencias, articuladas con los resultados de aprendizaje, tal como se muestra en la Tabla 6.

[31] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 075 de 2013. Reglamento General de Posgrado. Artículo 114.

Tabla 6 Relación Resultados de Aprendizaje vs Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| Abordar proyectos en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental desde diferentes perspectivas y contextos, considerando diversas metodologías y herramientas de tipo numérico y/o experimental. | •Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | • Sistemas de Información Geográfica<br>• Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales<br>• Modelación de aguas subterráneas<br>• Diseño de plantas de potabilización<br>• Modelación de la calidad del agua superficial | • Gestión de recursos hídricos<br>• Tratamiento de aguas residuales<br>• Sistemas de abastecimiento de agua |
| | •Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | •Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | •Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos. | | |
| | •Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | •Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social. | | |
| | •Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |
| Diseñar planes para la cuantificación, el monitoreo, la evaluación y la restauración de recursos hídricos superficiales y/o subterráneos. | •Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | • Química ambiental<br>• Procesos ambientales<br>• Sistemas de Información Geográfica<br>• Modelación de aguas subterráneas<br>• Modelación de la calidad del agua superficial | • Hidrología y clima<br>• Hidrogeología<br>• Monitoreo y evaluación de la calidad del agua |
| | •Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | •Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | •Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua. | | |
| | •Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |
| Diseñar sistemas de tratamiento físico, químico, | •Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la | • Química Ambiental | • Procesos Ambientales |

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| biológico, para el abastecimiento de agua y/o la prevención y control de la contaminación por aguas residuales, considerando restricciones realistas y el impacto que generan en los contextos social, económico, y ambiental. | solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua.<br>•Aplica procesos y metodologías de diseño de tecnologías para potabilización de agua o depuración de aguas residuales.<br>•Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | • Gestión de Recursos Hídricos<br>• Hidrología y clima<br>• Tratamiento de Aguas Residuales<br>• Sistemas de abastecimiento de agua | • Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales<br>• Diseño de plantas de potabilización |
| Proponer medidas para la protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. | •Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.<br>•Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | • Procesos Ambientales<br>• Seminario de profundización I<br>• Hidrología y clima<br>• Tratamiento de Aguas Residuales<br>• Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales<br>• Hidrogeología<br>• Monitoreo y evaluación de la calidad del agua | • Sistemas de información geográfica<br>• Modelación de aguas subterráneas<br>• Modelación de la calidad del agua superficial |
| Proponer, con rigor científico, la solución a un problema de su interés, a través de un enfoque inter o multidisciplinario de las ciencias relacionadas con el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental. | •Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Analiza los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales que se presentan en sistemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.<br>•Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.<br>•Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión | • Seminario de profundización I<br>• Seminario de profundización II<br>• Seminario de profundización III<br>• Seminario de profundización IV<br>• Trabajo de grado I | • Gestión de Recursos Hídricos<br>• Propuesta de Trabajo de grado<br>• Trabajo de grado II |

| Resultados de Aprendizaje del Programa | Competencias durante el proceso formativo | Actividad Académica para desarrollo de las competencias | Punto de Medición del Resultado de Aprendizaje |
|---|---|---|---|
| | de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. | | |
| | •Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social. | | |
| | •Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias. | | |

### 4.5.3 PERFIL DE EGRESO

#### 4.5.3.1 PERFIL DE EGRESO ACTUALIZADO A LA DINÁMICA DE LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO DEL PROGRAMA ACADÉMICO

El graduado del Programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental UIS es un Magíster integral, con alto nivel de formación y capacidad técnica avanzada para solucionar problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, a partir de análisis rigurosos y críticos de los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales, utilizando principios, conceptos, técnicas, metodologías y herramientas vigentes propias del área, e integrando elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales, para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.

Durante todo el programa, el estudiante de la Maestría, según la línea de profundización seleccionada, desarrollará y/o consolidará las siguientes competencias cognitivas, procedimentales, y actitudinales- axiológicas:

1.Aplica conocimiento especializado de las ciencias físicas, químicas, biológicas en la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
2.Discrimina, interpreta, integra y analiza información de diferentes fuentes relacionadas con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
3.Analiza los fenómenos hidrológicos y los procesos ambientales que se presentan en sistemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
4.Evalúa la cantidad y calidad del recurso hídrico superficial y/o subterráneo para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua.
5.Aplica procesos y metodologías de diseño de tecnologías para potabilización de agua o depuración de aguas residuales.
6.Aplica herramientas de los sistemas de información geográfica como apoyo a procesos de diseño, planificación y evaluación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
7.Integra elementos de las dimensiones sociales, económicas e institucionales al análisis de los problemas asociados a los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como a las soluciones técnicas propuestas a estos.
8.Aprende de forma continua y autónoma teorías, tendencias, conceptos, técnicas, prácticas y herramientas que le permitan adaptarse a los cambios técnicos y retos socioeconómicos y ambientales con una visión de sostenibilidad, y tomar mejores decisiones en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
9.Participa de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinares, que buscan de manera conjunta la solución de problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, con una actitud ética y de responsabilidad social.
10.Comunica con claridad, de forma oral y escrita, la naturaleza y la solución de los problemas relacionados con los recursos hídricos y el saneamiento ambiental ante diferentes audiencias.
Los graduados del programa podrán desempeñarse activamente en empresas, industrias, instituciones, y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del sector ambiental, así como realizar consultoría privada.

## 4.6 COMPONENTE PEDAGÓGICO

### 4.6.1 MODELO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO ACTUALIZADO PARA LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO

Durante el proceso de reforma del programa se interiorizó el nuevo modelo pedagógico UIS, de forma que el proceso de formación en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental para la nueva vigencia del registro calificado estará enmarcado en:

- El reconocimiento del otro como persona, interlocutor válido, capaz de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones: El "Otro" puede ser el profesor, el estudiante, el ciudadano o el mismo, constituyéndose en un colectivo: los estudiantes, los profesores, la comunidad universitaria.
- La construcción del ser, del hacer y del saber: hace referencia al fortalecimiento de la formación integral, sus potencialidades y desarrollo humano en las dimensiones subjetiva, social, y científico tecnológica. La construcción del saber incluye la generación y conservación creativa del conocimiento, la reflexión sobre el sentido y valor en un contexto; construir el saber hacer, establece las relaciones del entorno natural y social, la educación del sentir y el obrar en lo cotidiano orientado a la formación integral del ciudadano.
- La articulación Universidad-Sociedad -la formación del ciudadano-: constituye una misión social fundamentada en la formación del ciudadano como persona autónoma y comprometida, convirtiéndose en un sujeto con capacidad para argumentar, confrontar ideas, aceptar críticas y buscar acuerdos frente a determinada situación.
- La innovación pedagógica y la formación para la innovación: La innovación pedagógica, implica la actualización y monitoreo constante de nuevas formas de hacer pedagogía en los diferentes escenarios formativos y en articulación con el contexto. La formación para la innovación se enfoca en el desarrollo de competencias para la generación de ideas y soluciones, la creatividad y la imaginación, la curiosidad, la observación, la investigación; y en la exploración de oportunidades de intervención en el sector externo. La innovación pedagógica y la formación para la innovación acompañan los desarrollos y desafíos que la Universidad plantea y afronta con el cumplimiento de la función sustantiva de la investigación.[32]

Estos principios permean los ámbitos macro, meso, y microcurricular así:

El macrocurrículo organiza las relaciones entre el sector externo y los ambientes de aprendizaje requeridos para el desarrollo del proceso formativo, y da cuenta de la capacidad de respuesta institucional en la satisfacción de necesidades educativas de la comunidad; se direcciona mediante políticas académicas para la formación integral, y se despliega mediante programas y proyectos Institucionales como: bienestar universitario, actividades culturales y deportivas, el sistema de excelencia académica, programas de apoyo a movilidad, convenios, cátedras magistrales, programas de desarrollo de competencias comunicativas en otras lenguas y demás oportunidades de formación integral. Los ambientes de aprendizaje para la formación integral no se circunscriben a las aulas presenciales ni virtuales, se encuentran en grupos culturales, salidas de campo, eventos culturales y deportivos, experiencias de movilidad, y demás actividades a las que puede vincularse un sujeto en formación. Todo lo anterior es desarrollado gracias a la existencia de recursos de infraestructura física y tecnológica apropiados.

El nivel mesocurricular corresponde directamente al proyecto educativo del programa, incluidos el plan de estudios, la secuenciación y gradación de ambientes y experiencias de aprendizaje, los enfoques teórico-disciplinares del área de conocimiento, la definición de los resultados de aprendizaje, los procesos de desarrollo de competencias, las estrategias didácticas a emplear, así como el sistema de evaluación de los resultados de aprendizaje, y el diseño, la gestión y la evaluación curricular a la luz de los criterios de alta calidad educativa de programas que ha definido el Ministerio de Educación Nacional para las diversas modalidades y niveles de formación. El proyecto educativo del programa está centrado en el estudiante y prevé rutas flexibles que atiendan el desarrollo del potencial individual de los sujetos en formación, ofreciendo posibilidades para la toma de decisiones de avance hacia la concreción de intereses personales de actuar profesional, e integra espacios de aprendizaje diversos, presentes en la propuesta macro-curricular institucional para favorecer la interdisciplinariedad y la flexibilidad curricular, y promover la internacionalización, la investigación y la formación para la innovación.

[32] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.Pág. 5-6.

El nivel microcurricular comprende el proceso formativo, el cual puede involucrar actividades en diferentes modalidades, con el propósito de alcanzar el desarrollo de las competencias previstas en el programa. En esencia, el proceso formativo organiza, delimita y enruta las prácticas de docentes y estudiantes en relación con los enfoques sobre aprendizaje y enseñanza adoptados por la institución a nivel macro-curricular, y las competencias a desarrollar en los estudiantes, formuladas a nivel meso-curricular. Dependiendo de la modalidad del programa las interacciones pueden ser sincrónicas, asincrónicas, presenciales o mediadas por tecnología. Desde una perspectiva constructivista, el maestro es un aprendiz más experimentado, y los estudiantes son agentes activos de su propio aprendizaje, quienes con el apoyo del experto mediador disminuyen las distancias entre lo que saben y lo que requieren saber, saber hacer y ser, como profesionales[33].

#### 4.6.1.1 ESTRATEGIAS Y PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

Desde la perspectiva constructivista, el objetivo de un aprendizaje significativo se resume en aprender a aprender, implica capacidad para reflexionar sobre la forma como se aprende y sobre lo que se aprende, autonomía, revisión de logros y autorregulación. En este contexto y teniendo en cuenta la naturaleza de *profundización* de la Maestría, los propósitos de formación y el marco pedagógico institucional, la estrategia didáctica del programa se basa principalmente en el uso de diversas prácticas pedagógicas activas como: Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Orientado a Proyectos, Estudio de casos. Los anteriores se despliegan a través de las técnicas didácticas presentadas en los contenidos de las actividades académicas, entre las que se encuentran: *Lectura analítica de textos y material de referencia*; *Preguntas de reflexión que generan debate; Informes escritos; Exposiciones; Trabajo en equipo; Trabajo de aplicación; Clases magistrales*. Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje la mediación pedagógica se lleva a cabo por medio de diferentes herramientas que promueven aprendizajes significativos logrando una relación cada vez más independiente entre el estudiante y el objeto de aprendizaje, de tal manera que los principales elementos mediadores en el Programa son: el docente asesor; las TIC, y otros materiales de apoyo.

## 4.7 COMPONENTE DE INTERACCIÓN

A través del componente de interacción el programa incorpora las dinámicas del entorno local, regional, nacional o global al proceso formativo, de manera que el aprendizaje se enriquezca por la comprensión de las particularidades del entorno social, ambiental, tecnológico y cultural. Así mismo, se establecen las condiciones para favorecer la internacionalización del currículo y el desarrollo de una segunda lengua.

### 4.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN LA CUAL SE EVIDENCIA LA ARTICULACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INTERACCIÓN CON EL PROCESO FORMATIVO

En coherencia con el carácter público y el cumplimiento de la misión, la UIS promueve espacios de interacción para el reconocimiento, el análisis y la solución de retos nacionales y locales. Al servicio de esto, proyecta los valores, los principios y las capacidades institucionales, fomentando el trabajo multidisciplinar y cooperativo.[34] La Maestría en consonancia con los lineamientos institucionales establece los siguientes espacios de interacción:

- La dirección múltiple de trabajos de grado.
- Posibilidad de desarrollo del trabajo de aplicación en empresas u organizaciones.
- Formación en lengua extranjera.
- Participación de profesores visitantes como conferencistas en cursos, seminarios, entre otros eventos académicos para complementar la formación en temas afines al programa, así como de temáticas interdisciplinares.
- La Escuela de Ingeniería Civil ha establecido la realización anual de un Seminario de socialización de las investigaciones, en el que los estudiantes de los programas de posgrado en modalidad investigación presentan los avances de sus trabajos; este seminario es empleado también para el programa, permitiendo el contacto e interacción de los estudiantes de la Maestría con los estudiantes y profesores de diversos programas.
- Participación en comités revisores y editoriales de revistas internacionales.
- La UIS, como institución pública, es un órgano consultivo del gobierno, con importantes roles en proyectos de gran impacto en el desarrollo del departamento y el país. La Escuela de Ingeniería Civil mantiene vínculos con el sector

[33] Universidad Industrial de Santander, Consejo Académico. Acuerdo N° 233 de 2021. Modelo Pedagógico.
[34] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N° 047 de 2019. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

externo, a través de proyectos de extensión tanto con entidades gubernamentales como del sector productivo, que cuentan con temáticas de interés para solución de problemas, en los que se pueden generar trabajos de aplicación. Esta interacción a su vez, permite la armonización del programa con el contexto, acorde con las tendencias y necesidades en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. Así mismo, los entornos se benefician de los conocimientos generados por docentes y estudiantes del programa, de manera que puedan integrarlos a la solución de problemas en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental. Adicionalmente, los profesores del grupo de investigación de soporte directo al programa han tenido propuestas beneficiadas en las convocatorias de investigación internas y externas enfocadas a resolver problemas de la región y el país. Todo lo anterior, permite que estudiantes y docentes fortalezcan la habilidad para aplicar conocimientos considerando el entorno social, económico, cultural y la responsabilidad ambiental que su labor implica, así como la interacción con el sector productivo.

•Participación del estudiante en las diversas actividades y programas ofrecidos a nivel institucional para formación integral.

### 4.7.2 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA EN LA CUAL EL PROGRAMA DESARROLLARÁ LAS CONDICIONES PARA QUE SUS ESTUDIANTES Y PROFESORES PUEDAN INTERACTUAR EN CONTEXTOS SINCRÓNICOS Y ASINCRÓNICOS

El programa desarrolla las condiciones para interacción de estudiantes y docentes tanto de manera sincrónica como asincrónica, teniendo en cuenta que es vital su comunicación para el logro de los resultados de aprendizaje. Estas condiciones incluyen:

- El desarrollo y/o consolidación de competencias de comunicación oral y escrita de los estudiantes en las diversas actividades académicas y formativas a lo largo del plan de estudios.
- La asignación de docentes como directores de trabajo de grado para acompañamiento y asesoramiento permanente durante el proceso formativo de los maestrantes;
- La asignación de horas de trabajo directo con el docente en todas las actividades académicas del plan de estudios;
- La organización de eventos académicos- científicos, seminarios, entre otros;
- La invitación de profesores externos al programa, y en dados casos el cubrimiento de sus gastos de viaje.
- El uso de ambientes físicos y/o virtuales, para ello, la Institución y el programa disponen de los medios educativos que se detallan en los numerales 9 y 10, cuyo uso se explica a continuación:

Tabla 7 Ambientes de interacción sincrónica y asincrónica estudiante-docente

| **Sincrónica** (interacción en la cual el profesor y el estudiante coinciden en el mismo tiempo pudiendo o no encontrarse en el mismo espacio) | |
|---|---|
| **Física** | **Espacios** |
| Actividades académicas del plan de estudios: estas actividades se realizarán cada quince días de manera física en el campus de la sede central. | 7 salones de la Escuela de Ingeniería Civil, dotados con equipos audiovisuales. 3 Laboratorios de la Escuela. |
| Tutorías y consultas con los docentes quienes dirigen tanto las actividades académicas como los trabajos de aplicación. | 7 salones de la Escuela de Ingeniería Civil, oficinas de profesores planta, y 1 oficina de profesores externos. |
| Conferencias: charlas presenciales dadas por los profesores del programa, así como por profesores externos visitantes. | Auditorios de la Universidad, y salas de reuniones del CENTIC. |
| Defensas de proyectos de trabajos de aplicación, y del trabajo de aplicación. | 7 salones y Sala de Visualización de la Escuela de Ingeniería Civil, dotados con equipos audiovisuales, Salas de reuniones del CENTIC. |
| **En Línea** | **Recursos** |
| Actividades académicas del plan de estudios: estas actividades se realizarán cada quince días en línea mediadas por TIC. | La universidad cuenta con licencias para el uso de salas Zoom, Microsoft teams y el aula virtual Moodle que facilitan estas interacciones, adicionalmente le biblioteca cuenta con recursos bibliográficos con acceso remoto que facilita la consulta de bases de datos y libros. |
| Tutorías y consultas con los docentes quienes dirigen tanto las actividades académicas como los trabajos de aplicación. | |
| Conferencias: charlas en línea dadas por los profesores del programa, así como por profesores externos visitantes. | |
| **Asincrónica** (interacción en la cual el profesor y el estudiante **no** coinciden en el tiempo y se comunican a través de alguna tecnología dispuesta para tal fin) | |
| **Virtual** | **Recursos** |
| Trabajos, talleres, quices de las actividades académicas dispuestos en el aula virtual. | Plataforma Moodle que permite que el docente diseñe y realice este y otros tipos de actividades didácticas en modo virtual. Esta plataforma está soportada por la infraestructura tecnológica de la Universidad. |
| Foros y debates desarrollados en torno a las temáticas de las actividades académicas | |

### 4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DOCENTES, FORMATIVAS, CIENTÍFICAS, CULTURALES Y DE EXTENSIÓN QUE PROYECTAN IMPLEMENTAR EN LA NUEVA VIGENCIA DEL REGISTRO CALIFICADO PARA FAVORECER LA INTERNACIONALIZACIÓN

Con miras al fortalecimiento de la inserción del programa en los contextos globales se realiza la siguiente Proyección para la Internacionalización de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental a realizarse en los próximos 7 años:

Tabla 8 Actividades para Internacionalización del programa de Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Actividad | Meta | Fuente de Financiación |
|---|---|---|
| Estudiantes utilizando la plataforma Altissia para formación en segunda lengua. | 10 | N/A |
| Participación de docentes extranjeros como conferencistas en eventos académicos y científicos organizados por la Escuela de Ingeniería Civil, en los que podrán participar los estudiantes de la Maestría. | 5 | Escuela de Ingeniería Civil |
| Difusión de la información del programa en idioma inglés en la web institucional y de la Escuela de Ingeniería Civil respectivamente. | 2 | N/A |
| Profesores planta miembros de comités (revisor, editorial, científico) de revistas internacionales. | 2 | N/A |

## 4.8 MECANISMOS DE EVALUACIÓN

### 4.8.1 MECANISMOS DE EVALUACIÓN QUE PERMITIRÁN EL SEGUIMIENTO SISTEMÁTICO AL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Para la medición y seguimiento de las competencias necesarias para cumplir los resultados de aprendizaje definidos para la nueva vigencia del registro calificado del programa se plantea el uso de las diferentes actividades académicas y formativas del programa, de tal manera que, en cada una de ellas se han definido las técnicas de evaluación de acuerdo con los propósitos de formación, las competencias que deben evidenciar los estudiantes, y los indicadores de logro. Así mismo, se establecieron a lo largo del plan de estudios varios puntos de medición del avance en el logro de los resultados de aprendizaje. Conforme a lo anterior, se desarrollan, entre otras, exámenes escritos, exposiciones, talleres, trabajos de consulta, ensayos, autoevaluaciones y coevaluaciones.

Así mismo, se resaltan entre las actividades académicas la presentación y defensa tanto de la propuesta de trabajo de grado (en el II semestre), como del trabajo de grado (en el IV semestre), que permitirán medir el grado de avance del maestrando en su proceso formativo. Sumado a lo anterior, el Reglamento General de Posgrado establece que semestralmente, el estudiante debe presentar, con visto bueno de su director, un informe de avance en donde se resuman las principales actividades desarrolladas en cumplimiento del plan de trabajo presentado en la propuesta de trabajo de grado, ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado[35]. Este informe contribuirá al análisis que el Programa realizará sobre el avance del estudiante, y permitirá tomar decisiones oportunas para mejorar el desempeño del estudiante y del director con relación a los resultados de aprendizaje establecidos para la maestría.

### 4.8.2 EVIDENCIAS DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MECANISMOS DE EVALUACIÓN CON EL PROCESO FORMATIVO Y LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS, EN COHERENCIA CON EL NIVEL DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA

En el diseño inicial del programa, así como en la reforma del mismo que se presenta en este documento, los mecanismos de evaluación se han definido teniendo como hilo conductor la intencionalidad de la actividad académica para el desarrollo de las competencias, y cómo deben demostrarlo los estudiantes. En este sentido, durante el proceso de reforma se diseñaron indicadores de logro, que permitirán evaluar el avance en el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa, considerando varios puntos a lo largo del plan de estudios para cada uno de ellos, es decir que se contará con diferentes actividades académicas para su evaluación (cf. Tabla 9.)

[35] Ibíd. Art 104.

Tabla 9 Seguimiento al avance del logro de los resultados de aprendizaje

| Resultados de aprendizaje del programa | Punto de medición del Resultado de aprendizaje (Semestre) | Indicadores de logro | Estrategia de Evaluación |
|---|---|---|---|
| Abordar proyectos en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental desde diferentes perspectivas y contextos, considerando diversas metodologías y herramientas de tipo numérico y/o experimental. | Gestión de Recursos Hídricos (Semestre I) | •Justifica la solución a un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos.<br>•Propone la integración de herramientas y técnicas participativas relevantes para el análisis de un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br>•Identifica los fundamentos, potencialidades y limitaciones de los distintos enfoques y metodologías de valoración económica del agua para ser utilizadas en el contexto de problemas y proyectos de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br>•Selecciona de manera integral la mejor alternativa de solución en un problema recursos hídricos y saneamiento ambiental, aplicando metodologías multicriterio. | •Informes sobre aspectos globales, sociales y económicos y su relación con problemas de los recursos hídricos y saneamiento ambiental.<br><br>•Trabajo en grupo sobre caso de estudio en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental empleando herramientas multicriterio. |
| | Tratamiento de Aguas Residuales (Semestre III) | •Identifica soluciones factibles a problemas asociados a la contaminación por aguas residuales Identifica con claridad los procesos de tratamiento de agua residual.<br>•Propone soluciones apropiadas al contexto socioeconómico del lugar a situaciones problemáticas planteadas.<br>•Diseña sistemas de tratamiento de agua residual con aplicación de los conceptos y lineamientos estudiados. | •Estudio de caso sobre tratamiento de aguas residuales. |
| | Sistemas de Abastecimiento de Agua (Semestre III) | •Identifica requerimientos y necesidades del sistema, proceso o componente a diseñar.<br>•Reconoce la importancia de las especificaciones y las define para un determinado sistema, proceso o componente.<br>•Comprende los conceptos y parámetros técnicos y socioeconómicos básicos asociados al proyecto a desarrollar.<br>•Propone, diseña y compara diferentes alternativas de solución a los problemas planteados. | •Estudio de caso sobre sistemas de abastecimiento de agua. |
| Diseñar planes para la cuantificación, el monitoreo, la evaluación y la restauración de recursos hídricos superficiales y/o subterráneos. | Hidrología y Clima (Semestre I) | •Describe cualitativa y cuantitativamente las interacciones entre el agua superficial y subterránea a través de los procesos de infiltración, evapotranspiración, recarga de acuíferos, etc., y la respuesta de estos procesos a eventos meteorológicos y climáticos. | •Proyecto de clase de análisis hidrológico. |
| | Hidrogeología (Semestre II) | •Analiza los resultados de pruebas hidráulicas para conocer el funcionamiento del acuífero y es capaz de interpretar los datos obtenidos para la entrega de resultados.<br>•Interpreta datos obtenidos en pruebas de bombeo, aplica software disponible y utiliza los resultados.<br>•Estima y evalúa indicadores hidrogeoquímicos para el estudio de la calidad del agua subterránea, que le permitirán evaluar su calidad para diferentes usos. | •Estudio de caso de hidrogeología. |
| | Monitoreo y Evaluación de la Calidad de Agua (Semestre III) | •Reflexiona sobre la importancia de recopilar información adecuada para caracterizar y evaluar las problemáticas del recurso hídrico, analizando parámetros e indicadores de calidad del agua fisicoquímica, hidromorfológica e hidrobiológica.<br>•Calcula e interpreta los resultados de parámetros de evaluación e índices de calidad fisicoquímica, hidromorfológica e hidrobiológica del recurso hídrico.<br>•Desarrolla procesos para valorar situaciones y resultados, con énfasis en el monitoreo y evaluación integrada de la calidad y cantidad del agua, para caracterizar las problemáticas del recurso hídrico. | •Estudio de caso de monitoreo y evaluación de la calidad del agua. |

| Resultados de aprendizaje del programa | Punto de medición del Resultado de aprendizaje (Semestre) | Indicadores de logro | Estrategia de Evaluación |
|---|---|---|---|
| Diseñar sistemas de tratamiento físico, químico, biológico, para el abastecimiento de agua y/o la prevención y control de la contaminación por aguas residuales, considerando restricciones realistas y el impacto que generan en los contextos social, económico, y ambiental. | Procesos Ambientales (Semestre I) | •Aplica los balances de masa en los conceptos relacionados con la cinética y comportamiento hidrodinámico de reactores, así como en el transporte de masa en sistemas naturales como de ingeniería.<br>•Articula los principios teóricos de las ciencias ambientales y de la Ingeniería al estudio de los procesos químicos, biológicos y físicos que inciden en la liberación, circulación y transformación de sustancias contaminantes en el ambiente.<br>•Describe los conceptos básicos de los procesos que ocurren en los recursos aire, agua y suelo. Elabora y sustenta documentación técnica, clara y precisa usando normas, simbología, terminología y expresión gráfica propias de la ingeniería. | •Examen escrito sobre procesos ambientales en los recursos aire, agua y suelo. |
| | Métodos Naturales para el Tratamiento de Aguas Residuales (Semestre IV) | •Analiza las características de las aguas residuales municipales y las necesidades de remover materia orgánica y nutriente, por medio de métodos naturales. Identifica los requerimientos para la aplicación de tecnologías naturales para el tratamiento de aguas residuales (lagunas de estabilización, humedales, soluciones en terreno, soluciones in situ).<br>•Propone y dimensiona hidráulicamente opciones tecnológicas naturales para el tratamiento y reúso de aguas residuales, teniendo en cuenta las condiciones de contexto en particular. | •Estudio de caso sobre aplicación de métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. |
| | Diseño de Plantas de Potabilización (Semestre IV) | •Aplica los conceptos teóricos y prácticos de los procesos de tratamiento de agua convencionales.<br>•Aplica y selecciona las operaciones unitarias requeridas en para el tratamiento de agua de consumo humano.<br>•Identifica y selecciona la tecnología para el tratamiento del agua acorde con el nivel de riesgo en la fuente de abastecimiento.<br>•Dimensiona los componentes básicos incluidos en el tren de tratamiento seleccionado en un sistema de tratamiento de agua de tipo convencional. | •Proyecto de clase sobre diseño de plantas de potabilización. |
| Proponer medidas para la protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. | Sistemas de información Geográfica (Semestre II) | •Propone correctamente un modelo computacional que contribuya a la resolución de un problema científico o ingenieril.<br>•Comprende los conceptos básicos de cartografía y simulación que se llevan a cabo cuando se modelan los procesos que ocurren en los recursos aire, agua, suelo y roca. | •Estudio de caso de aplicación de SIG. |
| | Modelación de Aguas Subterráneas (Semestre III) | •Emplea diferentes herramientas de modelación como un apoyo en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua subterránea.<br>•Aplica los conceptos adquiridos, identifica variables, criterios y restricciones para resolver problemas relacionados con el agua subterránea.<br>•Realiza planes de manejo de acuíferos haciendo una explotación sostenible y controlada del recurso. | •Estudio de caso sobre modelación de aguas subterráneas. |
| | Modelación de la Calidad del Agua Superficial (Semestre IV) | •Formula modelos sencillos y aplica modelos existentes para analizar los fenómenos de transporte de contaminantes y los problemas de contaminación de cuerpos de agua superficiales.<br>•Interpreta los resultados de la implementación de herramientas de simulación matemática de la calidad del agua y toma decisiones sobre qué acciones se pueden desarrollar para mejorar el deterioro ambiental hídrico. | •Estudio de caso sobre modelación de la calidad del agua superficial. |

| Resultados de aprendizaje del programa | Punto de medición del Resultado de aprendizaje (Semestre) | Indicadores de logro | Estrategia de Evaluación |
|---|---|---|---|
| Proponer, con rigor científico, la solución a un problema de su interés, a través de un enfoque inter o multidisciplinario de las ciencias relacionadas con el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental. | Gestión de Recursos Hídricos (Semestre I) | •Justifica la solución a un problema de su interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos. | •Documento que enmarca un tema de interés en el área de recursos hídricos y saneamiento ambiental, considerando el contexto global, regional y local del manejo de los recursos hídricos. |
| | Propuesta de Trabajo de Grado (Semestre II) | •Selecciona y analiza información bibliográfica para la fundamentación de su propuesta.<br>•Aplica conceptos y métodos para la elaboración de su propuesta.<br>•Formula y sustenta adecuadamente su propuesta de trabajo de aplicación. | •Informe con la propuesta de trabajo de aplicación<br>•Sustentación de la propuesta. |
| | Trabajo de Grado II (Semestre IV) | •Analiza información de diferentes fuentes relacionadas para el desarrollo de su trabajo de grado.<br>•Aplica conocimiento especializado para la solución de problemas abordados en el trabajo de grado<br>•Presenta de forma escrita el informe final de su trabajo de aplicación.<br>•Sustenta su proyecto y demuestra el dominio del tema sobre el trabajo realizado. | •Informe final del trabajo de aplicación para la presentación a los evaluadores del proyecto.<br>•Sustentación del trabajo de aplicación desarrollado. |

# 5 ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO

## 5.1 CONTENIDOS CURRICULARES QUE EVIDENCIAN LA INTENCIONALIDAD ORGANIZACIONAL DE LAS LABORES FORMATIVAS, ACADÉMICAS Y DOCENTES

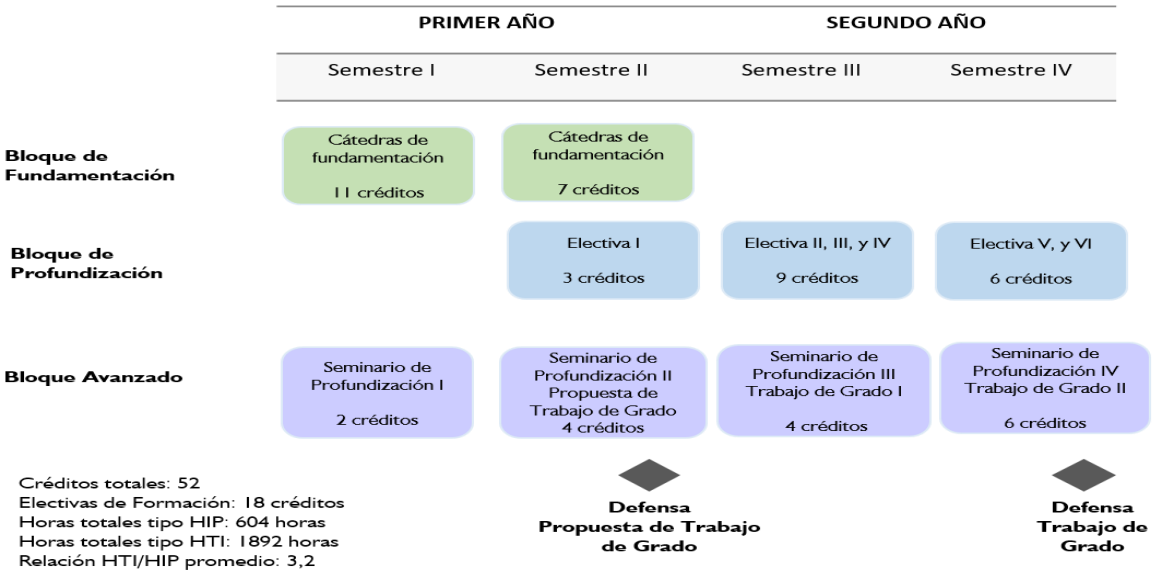
La Maestría está diseñada con tres bloques de formación, acorde con el desarrollo o consolidación de competencias para el logro de los resultados de aprendizaje definidos para el programa. Los bloques de formación corresponden a:

- Bloque de Fundamentación (18 créditos): Comprende los dos primeros semestres del programa, con el fin de brindar al estudiante los conceptos fundamentales teóricos y prácticos necesarios para abordar la ingeniería del recurso hídrico y el saneamiento ambiental, a través de las actividades académicas: Química Ambiental, Procesos Ambientales, Gestión de Recursos Hídricos, Hidrología y clima, Sistemas de Información Geográfica.
- Bloque de Profundización (18 créditos): A partir del segundo semestre, el estudiante ahonda en temas disciplinares de su elección disponibles en la oferta de actividades académicas electivas del programa. El consenso de estudiantes seleccionará 3 líneas de profundización y sus respectivas electivas, de entre las 4 líneas que contempla el programa así:
  1. Línea de Modelación de aguas subterráneas, Electivas: Hidrogeología, y Modelación de aguas subterráneas.
  2. Línea de Modelación de aguas superficiales, Electivas: Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua, y Modelación de la calidad del agua superficial.
  3. Línea de Abasto de agua, Electivas: Sistemas de abastecimiento de agua, y Diseño de plantas de potabilización.
  4. Línea de Tratamiento de aguas residuales, Electivas: Tratamiento de Aguas residuales, y Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.
- Bloque Avanzado (16 créditos): Conformado por las actividades académicas Seminario de profundización I, II, III y IV, Propuesta de Trabajo de Grado, y Trabajo de grado I y II, donde el estudiante aplica gradualmente, desde el primer hasta el último semestre, el conocimiento adquirido en su proceso formativo para el desarrollo de su trabajo de aplicación.

## 5.2 ACTIVIDADES ACADÉMICAS, FORMA EN QUE SE RELACIONAN Y COMPLEMENTAN ENTRE SÍ, CRÉDITOS ACADÉMICOS Y HORAS DE INTERACCIÓN ESTUDIANTE-PROFESOR

El esquema formativo (cf. Figura 3) de la Maestría para la nueva vigencia del registro calificado está conformado por el plan de estudios y las actividades académicas complementarias de formación a nivel de meso y macrocurrículo, que se articulan teniendo en cuenta los resultados de aprendizaje, y las competencias que deben ser desarrolladas por el estudiante para alcanzar el título que otorga el programa. El plan de estudios (cf. Figura 3) corresponde a las actividades académicas que le permiten al estudiante adquirir o profundizar conceptos específicos en las áreas de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental, así como desarrollar y/o consolidar competencias para la solución de problemas avanzados y el análisis de situaciones particulares de carácter disciplinar, interdisciplinar, o profesional. Es de resaltar dos hitos importantes en el plan de estudios: la defensa de Propuesta de trabajo de grado, y la defensa del Trabajo de grado, los cuales permiten evaluar el avance del estudiante en el proceso global de formación como magíster.

Figura 3. Organización de Actividades Académicas Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental




### 5.2.1 CRÉDITOS ACADÉMICOS ASOCIADOS A CADA ACTIVIDAD Y DISCRIMINACIÓN DE HORAS DE INTERACCIÓN DEL ESTUDIANTE CON EL PROFESOR

En esta propuesta de reforma, la Maestría tiene una duración de cuatro (4) semestres académicos con 52 créditos, distribuidos en 604 horas de interacción con el docente y 1892 horas de trabajo independiente y sus actividades académicas se organizan en tres bloques (fundamentación, profundización, y avanzado). La discriminación del tiempo de interacción entre estudiante y profesor (HIP), las horas de trabajo independiente (HTI), y su relación, para todas las actividades académicas del plan de estudios propuesto en la reforma del programa se presentan en la Tabla 10. Las horas de acompañamiento docente (100%) se llevarán a cabo de manera sincrónica, incluyendo mediación a través de recursos TIC cada quince días, es decir, un fin de semana se tendrá la interacción de forma física en el campus y la siguiente semana mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams), en el horario de miércoles 7 a 9 p.m., jueves 7 a 9 p.m., viernes 7 a 10 p.m., sábado 9 a 12 m. Se aclara que, a la luz de los referentes institucionales[36], el programa cuenta con modalidad presencial con un apoyo bien estructurado en las TIC, lo cual se evidencia en la estructura curricular presentada a lo largo de todo el documento.

Tabla 10 Tiempo de Interacción Estudiante-Profesor

| Nivel | Actividad académica | Horas /Periodo HIP | | HTI | Créditos | Relación HTI/HIP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Teórica | Práctica | | | |
| 1 | Química Ambiental | 38 | 12 | 150 | 4 | 3 |

[36] Ibíd.

| Nivel | Actividad académica | Horas /Periodo HIP Teórica | HIP Práctica | HTI | Créditos | Relación HTI/HIP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Procesos Ambientales | 38 | 12 | 150 | 4 | 3 |
| | Gestión de Recursos Hídricos | 30 | 10 | 106 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización I | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| Total Semestre I | | **116** | **44** | **466** | **13** | |
| II | Hidrología y clima | 38 | 12 | 150 | 4 | 3 |
| | Sistemas de Información Geográfica | 22 | 8 | 120 | 3 | 4 |
| | Electiva I | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización II | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | | 56 | 2 | 4 |
| Total Semestre II | | **116** | **40** | **506** | **14** | |
| III | Electiva II | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Electiva III | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Electiva IV | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización III | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| | Trabajo de Grado I | 16 | | 56 | 2 | 4 |
| Total Semestre III | | **116** | **40** | **476** | **13** | |
| IV | Electiva V | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Electiva VI | 30 | 10 | 120 | 3 | 3 |
| | Seminario de Profundización IV | 10 | 10 | 60 | 2 | 3 |
| | Trabajo de Grado II | 32 | | 144 | 4 | 4 |
| Total Semestre IV | | **102** | **30** | **444** | **12** | |
| Total Programa | | **450** | **154** | **1892** | **52** | |

## 5.3 MECANISMOS DE INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTES Y PROFESORES

Los recursos previstos para interacción tanto sincrónica como asincrónica de los estudiantes y docentes, disponibles para todas las actividades académicas en la Maestría, incluyen la infraestructura física y tecnológica que se detalla en el numeral 10, en especial se resaltan las plataformas virtuales Moodle, Zoom, y Teams, que se constituyen en recurso TIC de comunicación constante entre estudiantes-profesores y estudiante-estudiante, así como recurso didáctico de enseñanza y aprendizaje. Adicionalmente, es de destacar la adecuación de todas las aulas de la Escuela de Ingeniería Civil, que están al servicio de la Maestría, para ofrecer experiencias de formación en modalidad híbrida, facilitando la comunicación con aquellos estudiantes que no puedan asistir a algunas actividades de manera física al campus, o la oferta de alguna actividad académica dirigida por profesores externos que se encuentren en diferentes ciudades de Colombia o en otro país y no puedan desplazarse a las instalaciones del Programa.

## 5.4 ESTRATEGIAS PARA SEGUIMIENTO AL AVANCE DEL ESTUDIANTE FACILITANDO SU PERMANENCIA, GRADUACIÓN OPORTUNA Y LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Dentro de la organización académica y formativa de la maestría se plantean estrategias para seguimiento al avance del estudiante facilitando su permanencia, graduación oportuna y logro de los resultados de aprendizaje, así:

- La inclusión en el plan de estudios de los Seminarios de Profundización I, II, III y IV, en los cuales el estudiante presentará a sus pares y profesores los avances en el planteamiento de su propuesta de trabajo de grado, y el desarrollo del mismo. Los seminarios se cursarán secuencialmente a partir del primer semestre del programa, de manera que el estudiante siga desde el inicio de la maestría, un progreso gradual para definición y ejecución del trabajo de grado en los tiempos previstos por el programa.
- Asignación de un director de trabajo de grado que realizará constantemente la verificación del cumplimiento de los compromisos académicos del alumno. Esta verificación se plasmará en el avance semestral que el maestrando deberá entregar a la coordinación del programa para análisis en el Comité de posgrado de la Escuela de Ingeniería Civil.
- La inclusión de las actividades defensa de propuesta de trabajo de grado, y defensa de trabajo de grado, como actividades de carácter evaluativo integral en distintos momentos del plan de estudios (II, y IV semestre respectivamente) de acuerdo con el nivel esperado de desarrollo de competencias en el proceso de formación del maestrando.
- Verificación por la coordinación del programa del cumplimiento de requisitos normativos definidos en el Reglamento General de Posgrado para los estudios de maestría, referentes a matrícula, rendimiento académico del estudiante

semestre a semestre, así como de requisitos para grado tal como la certificación de un nivel de lengua extranjera equivalente o superior al nivel A1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas. Aquellas situaciones particulares de los estudiantes en su proceso formativo que ameriten un análisis relevante, son presentadas por la coordinación ante el Comité Asesor de Posgrados.

Así mismo, en el numeral 4.8 del documento se detalla el sistema de evaluación del aprendizaje para seguimiento del avance del estudiante en el logro de los resultados de aprendizaje.

# 6 INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

## 6.1 PROCESO FORMATIVO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

### 6.1.1 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS MEDIOS Y CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Los principales resultados de la implementación de estrategias, medios y contenidos para la formación en investigación, se observan en los trabajos de aplicación de los estudiantes y sus respectivas propuestas, en los que se demuestra el logro de competencias para la resolución de problemas aplicando herramientas y metodologías básicas del método científico, utilizando los recursos físicos y tecnológicos, y medios educativos institucionales y del programa adecuados para ello. Así mismo, estos trabajos fueron dirigidos por profesores que cuentan con experiencia en investigación. Por otra parte, los profesores participaron en el proceso de reforma del programa, en el que se creó la actividad académica Seminario de Profundización IV como estrategia para ayudar al estudiante en el avance de su trabajo de grado, y fortalecer el número de actividades que contribuyen a la formación en investigación e innovación en el programa.

### 6.1.2 ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DOCENTES Y FORMATIVAS QUE SE HAN NUTRIDO DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

La Maestría, dada su naturaleza en modalidad de profundización, propende por la incorporación de la investigación mediante estrategias y actividades para desarrollar competencias básicas de investigación aplicada para solución de problemas técnicos avanzados. Estas estrategias corresponden a la inclusión de las actividades académicas "Seminario de profundización I, II, III, IV, Propuesta de Trabajo de grado, y Trabajo de grado I y II, en el plan de estudios, en las cuales el estudiante desarrolla su trabajo de grado aplicando metodologías de investigación; así como actividades formativas, entre ellas: revisión bibliográfica en bases de datos especializadas para ampliar el conocimiento, y documentar los trabajos de clase; lectura de artículos científicos en temas propios del programa suministrados por los docentes. Estas estrategias responden a la naturaleza del programa porque contribuyen al desarrollo en el estudiante de las capacidades de indagación, pensamiento autónomo, análisis crítico de situaciones, planteamiento y solución de problemas, socialización de saberes adquiridos, análisis de casos, naturaleza que se enuncia en el propósito de los programas de maestría de profundización declarado en el Reglamento General de Posgrado. Así mismo, la investigación contribuye a la formación mediante la actualización constante del conocimiento de los docentes, quienes pertenecen a los grupos de investigación de soporte al programa, los cuales procurarán por mantener el currículo acorde con las tendencias internacionales de investigación en el área de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental a través de procesos de autoevaluación permanente, así como la incorporación de técnicas, herramientas, y metodologías de investigación de vanguardia; evidencia de ello es la actualización de las actividades académicas que se llevó a cabo en el proceso de reforma del programa realizado en el año 2021.

## 6.2 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

### 6.2.1 LÍNEAS DE FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA

En consonancia con los componentes de formación detallados en el apartado 4.5, las líneas de formación e investigación del programa para la nueva vigencia del registro calificado corresponden a:

1. Modelación de aguas subterráneas, Áreas de trabajo: Hidrogeología, y Modelación de aguas subterráneas.

2.Modelación de aguas superficiales, Áreas de trabajo: Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua, y Modelación de la calidad del agua superficial.
3.Abasto de agua, Áreas de trabajo: Sistemas de abastecimiento de agua, y Diseño de plantas de potabilización.
4.Tratamiento de aguas residuales, Área de trabajos: Tratamiento de Aguas residuales, y Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.

### 6.2.2 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RECONOCIDOS O CLASIFICADOS EN EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

De acuerdo con la estructura organizativa de la Escuela de Ingeniería Civil, la investigación se desarrolla a través de los grupos de investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental - GPH, en Materiales y Estructuras de Construcción – INME, Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas, siendo estos el soporte para los programas de posgrado de la Escuela, incluyendo la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. La Tabla 11 da cuenta de las áreas de desarrollo de cada grupo y las líneas de investigación que son fortalezas de cada uno de ellos. Adicionalmente, se cuenta con el apoyo de otros grupos de investigación tanto de la UIS como de otras universidades a nivel nacional (cf. Tabla 12) cuyos profesores participan como docentes externos en el programa.

Tabla 11 Grupos de Investigación de soporte directo al Programa

| Nombre del grupo | Director | Áreas de desarrollo | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del grupo | Productos de Investigación* (últimos 7 años) |
|---|---|---|---|---|---|
| Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental - GPH | Edgar Ricardo Oviedo Ocaña | Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental | A (2021)<br>B (2018)<br>C (2017)<br>C (2015) | Hidrología y clima.<br>Hidrogeología.<br>Gestión integrada del recurso hídrico.<br>Calidad del agua.<br>Tratamiento de aguas residuales.<br>Gestión de residuos sólidos.<br>Abastecimiento de aguas para usos múltiples. | Artículos en revistas indexadas internacionales: 24<br>Artículos en revistas indexadas nacionales: 8<br>Contribuciones en eventos internacionales: 12<br>Contribuciones en eventos nacionales: 2<br>Capítulos de libro: 1<br>Dirección tesis doctoral: 1<br>Dirección trabajos de grado de maestría: 9<br>Investigaciones terminadas: 9<br>Investigaciones en ejecución: 4 por valor de $2.687.808.998.<br>Fuente de Recursos: MinCiencias, UIS, CDMB |
| Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras de Construcción - INME | Ricardo Alfredo Cruz Hernández | Estructuras | B (2021)<br>A (2018)<br>Reconocido (2017)<br>B (2015) | Gestión de proyectos de construcción.<br>Materiales de construcción.<br>Análisis, modelamiento y optimización estructural.<br>Amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico.<br>Educación en ingeniería. | Artículos en revistas indexadas internacionales: 16<br>Artículos en revistas indexadas nacionales: 16<br>Contribuciones en eventos internacionales: 54<br>Contribuciones en eventos nacionales: 22<br>Capítulos de libro: 1<br>Dirección tesis doctoral: 2<br>Dirección trabajos de grado de maestría: 41<br>Investigaciones terminadas: 9<br>Investigaciones en ejecución: 6 por valor de $2.151.983.009.<br>Fuente de Recursos: MinCiencias, UIS, Lavco, otras Universidades |
| Grupo de Investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas | Hernán Porras Díaz | Nuevas tecnologías para la gestión y la optimización de sistemas | B (2021)<br>B (2018)<br>Reconocido (2017)<br>D (2015) | Modelos de optimización y evaluación de proyectos.<br>Gestión del riesgo de desastres, medio ambiente y hábitat.<br>Tecnologías en geociencias e informática.<br>Ingeniería de transporte e infraestructura vial.<br>Ambiente construido e innovación social. | Artículos en revistas indexadas internacionales: 8<br>Artículos en revistas indexadas nacionales: 11<br>Contribuciones en eventos internacionales: 12<br>Contribuciones en eventos nacionales: 5<br>Capítulos de libro: 1<br>Dirección tesis doctoral: 1<br>Dirección trabajos de grado de maestría: 21 |

| Nombre del grupo | Director | Áreas de desarrollo | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del grupo | Productos de Investigación* (últimos 7 años) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Investigaciones terminadas: 2<br>Investigaciones en ejecución: 1 por valor de $992.742.251.<br>Fuente de Recursos: MinCiencias, UIS. |

Tabla 12 Grupos de Investigación de apoyo al Programa

| Nombre del grupo | Director | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del profesor o profesores externos asociados al grupo de investigación |
|---|---|---|---|
| Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA).<br>Universidad Industrial de Santander | Juan Diego Colegial Gutiérrez | A (2021)<br>A (2018)<br>A (2017)<br>C (2015) | ▪ Hidrogeología<br>▪ Teledetección aplicada al medio ambiente<br>▪ Estratigrafía<br>▪ Geología ambiental |
| Energy and other Non-Renewable Resources Research Group.<br>Universidad Industrial de Santander | Mario García González | Reconocido (2021)<br>C (2018)<br>N/A (2017)<br>N/A (2015) | ▪ Química Estructural<br>▪ Sistemas de Información Geográfica y Sensores remotos<br>▪ Geología del Petróleo<br>▪ Geología Regional y Tectónica<br>▪ Sedimentología y Estratigrafía Geomorfología |
| Grupo de Investigación Población, Ambiente y Desarrollo (G-PAD).<br>Universidad Industrial de Santander | Raquel Méndez Villamizar | A1 (2021)<br>A1 (2018)<br>B (2017)<br>B (2015) | ▪ Participación pública y movilización ciudadana.<br>▪ Trata de personas. |
| Grupo de Investigación en Demografía, Salud Pública y Sistemas de Salud – GUINDESS.<br>Universidad Industrial de Santander | Myriam Ruiz Rodríguez | A1 (2021)<br>A1 (2018)<br>A1 (2017)<br>A1 (2015) | ▪ Salud ambiental<br>▪ Salud pública<br>▪ Situación de salud<br>▪ Salud pública y epidemiología |
| Estudio y Control de la Contaminación Ambiental - ECCA.<br>Universidad del Valle | Patricia Torres Lozada | A1 (2021)<br>A1 (2018)<br>A1 (2017)<br>A (2015) | ▪ Biofiltración de Gases<br>▪ Contaminación Atmosférica<br>▪ Gestión de Residuos en la Industria |
| Grupo de Saneamiento Ambiental<br>Universidad del Valle | Inés Restrepo Tarquino | A (2021)<br>A (2018)<br>A1 (2017)<br>A1 (2015) | ▪ Planificación de inversiones<br>▪ Transferencia de tecnología<br>▪ Planificación integrada de recursos hídricos<br>▪ Agua y pobreza<br>▪ Producción más limpia<br>▪ Transferencia de Tecnología<br>▪ Usos Múltiples del Agua<br>▪ Manejo de lodos<br>▪ Producción de agua potable<br>▪ Recolección y transporte de aguas residuales y pluviales por métodos no convencionales<br>▪ Tratamiento de aguas residuales domésticas y agroindustriales<br>▪ Sistemas de saneamiento en sitio<br>▪ Manejo integral de residuos sólidos<br>▪ Reúso de aguas residuales y subproductos<br>▪ Uso eficiente del Agua<br>▪ Mejoramiento de la Calidad del Agua<br>▪ Gestión del Recurso Hídrico |
| Grupo de Investigación en Comunidad Ambiente y Sustentabilidad.<br>Universidad del Valle | Mario Alejandro Pérez Rincón | A (2021)<br>A (2018)<br>B (2017)<br>C (2015) | ▪ Conflictos socio-ambientales y Justicia Ambiental<br>▪ Políticas para el desarrollo sostenible<br>▪ Economía ecológica e indicadores de sostenibilidad<br>▪ Desarrollo sostenible y políticas ambientales<br>▪ Gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento<br>▪ Metodología de transferencia de tecnología e intervención participativa en proyectos de agua y saneamiento<br>▪ Economía ambiental y de los servicios públicos<br>▪ Cuantificación y análisis de flujos de materiales y energía en la actividad económica. |

| Nombre del grupo | Director | Categoría MinCiencias (Año) | Líneas de investigación del profesor o profesores externos asociados al grupo de investigación |
|---|---|---|---|
| Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+). Universidad Autónoma de Occidente | Santiago Lain Beatove | A1 (2021)<br>A1(2018)<br>A1(2017)<br>N/A (2015) | ▪ Estudio, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. |
| Grupo de Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Antioquia | Mariana Peñuela Vásquez | A1 (2021)<br>A (2018)<br>A (2017)<br>A (2015) | ▪ Diagnóstico y caracterización de aguas<br>▪ Celdas de combustible microbiana<br>▪ Remediación Ambiental<br>Tratamiento de aguas por métodos avanzados de oxidación |

Fuente: Plataforma SCIENTI de MinCiencias, 2022

### 6.2.3 PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN DE ACUERDO CON LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA U OTROS AFINES

Como agentes de fortalecimiento de los procesos investigativos que se desarrollan en la UIS y que dan apoyo a la Maestría, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con tres grupos de investigación, GPH, INME y GEOMÁTICA inscritos, y clasificados en la última convocatoria de MinCiencias (894 de 2021) como grupos con categorías A, B, y B respectivamente por su aporte al desarrollo de la ciencia con múltiples productos de investigación. En el periodo de vigencia del registro calificado, las actividades de investigación realizadas por los grupos de investigación de soporte directo y los profesores planta del programa incluyen treinta y un (31) proyectos de investigación financiados por la UIS, MinCiencias, la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, otras Universidades, entre otros, por un valor de $5.832.534.258 millones de pesos, los cuales han favorecido la formación y consolidación de investigadores al servicio de la región y el país. Se resalta, que el programa ha promovido la presentación de resultados de los trabajos de grado en eventos académicos, no obstante, el énfasis del programa en *profundización*, limita la obtención de dichos productos derivados de investigación realizados por los estudiantes de la maestría, a pesar de ello se cuenta con una ponencia y su respectiva publicación en las memorias del evento, presentada en el VII Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP).

### 6.2.4 INVESTIGADORES RECONOCIDOS EN EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LOS ÚLTIMOS SIETE (7) AÑOS

La participación de los grupos de investigación de soporte directo en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se concreta a través de la labor de los profesores e investigadores que los integran, mediante la orientación de las actividades académicas del plan de estudios, las direcciones o codirecciones de trabajos de grado, la evaluación de proyectos de trabajo de grado y trabajo de grado, la organización y realización de eventos académico-científicos, entre otros. Todos los profesores planta del programa cuentan con experiencia en investigación, la mayoría de ellos con reconocimiento en la última convocatoria (894 de 2021) de MinCiencias.

# 7 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO

La Universidad ha establecido que la función de extensión se desarrollará atendiendo seis principios básicos: comunicación, cooperación, solidaridad, equidad, transparencia, y pertinencia social y académica. La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental sigue estos objetivos para vincularse con el sector productivo, social y cultural, y para su materialización sigue las siguientes estrategias:

- El Programa canaliza e interpreta las necesidades del entorno y propende por la formulación de trabajos de aplicación para su intervención.
- La producción intelectual de los docentes, estudiantes y egresados impacta directamente en el sector productivo y académico, fortaleciendo a su vez las capacidades investigativas de los grupos de investigación de apoyo al programa. Lo cual redunda en el desarrollo de soluciones eficientes en situaciones relacionadas con las líneas de formación e investigación del programa.
- Los docentes, estudiantes y egresados del Programa crean lazos para interacción entre la academia y otras organizaciones estableciendo sinergias entre ellas, con el fin de atender las necesidades a nivel regional y nacional.
- La participación de estudiantes y profesores en redes y eventos de tipo académico o profesional.

- La participación de los profesores en proyectos con pares reconocidos del ámbito nacional e internacional.
- El desarrollo de proyectos de extensión que contribuyen al desarrollo regional en todos los ámbitos de los recursos hídricos y el saneamiento ambiental.
- Por último, no se puede desconocer el impacto profesional de los egresados, en especial porque un programa de maestría con calidad supone la formación no sólo de magísteres sino de divulgadores y gestores del conocimiento en las empresas e instituciones donde laboren.

## 7.1 CONVENIOS QUE FACILITAN LA RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL SECTOR EXTERNO

### 7.1.1 EVIDENCIA DE LA EJECUCIÓN DE LOS CONVENIOS QUE RESPALDAN PRÁCTICAS O PASANTÍAS CON EL SECTOR EXTERNO

Es de aclarar que, aunque el Programa no tiene definida como actividad académica del plan de estudios la realización de prácticas o pasantías en el sector externo, se cuenta con los convenios gestionados a nivel institucional para brindar la oportunidad a los estudiantes para realizar movilidad nacional e internacional según sus intereses de formación particulares, y es prioridad de la Universidad prolongar su vigencia y uso como estrategia a nivel macrocurricular para la formación integral, así como suscribir nuevos que fortalezcan el abanico de oportunidades para relación con el sector externo. Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería Civil ha estrechado lazos con diversas universidades a nivel nacional e internacional; particularmente en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, como evidencia de dicha interacción se presentan las siguientes:

- Universidad del Valle (2017-2022). Los siguientes profesores externos del Programa están vinculados a esa universidad: Juan Pablo Silva Vinasco, Johnny Harold Rojas Padilla, Carlos Arturo Madera Parra, Inés Restrepo Tarquino, Mario Alejandro Pérez Rincón, Viviana Valencia.
- Universidad de Antioquia (2017-2022): El profesor externo Fernando León Guzmán Duque está vinculado a esa universidad.
- Universidad de Buenos Aires (Argentina, 2019), MSc. John Jairo Márquez. Calificador de la propuesta de trabajo de aplicación y del trabajo de aplicación del estudiante Andrés Almeyda Ortiz.Calificador de la propuesta de trabajo de aplicación de la estudiante Silvia Elizabeth García Gómez.
- Universidad de Exeter (Reino Unido, 2017), PhD. Sarah Louise Ward Crossland. Dictó un Taller sobre aprovechamiento de aguas lluvias, y conferencias sobre aprovechamiento de aguas lluvias y sobre resiliencia. Además, ha realizado trabajo conjunto en aprovechamiento de aguas lluvias con los profesores del grupo de investigación GPH.
- Universidad de Montpellier (Francia,2020), PhD. Jean Denis Taupin. Asesoró proyectos de investigación del grupo GPH en el área de hidrogeología y dictó un curso en la temática de Isótopos Estables e Hidrogeoquímica.
- Universidad de Castilla La Mancha (España, 2019), PhD. José Antonio Lozano Galant. Reuniones varias con los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil para presentar la metodología de aprendizaje basado en proyectos.

### 7.1.2 CONVENIOS QUE RESPALDAN LAS PASANTÍAS EN EL SECTOR EXTERNO Y POLÍTICAS INSTITUCIONALES QUE LAS ENMARCAN

En la UIS, la oficina de Relaciones Exteriores, como unidad asesora de la Rectoría, es la dependencia encargada de gestionar y acompañar las iniciativas institucionales en materia de movilidad académica, internacionalización y vínculo con la comunidad de egresados. En relación con el Programa de Movilidad, trabaja en la consolidación de alianzas de cooperación con importantes universidades e instituciones nacionales e internacionales y organismos multilaterales, con el propósito de facilitar a los estudiantes la realización de estancias que enriquezcan su formación académica y contribuyan a desarrollar sus competencias sociales, culturales y profesionales.

Con el objetivo de fomentar la movilidad de profesores y estudiantes con otras instituciones de educación superior, y dejar espacio para que se desarrollen aptitudes y se contribuya al mejoramiento continuo de la enseñanza y el aprendizaje en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, la Institución dispone de múltiples convenios de cooperación a nivel nacional e internacional. Estos convenios son fundamentales para el desarrollo de redes académicas en las distintas líneas de formación e investigación del programa. Adicionalmente, estos convenios permiten establecer puentes directos para el fortalecimiento de las diversas actividades de formación a desarrollar en el programa, con la posibilidad de que profesores de estas universidades trabajen conjuntamente con

los de la UIS, desde la formulación de las propuestas de trabajo de aplicación, hasta la asesoría, calificación de las propuestas y de los trabajos de grado concluidos de los estudiantes.

# 8 PROFESORES

## 8.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES

### 8.1.1 DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE PROFESORES CON EL QUE CUENTA EL PROGRAMA ACADÉMICO

El programa cuenta con 5 profesores de planta, adscritos a las Escuelas de Ingeniería de Civil y Trabajo Social, con dedicación de tiempo completo y contratados a término indefinido en la institución; y 9 profesores externos vinculados a reconocidas universidades del país, quienes son contratados mediante orden de prestación de servicios con dedicación de tiempo parcial al Programa. De los profesores de planta, dos (40%) está en la categoría de Titular, uno (20%) están en la categoría de Asociado, y dos (40%) en la categoría de Asistente. La formación académica de los profesores (planta y externos) incluye, 79% con estudios de doctorado y 21% con estudios de maestría, realizados principalmente en el exterior. Todos los profesores reportan conocimiento del idioma inglés, y algunos cuentan con manejo de otras lenguas como francés, portugués, y alemán.

### 8.1.2 HISTÓRICO DE VINCULACIÓN DE LOS PROFESORES

La Maestría desde sus inicios en el año 2017 ha contado con los profesores necesarios para el desarrollo de todas las actividades académicas acorde con lo definido en el Proyecto Educativo del Programa vigente durante el actual registro calificado. La distribución de los docentes para apoyar las actividades académicas y el periodo de su vinculación se presenta en la Tabla 13:

Tabla 13 Distribución de apoyo docente en la Maestría

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| Docentes que continúan para la siguiente vigencia del registro calificado | | | | |
| PhD. DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina | Gestión del recurso hídrico | ▪ Aprovechamiento de aguas lluvias<br>▪ Aprovechamiento de aguas grises<br>▪ Usos múltiples del agua<br>▪ Abastecimiento de agua rural<br>▪ Gestión del recurso hídrico<br>▪ Recurso hídrico y ecosistema de páramo. | ▪ 2018-1<br>▪ 2021-1 | Docente Planta |
| PhD. OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo | Propuesta de Trabajo I<br>Seminario de Profundización I<br>Seminario de Profundización II<br>Trabajo de Grado II<br>Sistemas de abastecimiento de aguas | ▪ Sistemas agroambientales<br>▪ Gestión del recurso hídrico<br>▪ Gestión integral de residuos sólidos.<br>▪ Aprovechamiento de residuos sólidos.<br>▪ Manejo de excretas<br>▪ Tratamiento de aguas residuales | ▪ 2017-11<br>▪ 2018-1<br>▪ 2018-11<br>▪ 2019-1<br>▪ 2021-1 | Docente Planta |
| PhD. MEJÍA AGUILAR, Guillermo | Seminario de Profundización II<br>Trabajo de Grado II | ▪ Planeación y Control de procesos en Obras de Construcción<br>▪ Gestión y Optimización de Proyectos de Construcción<br>▪ Gerencia de Empresas de Construcción<br>▪ Estrategias de Enseñanza<br>▪ Gerencia de Proyectos | ▪ 2018-11<br>▪ 2019-1 | Docente Planta |
| PhD. VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío | Hidrología aplicada | ▪ Ecohidrología de ríos<br>▪ Manejo de cuencas hídricas | ▪ 2021-1 | Docente Planta |
| PhD. ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos | Gestión del recurso hídrico<br>Trabajo de Grado II | ▪ Participación pública y movilización ciudadana<br>▪ Trata de personas | ▪ 2018-1<br>▪ 2019-1<br>▪ 2021-11 | Docente Planta |

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| PhD. GUZMÁN DUQUE, Fernando León | Química ambiental | ▪ Diagnóstico y caracterización de aguas<br>▪ Celdas de combustible microbiana<br>▪ Remediación Ambiental<br>▪ Tratamiento de aguas por métodos avanzados de oxidación | ▪ 2017-11<br>▪ 2021-1 | OPS |
| PhD. SILVA VINASCO, Juan Pablo | Procesos ambientales | ▪ Biofiltración de Gases<br>▪ Contaminación Atmosférica<br>▪ Gestión de Residuos en la Industria | ▪ 2017-11<br>▪ 2021-1 | OPS |
| PhD. ROJAS PADILLA, Jhohny Harold | Gestión del Recurso Hídrico | ▪ Economía Ambiental, Ecológica y de los Servicios Públicos<br>▪ Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible | ▪ 2018-11<br>▪ 2021-11 | OPS |
| PhD.HOLGUÍN GONZÁLEZ, Javier Ernesto | Evaluación y monitoreo de calidad del agua | ▪ Estudio, Prevención y Control de la Contaminación Ambiental | ▪ 2018-1 | OPS |
| PhD. MADERA PARRA, Carlos Arturo | Métodos naturales | ▪ Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales<br>▪ Reúso de aguas residuales<br>▪ Residuos sólidos<br>▪ Salud pública<br>▪ Saneamiento individual | ▪ 2018-11 | OPS |
| MSc. SIERRA RAMÍREZ, Carlos Alberto | Modelación de la calidad del agua superficial | | ▪2018-11 | OPS |
| MSc. VALENCIA ZULUAGA, Viviana | Tratamiento de aguas residuales | ▪ Manejo de lodos<br>▪ Producción de agua potable<br>▪ Recolección y transporte de aguas residuales y pluviales por métodos no convencionales<br>▪ Tratamiento de aguas residuales domésticas y agroindustriales<br>▪ Sistemas de saneamiento en sitio<br>▪ Salud ambiental escolar<br>▪ Manejo integral de residuos sólidos<br>▪ Reuso de aguas residuales y subproductos<br>▪ Uso eficiente del Agua<br>▪ Mejoramiento de la Calidad del Agua<br>▪ Gestión del Recurso Hídrico | ▪ 2021-II | OPS |
| MSc. MARÍN BURBANO, Lina María | Sistemas de abastecimiento de aguas | ▪ Diseño, operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable para fuentes superficiales y subterráneas convencionales y no convencionales, estaciones de bombeo, redes hidráulicas y sanitarias.<br>▪ Gestión integrada del recurso hídrico.<br>▪ Tecnologías de tratamiento de bajo costo de aguas subterráneas con problemas de hierro y manganeso. | ▪ 2021-II | OPS |
| PhD. PINEDA VARGAS, Sergio Manuel | Sistemas de información geográfica | ▪ Simulación y control de sistemas térmicos<br>▪ Sistemas de conversión de energía<br>▪ Ingeniería de preservación y conservación de recursos naturales<br>▪ Modelos de Optimización<br>▪ Tecnologías Emergentes en Geociencias e Ingeniería<br>▪ Construcción Sostenible<br>▪ Modelamiento Hidroclimático | ▪ 2021-1 | OPS |
| Docentes que participaron durante la actual vigencia del registro calificado y no continuarán en el programa | | | | |
| PhD. GÓMEZ ISIDRO, Sully* | Hidrología aplicada | ▪ Hidrología y clima<br>▪ Hidrogeología<br>▪ Flujo en medios porosos y fracturados<br>▪ Hidráulica | ▪ 2017-II | Docente Planta |
| MSc. MENESES FLÓREZ, Jorge Enrique** | Gestión de proyectos | ▪ Control Numérico Computarizado | ▪ 2019-1 | Docente Planta |

| Nombre | Actividad Académica en el Programa | Fortaleza en Investigación | Periodo de contratación | Tipo de Vinculación |
|---|---|---|---|---|
| PhD. RESTREPO TARQUINO, Inés** | Gestión de Proyectos | ▪ Planificación de inversiones<br>▪ Transferencia de tecnología<br>▪ Planificación integrada de recursos hídricos<br>▪ Agua y pobreza<br>▪ Producción más limpia<br>▪ Usos Múltiples del Agua | ▪ 2019-1 | OPS |
| PhD. PÉREZ RINCÓN, Mario Alejandro** | Gestión de Proyectos | ▪ Políticas para el desarrollo sostenible<br>▪ Economía ecológica e indicadores de sostenibilidad<br>▪ Desarrollo sostenible y políticas ambientales<br>▪ Gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento<br>▪ Metodología de transferencia de tecnología e intervención participativa en proyectos de agua y saneamiento | ▪ 2019-1 | OPS |

*Profesora jubilada año 2017.
** Profesores que dictaron una actividad académica que se eliminó del plan de estudios con la reforma del año 2021.

Adicionalmente, cabe mencionar que durante la vigencia del registro calificado se contrató a 13 profesores (5 planta y 8 externos) para la dirección de trabajos de grado, debido a su experiencia en la temática específica en que los estudiantes deseaban desarrollar sus trabajos de aplicación, cubriendo así las necesidades de personal docente.

La composición del cuerpo docente durante la vigencia del registro calificado varió respecto a lo planteado en el PEP para su creación, debido a que desde que se crea el Programa (2016-I) hasta el inicio de la primera cohorte (2017-II) los docentes tanto planta como externos emprendieron otras funciones misionales que limitaron su disponibilidad para la Maestría. Adicionalmente, se incorporó una profesora planta en la Escuela de Ingeniería Civil en el año 2020, quien asumió la labor docente en el Programa llevada a cabo por otra profesora quien se jubiló en el año 2017. Por otra parte, con la reforma del programa se eliminó una actividad académica del plan de estudios, y por lo tanto los profesores quienes estuvieron a su cargo no se incluyen para la vigencia futura. No obstante, el Programa ha mantenido y seguirá manteniendo un cuerpo docente de alto nivel académico y profesional.

## 8.2 PERFILES

### 8.2.1 FORMACIÓN PROFESIONAL, FORMACIÓN PEDAGÓGICA, EXPERIENCIA PROFESIONAL Y EN INVESTIGACIÓN, Y COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS DE LOS PROFESORES DEL PROGRAMA

Las Tabla 14 y 15 dan cuenta de la formación profesional, formación pedagógica, experiencia profesional y competencias tecnológicas de los profesores planta y externos del programa respectivamente. En cuanto a su experiencia en investigación el 100% de los profesores planta y el 64% de los profesores externos se encuentran reconocidos en la última convocatoria de MinCiencias (894 de 2021), no obstante, tal como se detalla en sus CvLac el 93% de los profesores tienen experiencia en investigación.

Tabla 14 Profesores planta Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nombre | Formación[a] | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) | | | Grupo de Investigación | Categoría según Escalafón Institucional | Dedicación[c] | Nivel Idioma Inglés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profesional[b] | Docente otras Universidades | Docente UIS | | | | |
| DOMÍNGUEZ RIVERA, Isabel Cristina https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCur | ISn, PhD | -Curso Montaje del curso en línea CEDEDUIS, 2018.<br>-Curso Aplicaciones de la informática para el aprendizaje en línea CEDEDUIS, 2018. | 17.8 | 2 | 7.1 | GPH | Asociado | T.C. | C1 |

| Nombre | Formación[a] | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) Profesional[b] | Docente otras Universidades | Docente UIS | Grupo de Investigación | Categoría según Escalafón Institucional | Dedicación[c] | Nivel Idioma Inglés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| riculoCv.do?cod_rh=0000286796 | | -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | | | | | | | |
| OVIEDO OCAÑA, Edgar Ricardo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000286206 | ISn, PhD | -Curso Aprendizaje basado en la formación por competencias, CEDEDUIS, 2016. -Curso Google: aplicaciones de la informática en la educación, CEDEDUIS, 2018. -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 16.9 | 5 | 8.4 | GPH | Titular | T.C. | B2 |
| MEJÍA AGUILAR, Guillermo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000609315 | IC, PhD | -Participación en programas de cualificación o formación, CEDEDUIS, 2016. -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 30.8 | 8 | 16.1 | INME-GEOMÁTICA | Titular | T.C. | B2 |
| VILLAMIZAR AMAYA, Sandra Rocío https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000526185 | IC, PhD | -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. -Diplomado en Docencia Universitaria. Universidad Pontificia Bolivariana, sede Floridablanca, 2016. | 20 | 6 | 1 | GPH | Asistente | T.C. | C1 |
| ACEROS GUALDRÓN, Juan Carlos https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000256595 | Psic. PhD. | -Curso de formación docente para la enseñanza apoyada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) UIS, 2020. | 19 | | 5 | G-PAD | Asistente | T.C. | B1 |

**a** IC: Ingeniero Civil; ISn: Ingeniero Sanitario. Psic: Psicólogo
**b** Se consideró desde la graduación de pregrado
**c.** Tiempo completo

Tabla 15 Profesores externos Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| Nombre | Formación | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) Profesional[a] | Docente | Institución, Grupo de Investigación | Idiomas | Vinculación[b] | Dedicación[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GUZMÁN DUQUE, Fernando León https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000770558 | Ing. Químico, PhD. | Especialización en Docencia Universitaria. Universidad de Medellín, 2021 | 19 | 12 | Universidad de Antioquia Grupo de Bioprocesos | Inglés Francés | OPS | T.P |

| Nombre | Formación | Desarrollo Pedagógico y competencias tecnológicas (últimos cinco años) | Experiencia (años) | | Institución, Grupo de Investigación | Idiomas | Vinculación[b] | Dedicación[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profesional[a] | Docente | | | | |
| SILVA VINASCO, Juan Pablo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000092100 | Ing. Químico, Esp., MSc., PhD. | Profesor de la Dirección de Nuevas Tecnologías y Educación Virtual DINTEC de la Universidad del Valle. | 31 | 23 | Universidad del Valle<br>Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA) | Inglés<br>Portugués | OPS | T.P |
| ROJAS PADILLA, Jhohny Harold https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000469424 | Economista, MSc., PhD. | Diplomado Lectura y escritura para la enseñanza universitaria. Universidad del Valle, 2019. | 26 | 13 | Universidad del Valle<br>Comunidad, Ambiente y Sustentabilidad | Inglés | OPS | T.P |
| HOLGUÍN GONZÁLEZ, Javier Ernesto https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000521701 | Ing. Sanitario, MSc., PhD. | | 20 | 11 | Universidad Autónoma de Occidente<br>Modelado, Análisis y Simulación de Procesos Ambientales e Industriales (PAI+) | Inglés | OPS | T.P |
| MADERA PARRA, Carlos Arturo https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000038199 | Ing. Sanitario, MSc., PhD. | | 30 | 26.5 | Universidad del Valle<br>Estudio y Control Contaminación Ambiental (ECCA).<br>Grupo de Saneamiento Ambiental. | Inglés | OPS | T.P |
| SIERRA RAMÍREZ, Carlos Alberto | Ing. Sanitario, MSc. | | 42 | 24 | N/A | Inglés | OPS | T.P |
| VALENCIA ZULUAGA, Viviana https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001015745 | Ing. Sanitaria, MSc. | E-Mediador en AVA (Ambientes Virtuales de Aprendizaje). Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), 2018. | 15 | 5.8 | Universidad del Valle<br>Grupo de Saneamiento Ambiental. | Inglés | OPS | T.P. |
| MARÍN BURBANO, Lina María https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000284939 | Ing. Sanitaria, MSc. | | 20 | 10 | Universidad del Valle<br>Grupo Abastecimiento de Agua | Inglés | OPS | T.P. |
| PINEDA VARGAS, Sergio Manuel https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000062839 | Ing. Civil, MSc. PhD. | Diplomado en Docencia Universitaria. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2016<br>Evaluación y calidad en el e-learning. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2020<br>Tutoría y moderación en Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2020<br>Diplomatura en Educación Virtual. Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, 2020 | 20 | 16.5 | Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga<br>Grupo de Investigación de Ingeniería Civil, GRINDIC | Inglés | OPS | T.P |

**a** Se consideró desde la graduación de pregrado.
**b** OPS: Orden de Prestación de Servicios
**c** T.P. Tiempo Parcial

# 9 MEDIOS EDUCATIVOS

Conscientes de las necesidades para llevar a cabo el proceso formativo y las diversas actividades planteadas en la propuesta curricular, se considera fundamental contar con material bibliográfico y bases de datos para las líneas de investigación que el programa desarrolla, disponibilidad de recursos informáticos (computadores, software, conexiones a redes y multimedia), una plataforma tecnológica que garantice buena conectividad y acceso a bases de datos o sistemas de información a nivel mundial, laboratorios, y recursos de aprendizaje. A continuación, se describen en detalle los medios educativos con que cuenta el programa a la fecha.

### 9.1.1.1 BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Como apoyo importante a la actividad académica de la universidad, el campus universitario de la UIS cuenta con un moderno edificio dotado con material bibliográfico actualizado en todas las áreas del conocimiento que se mantiene en proceso de modernización y ofrece a los usuarios no sólo material en formato papel, sino también una extensa colección de recursos electrónicos de alta calidad, para ello existe la interface para consulta vía Internet del catálogo bibliográfico con acceso para toda la comunidad universitaria. En la Tabla 16 se muestran los indicadores de la biblioteca UIS del último año.

Tabla 16 Resumen de indicadores bibliográficos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander

| Resumen | | |
|---|---|---|
| Total Libros | 100.272 | Ejemplares |
| Total Trabajos de Grado | 38.642 | Títulos |
| Total Publicaciones Periódicas | 247.485 | Títulos |
| Total Colecciones Especiales | 4.387 | Títulos |
| Total Recursos Electrónicos | 508.203 | Títulos |
| Total Préstamos por día | 322 | |
| Consultas en Sala | 227.992 | Consultas / año |
| Consultas en Línea | 839.471 | Consultas / año |

Fuente: Biblioteca UIS

#### 9.1.1.1.1 Base de datos

La biblioteca central cuenta con diferentes recursos electrónicos, dentro de estos se destacan las bases de datos de ciencias aplicadas y multidisciplinarias, entre ellas: SCIENCE@DIRECT, SPRINGER (Revistas y Libros), WEB OF SCIENCE®, EBSCO HOST, EBSCO OPEN DISSERTATIONS, ASCE, Knovel, PROQUEST, JoVE, IEEE/IEE ELECTRONIC LIBRARY (IEL) [TC, CONSTRUDATA, AMS [TC], E-LIBRO, V-LIBRARY ODILO, TAYLOR & FRANCIS, SCIENCE, SCIFINDER SCHOLAR.

### 9.1.1.2 RECURSOS INFORMÁTICOS Y AUDIOVISUALES

La UIS cuenta en el ámbito institucional con el Centro de Tecnologías de la Informática y Comunicación - CENTIC, administrado por la División de Servicios de Información – DSI, para ofrecer a la comunidad entre otros, los siguientes servicios: programación de actividades académicas por requerimiento de las diferentes escuelas, servicio de Internet, servicio de prácticas para diferentes actividades académicas, servicios de prácticas libres, servicios de impresión y escáner, y servicios de soporte a usuarios de la comunidad universitaria. Dentro de la infraestructura y recursos necesarios para prestar los servicios del CENTIC se encuentran:

- 28 salas de informática (890 equipos de cómputo para usuarios)
- 1 sala de informática para educación especial
- 10 salas multimedia bipersonales para repaso de materiales en video
- 1 sala de informática para capacitación de profesores en producción multimedia
- 1 centro para computación de alto rendimiento
- 1 sala de informática para capacitación en computación de alto rendimiento
- 1 centro de producción audiovisual
- 3 salas de reuniones con posibilidad de interconexión por videoconferencia con pares nacionales e internacionales
- 1 auditorio de videoconferencia con capacidad para 80 participantes y posibilidad de interconexión hasta con 12 campus simultáneos nacionales e internacionales
- 1 laboratorio de investigación y desarrollo en TIC con 7 puestos de trabajo

- 1 centro de control de seguridad, accesos, telecomunicaciones y sonido, 1 oficina de dirección científica, 1 oficina de coordinación de soporte a usuarios, 4 puntos de información y de soporte a usuarios (1 por piso), 1 oficina de vigilancia tecnológica, 1 sala de equipos servidores que soportan los sistemas de información institucionales y 1 vestíbulo principal para consulta y reserva de recursos.

Sumado a lo anterior, la Universidad ha dotado las aulas de docencia para operación en modo híbrido, con el propósito de garantizar los recursos informáticos y de telecomunicaciones adecuados y necesarios para la realización de actividades académicas en presencialidad remota y normal. Dichos salones híbridos están provistos por un computador que controla los demás dispositivos, un monitor, una pantalla industrial de brillos especiales con una vida útil de 50 mil horas que puede permanecer las 24 horas del día en funcionamiento continuo, una cámara web, una barra de video conferencia, 6 micrófonos omnidireccionales, una cámara de video de alta resolución (4k con un enfoque de 6 metros), juego de parlantes y un control remoto.[37]

Adicionalmente, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 3 tres salas de informática, dotadas de 32 puestos de trabajo en las salas 1 y 2, y de 20 puestos en la sala 3. Los computadores que se encuentran en las salas son IMAC 21.5", Intel I3 3.06/RAM 12GB/Disco Duro 500GB/ ATI Radeon HD4670 y HP, AMD Phenom II X4 3.00 GHz/RAM 12 GB/ Disco Duro 300GB/ ATI Radeon HD 4200.

#### 9.1.1.3 SOFTWARE

La Universidad cuenta con el licenciamiento Campus agreement con Microsoft de Colombia, el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft Enrollment for Education Solutions (EES) para satisfacer las necesidades de software para estudiantes, profesores y empleados. El licenciamiento incluye Office 365 Proplus, Windows Edu A3, Project Professional, Visio Professional, Visual Studio Professional, Correo Office 365. Con el fin de brindar nuevas herramientas tecnológicas, desde el año 2016 la Universidad adquirió el licenciamiento corporativo del software: MATLAB (Matrix (Laboratory). Aasí mismo, la Universidad cuenta con el software TURNITIN en línea que permite comparar originalidad de trabajos escritos y prevenir el plagio, con posibilidad de realizar retroalimentación formativa. Además, la UIS cuenta con la herramienta REFWORKS para gestionar referencias bibliográficas en entorno web, que proporciona a los investigadores recursos para simplificar el flujo de trabajo y maximizar la productividad en la investigación.

Particularmente, la Escuela de Ingeniería Civil ha adquirido licencias de software (cf. Tabla 17), las cuales pueden ser utilizadas por el programa.

Tabla 17 Software de la Escuela de Ingeniería Civil

| Tipo | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| **Educativa** | AutoDesk Master Suite 2012 | 25 |
| | Matlab, Matemática simbólica y Excel + Licencia Toolbox para usar con Matlab de 10 Usuarios | 50 |
| | ArcGIS Desktop. Incluye: Netword Analyst, 3D Analyst, Spatial Analyst Tracking Analyst, Data Interoperability, Schematics, Geostatistical Analyst | 62 |
| | Plaxis 2D 2011, 2D Dinamics y 2D Plax Flow con suscripcion VIP | 25 |
| | Antivirus Kaspersky Bussines Space Security (Estaciones de Trabajo y Servidores de Archivo) | 130 |
| | Windows Standard | 34 |
| | Flash Builder Prem 4.0 MLP AOO | 1 |
| | GeoStudio | 1 |
| | ARTeMIS Modal Pro | 1 |
| | PERFORM – 3D | 2 |
| | DIANA FEA | 3 |
| | MIDAS CIVIL | 27 |
| | MIDAS GEN | 15 |
| | MIDAS FEA | 15 |

[37] Universidad Industrial de Santander. Noticia web. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/rss/noticia.jsp?id=14212&canal=canalComunicaciones.xml&facultad=ppal.

| Tipo | Descripción | Cantidad |
|---|---|---|
| | SAP2000 | 20 |
| | CSI BRIDGE | 20 |
| | ETABS | 20 |
| | RocScience | 1 |
| **Comercial** | AutoCAD Civil 3D 2012 | 1 |
| | Acrobat Professional 10.0 WIN AOO | 1 |
| | Académica de software comercial ConstruData, planeación académica (Construplan- Construcad- Construanalisis- Construcontrol) | 21 |
| | Licencia TransCad | 1 |
| | Licencia TransModeler | 2 |
| | RocScience | 1 |
| | Enterprise Architect | 4 |

#### 9.1.1.4 LABORATORIOS

La Escuela de Ingeniería Civil cuenta con ocho laboratorios (Hidráulica, Procesos Ambientales, Mecánica de Fluidos, Estructuras, Resistencia de Materiales, Suelos y Pavimentos, Topografía, Geomática) para llevar a cabo labores de docencia e investigación en las áreas de actuación de la Ingeniería Civil, de los cuales se destacan para el Programa los de Hidráulica, Procesos Ambientales, Mecánica de Fluidos y Geomática.

#### 9.1.1.5 PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS

La Universidad reconoce la apropiación y uso adecuado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como una estrategia que genera posibilidades para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de una amplia gama de recursos y servicios. Es por esto que cuenta con la Política de apoyo a la formación mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y su respectivo programa de implementación, adoptando Moodle como plataforma institucional.[38] En la plataforma Moodle los profesores cuentan con diferentes recursos para el desarrollo de las experiencias de aprendizaje que se brindarán a los estudiantes en la actividad académica que dirija, de tal forma que cada una de ellas tendrá su propia información, recursos y actividades. Sumado a lo anterior, la Universidad cuenta con el licenciamiento Campus agreement con Microsoft de Colombia, el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft Open Value Suscription for Educations solutions (OVS-ES), incluye la plataforma Teams. Adicionalmente, debido a la coyuntura generada por la pandemia por Covid-19, la Universidad dispone de 700 salas en la plataforma Zoom, como espacios de trabajo para actividades académicas presenciales sincrónicas en línea e híbridas. De manera particular, el área de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 8 salas zoom al servicio exclusivo de sus programas, para el desarrollo de las diferentes actividades que requieren de comunicación e interacción con sus estudiantes y profesores, conferencistas, consulta a expertos, entre otras.

# 10 INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Los recursos físicos disponibles para uso del programa son de dos (2) tipos: a) Aquellos que son comunes para toda la comunidad educativa de la Universidad como los auditorios, las bibliotecas, salas de cómputo, los espacios deportivos, las zonas de recreación, cafeterías, entre otras; y b) Instalaciones disponibles para el programa de manera más específica. La infraestructura tecnológica es común para toda la Universidad con acceso dependiente del rol del usuario.

## 10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

[38] Universidad Industrial de Santander. Informe de Autoevaluación Institucional 2021. Numeral 5.4.1, pág. 150. Disponible en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/acreditacionInstitucional/documentos/InformeAutoevalucionInstitucional2021.pdf

### 10.1.1 SEGUIMIENTO Y VALORACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA: CANTIDAD, CALIDAD Y CAPACIDAD

#### 10.1.1.1 INFRAESTRUCTURA FÍSICA COMUNIDAD UIS

La Universidad cuenta con una planta física comprendida por un Campus Central, la Facultad de Salud y las sedes UIS-Bucarica, UIS-Floridablanca, y UIS-Guatiguará; adicionalmente, la Universidad tiene sus sedes regionales en los municipios de Barbosa, Málaga, Socorro y Barrancabermeja. El Campus Central de la UIS cuenta con 136.906,30m$^2$ de área total construida, 39 edificios en los que se adelantan labores de docencia, investigación, extensión y de apoyo administrativo, distribuidos en 307 aulas,192 laboratorios y talleres especializados, 58 salas de cómputo. Asimismo, dispone del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación – CENTIC, la Biblioteca Central, el Auditorio Luis A. Calvo y 16 auditorios auxiliares. La Universidad cuenta, además, con bibliotecas, centros de estudios, aulas máximas, salas de conferencias, cafeterías, áreas libres, recreativas y deportivas y zonas verdes, espacios destinados a la consulta bibliográfica, el estudio y la realización de eventos académicos y de bienestar. Además, es importante destacar el espacio de zonas verdes y sociales, adecuadas con bancas y sitios de descanso, distribuidos por el campus, que facilitan el intercambio entre estudiantes y, en general, entre todos los miembros de la comunidad. En la sede de Investigaciones en Guatiguará, ubicada en la zona suburbana del municipio de Piedecuesta, se propicia un clima favorable para la investigación, dotada con aulas, laboratorios, salas de informática, salas de estudio, oficinas docentes, oficinas administrativas y auditorio.

#### 10.1.1.2 PLATAFORMA TECNOLÓGICA Y DE COMUNICACIONES UIS[39]

Como soporte principal de sus actividades misionales, la UIS dispone de una red de datos LAN institucional implementada con una topología soportada en 3 grandes capas (CORE, DISTRIBUCION, ACCESO) esto garantiza que la infraestructura de red sea escalable y pueda mantener un desempeño óptimo. A la fecha, la red LAN institucional cuenta con aproximadamente 7600 computadores para profesores, estudiantes y empleados, 220 switches, 660 Access Points's, más de 1500 extensiones telefónicas, 70 equipos servidores y más de 7500 puntos de red cableados. Para protección de la red, se cuenta con equipos dedicados para control y mitigación de vulnerabilidades de red (firewalls, solución IPS y anti-spam) y herramientas de monitoreo de la misma, que permiten reaccionar oportunamente ante fallas. Así mismo, se tiene el acceso al servicio mundial de movilidad segura - Eduroam, desarrollado para la comunidad académica y de investigación.

#### 10.1.1.3 INFRAESTRUCTURA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

La Maestría en en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se desarrolla específicamente en el campus central, en los espacios asignados a la Escuela de Ingeniería Civil, entre ellos:

- El Edificio de Laboratorios Pesados: en la planta baja y parte de la primera planta del edificio se encuentran el área administrativa, oficinas de docentes, el centro de estudios para los estudiantes; siete (7) aulas de clase; tres (3) salas de informática, la sala de visualización y el laboratorio de Geomática.
- El Edificio del Laboratorio de Hidráulica: en este edificio se encuentran dos (2) aulas de clase, oficinas de docentes planta, instalaciones del Grupo de investigación GPH y el laboratorio de hidráulica.
- El Edificio Centro de Caracterización de Materiales: en este edificio se encuentra el laboratorio de topografía, suelos y pavimentos, estructuras, y resistencia de materiales; estos laboratorios tienen como función primordial la enseñanza y el aprendizaje teórico – práctico de los diferentes ensayos, equipos, métodos y prácticas.

El espacio destinado para el desarrollo de los programas de posgrado de la Escuela de Ingeniería Civil incluye tres aulas de clase para 30 estudiantes, tres aulas de clase para 50 estudiantes y un aula de clase para 60 estudiantes. Todas las aulas disponen de aire acondicionado, video proyector y de punto de conexión de red. Las aulas de 50 y 60 estudiantes cuentan con un conector a la red eléctrica disponible en cada puesto. Existe conexión a Internet a través de sistema Wifi. Se dispone de tres salas de informática ubicadas en la planta sótano del edificio Laboratorios Pesados, dotadas de 32 puestos de trabajo en las salas 1 y 2, y de 20 puestos en la sala 3, con su respectivo mobiliario, equipo de cómputo y software propio del programa. Estas salas de informática cuentan con una oficina de coordinación ubicada en el grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas con el fin de administrar el acceso de los estudiantes, manejar la disponibilidad de horario, dar soporte técnico a los estudiantes y realizar el mantenimiento

[39] Estado de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en La Universidad Industrial de Santander, 2021. Disponible en: https://www.uis.edu.co/intranet/documentos/dsi/estadoTICs.pdf .

preventivo a los equipos de cómputo. Así mismo, se cuenta con la sala de visualización, dedicada a la representación gráfica de información geodésica, que dado su carácter científico implica un importante grado de precisión en la visualización.

# 11 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

La UIS establece en su Estatuto General[40] y en su Proyecto Institucional[41] que ofrecerá un servicio de excelencia en todos sus programas, los cuales deben estar comprometidos con un proceso permanente de mejoramiento de su calidad y pertinencia. Acorde con los lineamientos Institucionales establecidos en el Estatuto General y el Proyecto Institucional, la Escuela de Ingeniería Civil, asegura la calidad del Programa manteniendo la cultura de la autoevaluación, de tal forma que durante la vigencia del registro calificado del Programa realizó un proceso de autoevaluación cubriendo los años 2017-2021, el cual permitió detectar las fortalezas, aspectos susceptibles de mejora y debilidades, así como definir un plan de mejoramiento a ejecutarse en los años 2021-2026.

**Plan de Mejoramiento**

El plan de mejoramiento del programa está conformado por cuatro (4) proyectos[42] y dos (2) acciones[43] relacionados con las siguientes áreas de mejora: Comunicación y apropiación de la información, Graduación de estudiantes, Mejoramiento curricular, Infraestructura física y Aspectos financieros. En la Tabla 18, se encuentra el cronograma resumen del plan de mejoramiento.

Tabla 18 Resumen del plan de mejoramiento del programa

| Área de mejora | Proyecto o acción | 2021 | 2022 | | 2023 | | 2024 | | 2025 | | 2026 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I |
| Comunicación y apropiación de la información | Acción 1: Fortalecimiento de la comunicación con aspirantes al Programa. | | | | | | | | | | |
| | Proyecto 1: Promoción de Actividades de formación integral. | | | | | | | | | | |
| Graduación de estudiantes | Acción 2: Intensificación del acompañamiento en el Trabajo de Aplicación. | | | | | | | | | | |
| | Proyecto 2: Fortalecimiento de la competencia de comunicación escrita. | | | | | | | | | | |
| Mejoramiento curricular | Proyecto 3: Reforma Curricular del Programa. | | | | | | | | | | |
| Infraestructura física | Proyecto 4: Proyecto de Inversión del laboratorio de Procesos Ambientales. | | | | | | | | | | |

Para la nueva vigencia del registro calificado, en la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental se realizará mínimo un proceso de autoevaluación, empleando el modelo de evaluación establecido en el Acuerdo No. 02 del Consejo Nacional de Educación Superior del año 2020[44], con los debidos ajustes de acuerdo con la naturaleza del programa (profundización) y el nivel de formación (maestría), debido a que este modelo logra la articulación de los procesos de acreditación con los procesos de Registro Calificado descritos en el Decreto 1330 de 2019.

[40] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo N°166 de 1993. Estatuto General (Compilación de normas vigentes a julio de 2012). Art. 11, Art 12 y Art 13.

[41] Universidad Industrial de Santander, Consejo Superior. Acuerdo No. 26 de 2018. Proyecto Institucional. Pág. 23

[42] Corresponden a un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas para alcanzar un determinado objetivo con miras a consolidar o proyectar las fortalezas, eliminar vulnerabilidades latentes de algunas de estas y superar las debilidades del programa; pueden exigir o no recursos financieros adicionales.

[43] Corresponden a actividades o tareas puntuales enfocadas al mejoramiento continuo del programa y que no requieren recursos financieros adicionales.

[44] Consejo Nacional de Educación Superior (CESU). Acuerdo 02 del 01 de julio de 2020 - Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad.

# 12 RECURSOS FINANCIEROS

La Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental es un programa que funciona en el esquema de autofinanciación según el Reglamento de Posgrado, artículo 11 del Acuerdo Superior No.075 de 2013. La Maestría cuenta con el fondo especial 9318, donde se registran ingresos por concepto de matrícula y derechos académicos. De este fondo se ejecutan los gastos relacionados con honorarios, papelería, materiales, gastos de viaje, entre otros, requeridos para el funcionamiento del Programa. El presupuesto de ingresos aprobado para el año 2022 de este fondo especial es de $154.000.000. Para la gestión financiera y administrativa del Programa se cuenta con un Coordinador(a), así como dos profesionales para apoyo financiero y académico-administrativo. Adicionalmente, es de mencionar que, la Escuela de Ingeniería Civil cuenta con 2 profesionales (financiera, calidad), 4 técnicos de laboratorio, 2 secretarias y 3 auxiliares administrativos, que dan apoyo complementario al programa cuando se requiere.

Los aspectos financieros considerados para el funcionamiento de la Maestría fueron modificados durante la vigencia del registro calificado, aprobándose según Acuerdo Superior No. 36 del 23 de agosto de 2019. Esta modificación estuvo sustentada en que luego del desarrollo de la primera cohorte del programa en el año 2017, donde se contó con 21 estudiantes, se tuvo disponible información de los costos reales que implica ofrecer el programa. Por otro lado, teniendo en cuenta, que se abrieron inscripciones para la segunda cohorte en cuatro oportunidades, sin alcanzar el número de estudiantes requerido para la apertura del programa, y considerando la apertura reciente de posgrados similares en otras universidades de la región con derechos pecuniarios menores, así como las modificaciones curriculares propuestas en la reforma, se consideró pertinente revisar el Documento de Recursos Financieros del Programa, sin embargo, como resultado de dicha revisión se concluye que *no es necesario modificar los derechos pecuniarios del programa.*

# 13 PLAN DE TRANSICIÓN

El Decreto 1075 de 2015 del Ministerio de Educación Nacional, artículo 2.5.3.2.10.5 establece definir un régimen de transición que garantice los derechos de los estudiantes para los programas que realicen reforma de su plan de estudios. Este plan de transición considera los siguientes aspectos:

• Se establece como fecha de entrada en vigencia, el periodo académico posterior a la fecha de aprobación del nuevo plan de estudios por el Ministerio de Educación Nacional.

• Bajo ninguna circunstancia un estudiante podrá terminar su programa con un creditaje total inferior al contemplado en la reforma curricular.

Estudiantes nuevos admitidos.

Los estudiantes admitidos a la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental a partir del período académico siguiente a la aprobación de la reforma curricular por el Ministerio de Educación Nacional, se regirán por el plan de estudios presentado en el numeral 4.5.1.3

Estudiantes regulares

A los estudiantes regulares de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, a partir del período académico siguiente a la aprobación de la reforma curricular por el Ministerio de Educación Nacional, se les garantizará continuar con su formación en las condiciones con que ingresaron y como opción tendrán la posibilidad de acogerse voluntariamente al nuevo plan de estudios, de acuerdo al plan de equivalencias establecido (Tabla 19), y podrán realizar la solicitud de homologación, considerando el procedimiento establecido por el Comité Asesor de Programas de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Civil.

Estudiantes readmitidos

Los estudiantes que, a partir del período académico siguiente a la aprobación de la reforma curricular por el Ministerio de Educación Nacional, sean readmitidos al programa, se regirán por el nuevo plan de estudios descrito en el numeral 4.5.1.3

Tabla 19 Plan de Transición de la Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

| ACTUAL | | | | | | PROPUESTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NIVEL | CÓDIGO | ACTIVIDAD ACADÉMICA | HIP | HTI | CRÉDITOS | NIVEL | CÓDIGO | ACTIVIDAD ACADÉMICA | HIP | HTI | CRÉDITOS |
| I | 28469 | Química ambiental | 40 | 120 | 3 | I | P.A. | Química Ambiental | 50 | 150 | 4 |
| I | 28470 | Procesos ambientales | 40 | 120 | 3 | I | P.A. | Procesos Ambientales | 50 | 150 | 4 |
| I | 28471 | Gestión de recursos hídricos | 30 | 90 | 3 | I | P.A. | Gestión de Recursos Hídricos | 40 | 106 | 3 |
| I | 28472 | Hidrología aplicada | 40 | 120 | 3 | II | P.A. | Hidrología y clima | 50 | 150 | 4 |
| I | 28473 | Propuesta de trabajo I | 10 | 30 | 1 | I | P.A. | Seminario de Profundización I | 20 | 60 | 2 |
| II | 28474 | Sistemas de Información Geográfica | 30 | 90 | 3 | II | P.A. | Sistemas de Información Geográfica | 30 | 120 | 3 |
| II | 28475 | Seminario de profundización I | 20 | 60 | 2 | II | P.A. | Seminario de Profundización II | 20 | 60 | 2 |
| II | 28476 | Propuesta de trabajo II | 30 | 90 | 3 | II | P.A. | Propuesta de Trabajo de Grado | 16 | 56 | 2 |
| II | | Electiva I | 40 | 120 | 3 | II | P.A. | Electiva I | 40 | 120 | 3 |
| II | | Electiva II | 40 | 120 | 3 | III | P.A. | Electiva II | 40 | 120 | 3 |
| III | | Electiva III | 40 | 120 | 3 | III | P.A. | Electiva III | 40 | 120 | 3 |
| III | | Electiva IV | 40 | 120 | 3 | III | P.A. | Electiva IV | 40 | 120 | 3 |
| III | 28477 | Seminario de profundización II | 32 | 96 | 3 | III | P.A. | Seminario de Profundización III | 20 | 60 | 2 |
| III | 28478 | Trabajo de grado I | 48 | 144 | 4 | III | P.A. | Trabajo de Grado I | 16 | 56 | 2 |
| IV | 28480 | Trabajo de grado II | 80 | 240 | 7 | IV | P.A. | Trabajo de Grado II | 32 | 144 | 4 |
| | | | | | | IV | P.A. | Seminario de Profundización IV | 20 | 60 | 2 |
| | | | | | | IV | P.A. | Electiva V | 40 | 120 | 3 |
| | | | | | | IV | P.A. | Electiva VI | 40 | 120 | 3 |

Nota: P.A Por Asignar

**ELECTIVAS**

| ACTUAL | | | | | PROPUESTO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CÓDIGO | ACTIVIDAD ACADÉMICA | HIP | HTI | CRÉDITOS | CÓDIGO | ACTIVIDAD ACADÉMICA | HIP | HTI | CRÉDITOS |
| 28482 | Manejo de Inundaciones | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | - |
| 28483 | Hidrogeología | 40 | 120 | 3 | P.A. | Hidrogeología | 40 | 120 | 3 |
| 28484 | Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua | 40 | 120 | 3 | P.A. | Monitoreo y Evaluación de la calidad del agua | 40 | 120 | 3 |
| 28485 | Gestión de Residuos Sólidos | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | - |
| 28481 | Tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 | P.A. | Tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 |
| 28486 | Sistemas de abastecimiento de agua | 40 | 120 | 3 | P.A. | Sistemas de abastecimiento de agua | 40 | 120 | 3 |
| 28492 | Modelación de la calidad del agua superficial | 40 | 120 | 3 | P.A. | Modelación de la calidad del agua superficial | 40 | 120 | 3 |
| 28487 | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 | P.A. | Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales | 40 | 120 | 3 |
| 28488 | Drenaje urbano | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | |
| 28489 | Modelación de aguas subterráneas | 40 | 120 | 3 | P.A. | Modelación de aguas subterráneas | 40 | 120 | 3 |
| 28490 | Diseño de sistemas de tratamiento y disposición final de residuos | 40 | 120 | 3 | - | - | - | - | |
| 28491 | Diseño de plantas de potabilización | 40 | 120 | 3 | P.A. | Diseño de plantas de potabilización | 40 | 120 | 3 |

Nota: las actividades académicas que no tienen datos en el plan propuesto corresponden a electivas que se eliminaron del plan de estudios.

2150

Bucaramanga, julio 19 de 2022

Doctora

ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR

Directora de Planeación

Universidad Industrial de Santander

Presente

Respetada Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la primera revisión de la propuesta de reforma curricular con fines de renovación de registro calificado de la **Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** de la Escuela de Ingeniería Civil, me permito adjuntar las observaciones de la profesora María del Pilar Vargas Daza.

Teniendo en cuenta que es necesario realizar ajustes al PEP, quedamos a la espera de una nueva versión.

Cordialmente,



ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ

Directora

Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexo: Primer concepto curricular

**OBSERVACIONES AL DOCUMENTO PARA LA REFORMA CURRICULAR Y RENOVACIÓN DEL REGISTRO CALIFICADO DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Primer concepto**

La Escuela de Ingeniería Civil presenta la propuesta de reforma curricular con miras a la renovación del registro calificado.

1. **CONTEXTO DEL PROGRAMA.**
   El documento presenta la misión, visión y programas ofrecidos por la unidad académica.

2. **JUSTIFICACIÓN DE LA REFORMA CURRICULAR.**
   El programa propone la reforma curricular con base en los siguientes argumentos:
   - Actualizar el PEP a los requerimientos establecidos en el Decreto 1330 de 2019 y a la Resolución 021795 del MEN, así como a la normatividad institucional vigente.
   - Modificar la denominación del programa con el fin que el enfoque sea más ingenieril. Se propone cambiar el nombre de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental por Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.
   - Modificación del perfil del aspirante teniendo en cuenta los conocimientos previos necesarios para cursar el programa.
   - Establecer explícitamente los resultados de aprendizaje de los estudiantes y actualizar las competencias del perfil de egreso teniendo como base para su construcción la Taxonomía de Bloom.
   - Delimitar las líneas de profundización e investigación en el programa.
   - Actualización de la fundamentación teórica, el objeto de estudio y los propósitos del programa.
   - Ajustes en el número de créditos, las HIP/HTI.
   - Inclusión, modificación y exclusión de algunos espacios académicos al programa.
   - Incluyen dos momentos cruciales de evaluación formativa a lo largo del plan de estudios.
   - En la última viñeta de la página 14 del documento, se refieren a los programas de actividades académicas como syllabus. Y, en esa misma página, las abreviaturas TAD y TI también deben cambiarse por HIP y HTI respectivamente, con el fin de unificar términos con los establecidos en el Acuerdo 023 del CA del 2022.

Los argumentos expresados en el documento son sólidos para realizar la reforma curricular.

## 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

- Se propone cambiar el nombre actual por Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental. Teniendo en cuenta que será una nueva denominación, es necesario tener en cuenta lo establecido en el artículo 55 de la Resolución 21795 del 2020 y presentar las evidencia e indicadores que allí solicitan.
- Esta maestría será de profundización.
- Incluyen la explicación de la correspondencia de la denominación con el título a otorgar, el nivel de formación, los contenidos curriculares, los RA y el perfil del egresado.
- Incluyen los campos de educación y formación del programa.
- La modalidad continuará presencial.
- El programa se ofrecerá en Bucaramanga.
- La duración será de cuatro (4) semestres; las clases se orientan los fines de semana (viernes de 6 pm a 10 pm y sábado de 7 am a 1 pm) y la admisión es por cohorte.
- Se propone aumentar de 50 a 51 créditos académicos, lo cual está dentro de lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado, artículo 96, parágrafo 2 y en el Acuerdo 023 del CA del 2022.
- El número máximo de estudiantes admitidos es de 30 por cohorte.

## 4. CONSIDERACIONES PARA INGRESO AL PROGRAMA

### 4.1. Perfil del aspirante:

Establecen que el aspirante al programa deber ser profesional en áreas de ingeniería civil, ambiental, sanitaria, química, geología.

Es necesario ajustar la redacción del perfil del aspirante para ser más específico en los profesionales que pueden cursar esta maestría.

### 4.2. Criterios y proceso de admisión.

Se establecen en el PEP a partir del Reglamento General de Posgrado, artículos 89 y 90. Adicionalmente, se relacionan los lineamientos del Programa.

## 5. PROPUESTA CURRICULAR

### 5.1. Justificación del programa:

**a) Estado de la oferta de educación y formación del programa.**

- Identificaron las instituciones con mayor reconocimiento a nivel nacional e internacional.
- Presentan los programas a nivel nacional e internacional en donde incluyen información como denominación, número de semestres, créditos, modalidad, lugar, perfil del aspirante y áreas.
- Además de presentar la información, se realiza un análisis de los cambios en los programas afines y la incidencia de éstos en la Maestría.

- Incluyen un análisis de los estudiantes inscritos, admitidos y matriculados en la UIS con respecto al número de graduados en programas de pregrado afines que pudieran estar interesados en el programa.
- Realizan un análisis de las oportunidades de desarrollo para el capital humano que contribuya a la sostenibilidad mundial mediante los convenios de investigación y extensión, los trabajos de grado de los estudiantes, entre otros.

**b) Justificación de la modalidad y de los lugares donde se desarrollará el programa.**

- El documento expresa que la modalidad presencial es fundamental porque en Bucaramanga, sede donde se ofrece el programa, se congregan la mayoría de profesores, grupos de investigación y se encuentra la infraestructura física y medios educativos para el proceso de formación. Adicionalmente, el desplazamiento y la estadía de estudiantes que vienen de otros sectores es fácil por las vías de acceso a la ciudad.

**c) Necesidades de la región y del país y su articulación con la propuesta curricular.**

- Describen los desafíos académicos y científicos que atenderá el programa a partir de un análisis del entorno global, nacional, regional y local.
- Incluyeron el análisis de la potencial actividad profesional a partir de los resultados de encuestas a 1.057 graduados de programas afines.
- Relacionan las áreas en las que, según el Marco Nacional de Cualificaciones pueden desempeñarse a cabalidad los egresados del programa: área 20 de Conservación, protección y saneamiento ambiental y área 09 de Construcción e infraestructura.

**d) Justificación de los atributos o factores diferenciales.**

Dentro de los factores diferenciales relacionan:

- Las tres líneas de profundización del programa.
- El enfoque de ingeniería en el plan de estudios.
- Incluir el estudio de la cuenca hidrográfica dentro del programa.
- El fortalecimiento de la capacidad de investigación aplicada y profundización en recursos hídricos.

**e) Justificación del campo de educación y formación en los que se desarrolla el programa.**

Incluyen el campo amplio, detallado y específico del programa.

**5.2. Conceptualización teórica y epistemológica del programa:**

El documento presenta la fundamentación teórica de la Maestría, la cual incluye las teorías y conceptos que se abordarán en el programa.

Adicionalmente, incluyen un organizador gráfico de información

### 5.3. Objeto de estudio del programa.

La Maestría define como objeto de conocimiento los recursos hídricos y el saneamiento ambiental fundamentado en la comprensión de los fenómenos hidrológicos y de los procesos ambientales a escalas de análisis adecuadas y la aplicación de estos conceptos en la evaluación de la oferta hídrica superficial y subterránea en cantidad y calidad.

### 5.4. Propósitos generales del programa.

Enuncian los propósitos general y específicos del programa, los cuales son claros, evaluables y coherentes con el objeto de estudio y el perfil de egreso.

### 5.5. Componente formativo

Describen de manera general la estructuración y elementos del plan de estudio, distribuidos en tres bloques de formación: fundamentación, profundización y avanzado, promoviendo la formación integral en dos niveles.

#### 5.5.1. Plan general de estudios.

Describen el plan de estudios vigente y presentan el plan de estudios propuesto, identificando los cambios, la justificación para estos y las características principales. A continuación, algunas observaciones puntuales:

a) El programa propone aumentar de 50 a 51 créditos académicos.
b) Relacionan las actividades académicas excluidas, incluidas, modificadas y las que cambian de nivel.
c) Los acrónimos TAD y TI deben actualizarse por HIP y HTI respectivamente, pues la denominación usada en el Acuerdo N° 023 del 2022.
d) Relacionan las estrategias de flexibilidad académica, curricular, pedagógica, las de interdisciplinariedad del programa y los requisitos para que el estudiante pueda cumplir con el plan general de estudios.

#### 5.5.2. Resultados de aprendizaje.

Declaran cinco (5) resultados de aprendizaje del programa y explican que fueron definidos a partir de lo establecido por el MEN para las maestrías en profundización, la taxonomía de Bloom, las tendencias en las áreas de estudio, las necesidades del entorno, la articulación con la normatividad institucional y nacional, entre otros.

Adicionalmente, incluyen la tabla 20 que relaciona los RA, las competencias y las actividades académicas en las que se desarrollarán. También describen la forma de comunicar y difundir los RA.

### 5.5.3. Perfil de egreso.

a. Declaran las macrocompetencias que se espera el futuro egresado del programa desarrolle durante su plan de estudios. Al respecto, se sugiere revisar el Acuerdo N° 023 del 2020 para identificar las competencias genéricas con las que se compromete la Universidad y compararlas con las planteadas en el PEP. Lo anterior con el fin de considerar si, de acuerdo a la naturaleza del programa, hay otras afines.
b. Es necesario incluir los requisitos de graduación.
c. Deben incluir la manera como será difundido el perfil de egreso.
d. Según el literal d), Resolución 021795 del 2020, deben justificar los cambios que se realizaron al perfil.

Con el ánimo de fortalecer el componente formativo, se sugiere revisar la Guía transitoria del CA para la construcción de los PEP (…), aprobados el 17 de agosto del 2021 e incluir la totalidad de la información solicitada allí.

## 5.6. Componente pedagógico

a) Describen los principios que rigen el proceso formativo del programa en coherencia con el modelo pedagógico, el proyecto institucional y el plan de desarrollo institucional.
b) Describen las estrategias y actividades didácticas que el programa utiliza para lograr los resultados de aprendizaje en los estudiantes, las cuales son coherentes con el modelo pedagógico y apropiadas para el nivel de formación.
c) Hacen referencia al recurso humano que apoya este componente.
d) Describen los recursos físicos y tecnológicos en consideración a la diversidad de los estudiantes. Se sugiere incluir lo relacionado con la política de educación inclusiva PIESD.
e) Incluyen las estrategias de evaluación y seguimiento de las metodologías utilizadas para el logro de los RA.

## 5.7. Componente de interacción.

Describen de manera general la forma de promover la interacción del programa, profesores y estudiantes por medio de la dirección de las tesis de grado, los trabajos de aplicación en empresas, la formación en lengua extranjera, participación de profesores visitantes nacionales e internacionales, organización de eventos académicos, científicos, seminarios de socializaciones de investigaciones, participación en comités revisores, el uso de ambientes físicos y/o virtuales, desarrollo de competencias orales y escritas, entre otros.
Enuncian el resultado obtenido de las interacciones.

En cuanto a la internacionalización, relacionan la tabla 21 con las actividades realizadas además de describir el resultado obtenido de las interacciones.

En términos generales, cabe anotar que a pesar ser un apartado bien configurado, es necesario revisar lo que se requiere en el artículo 59 de la Resolución 021795 del 2020. Este artículo se concentra en pedir resultados e indicadores de varios elementos curriculares y académicos. En caso tal que no se tengan los indicadores y evidencias requeridos en la Resolución, se sugiere describir la forma como realizarán el seguimiento a cada uno de los elementos allí solicitados, durante el nuevo registro que otorguen.

### 5.8. Mecanismos de evaluación.

- Describen los procesos para realizar la evaluación de los aprendizajes a partir de lo establecido en el Reglamento de Posgrado.
- Relacionan la forma de realizar procesos de retroalimentación a los estudiantes.
- Se sugiere describir la contribución de las asignaturas a la consecución de los RA, así como establecer los puntos de control para valorar si los estudiantes están alcanzando las metas formativas planteadas desde las competencias y los RA.

En términos generales, este apartado cumple con lo requerido en el artículo 20 pero es necesario que incluyan lo requerido en el artículo 61 de la Resolución 021795 del 2020. En caso tal que no se tengan los indicadores y evidencias requeridos en la Resolución, se sugiere describir la forma como realizarán el seguimiento a cada uno de los elementos allí solicitados, durante el nuevo registro que otorguen.

## 6. Organización de actividades académicas y procesos formativos.

- Describen la organización de las actividades académicas a partir de lo descrito en el PI desde la formación integral e innovación pedagógica.
- Describen la manera de desarrollar las actividades académicas durante el posgrado.
- En la figura 4 presentan la organización de las actividades académicas de cada semestre.
- Presentan las estrategias para el seguimiento al avance del estudiante en aras de facilitar su permanencia, graduación oportuna y logro de RA.

En términos generales, este apartado cumple con lo requerido en los artículos 23 y 62 de la Resolución 021795 del 2020.

### 6.1. Programas de las actividades académicas.

- Incluye el plan de estudios propuesto con 51 créditos (Tabla 18). Al respecto, es necesario revisar las cantidades estimadas para las horas teóricas y prácticas de las HIP, pues en varias actividades académicas se expresan en decimales como, por ejemplo, Química Ambiental, Procesos Ambientales, Hidrología y Clima, Sistemas de información geográfica.

- Por otra parte, al hacer el cálculo de las horas HIP y HTI, corresponde a 51,6 créditos, lo cual aproximaría a 52. Favor revisar minuciosamente.
- Favor actualizar las siglas TAD y TI por HIP y HTI respectivamente. Describen el plan de estudios vigente (Tabla 13) y presentan el plan de estudios propuesto (Tabla 18), identificando los cambios en el total de número de créditos de 50 a 51, la justificación para estos y las características principales.
- Se describen las asignaturas que se propone excluir del nuevo plan de estudios del programa (Tabla 15)
- Se discrimina las asignaturas incluidas y/o modificadas dentro del nuevo plan de estudios propuesto (Tabla 16)
- Revisar las horas HIP, tanto teóricas como prácticas, en las Tablas 16 y 18 ya que no se aproxima al entero siguiente. Esto también genera problemas en la suma final de las horas ya que se modifica al aproximarlo al entero siguiente.
- Agregar el código de las asignaturas (Tabla 18)
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Química Ambiental” (Anexo I pág. 188) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Procesos Ambientales” (Anexo I pág. 192) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Gestión de Recursos Hídricos” (Anexo I pág. 194) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Seminario de Profundización” (Anexo I pág. 198) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Hidrología y Clima” (Anexo I pág. 201) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Sistemas de Información Geográfica” (Anexo I pág. 204) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Seminario de Profundización II” (Anexo I pág. 208) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Propuesta de Trabajo de Grado” (Anexo I pág. 211) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Seminario de Profundización III” (Anexo I pág. 213) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Trabajo de Grado I” (Anexo I pág. 216) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).

- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Seminario de Profundización IV” (Anexo I pág. 218) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Trabajo de Grado II” (Anexo I pág. 220) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Hidrogeología” (Anexo I pág. 222) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Modelación de Aguas Subterráneas” (Anexo I pág. 226) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Monitoreo y Evaluación de la Calidad del Agua” (Anexo I pág. 230) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Modelación de la Calidad del Agua Superficial” (Anexo I pág. 234) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Sistema de Abastecimiento de Agua” (Anexo I pág. 237) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Diseño de Plantas de Potabilización” (Anexo I pág. 241) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Tratamiento de Aguas Residuales” (Anexo I pág. 188) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).
- Unificar la información de la escuela que ofrece la asignatura “Métodos Naturales para el Tratamiento de Aguas Residuales” (Anexo I pág. 247) con el plan de estudios propuesto (Tabla 18).

## 7. Investigación e innovación.

### 7.1. Declaración de investigación e innovación.

- Relacionan las políticas de investigación e innovación del programa a partir de lo establecido en la normatividad institucional.
- Describen la forma de incorporar la investigación e innovación en la Maestría para el desarrollo del conocimiento.

### 7.2. Proceso formativo en investigación e innovación.

- La Maestría define estrategias para promover la investigación en el proceso formativo a partir de las políticas institucionales, el estatuto de investigación, las acciones desde la VIE, la planta profesoral interna y externa que promueve el desarrollo de competencias investigativas a través de las estrategias de enseñanza, la vinculación transitoria de los estudiantes de la Maestría a los grupos de

investigación, el desarrollo del trabajo de grado, las diversas modalidades de trabajo de grado, los convenios institucionales, entre otros.

### 7.3. Producción científica e innovación.

- Dan cuenta de las líneas de formación e investigación del programa.
- En las Tablas 25 y 26 relacionan los grupos de investigación que dan soporte al programa.
- En la tabla 24 relacionan los trabajos de grado de la Maestría que aportan al conocimiento y habilidades en el desempeño profesional.
- Relacionaron los nombres de los investigadores reconocidos por Colciencias durante los últimos 7 años.
- En la tabla 29 dan cuenta de las acciones de seguimiento para la agenda de investigación del 2017 al 2020, incluyendo las actividades, recursos, fuentes de financiación y resultados obtenidos, cumpliendo así lo requerido en el artículo 65 de la Resolución 021795.
- Relacionan la proyección de la agenda de investigación e innovación para los próximos 7 años.

## 8. Relación con el sector externo.

- El documento expresa que el programa se acoge a la regulación de las actividades de extensión a través de las políticas establecidas mediante el Acuerdo de Consejo Superior No 006 de 2005. Adicionalmente, relacionan acciones en particular tales como la comunicación directa con el sector productivo, el impacto positivo de los Magísteres y su formación, la participación activa del estudiante en la solución de problemas, el desarrollo de trabajos de aplicación en las empresas locales, regionales, nacionales o internacionales, la formulación y gestión de proyectos para la solución de problemas, la participación de la Universidad en redes académicas, el aprovechamiento de la experiencia y conocimiento de los docentes, la diversidad de perfiles, entre otros.
- Presentan la información de los resultados de la relación del programa con el sector externo; no obstante, es necesario establecer la proyección del programa para los próximos siete años según lo requerido en el literal b, artículo 66 de la Resolución 021795 del 2020.

## 9. Convenios que facilitan la relación del programa con el sector externo.

Dan cuenta de los convenios con universidades internacionales, nacionales.

## 10. Profesores.

### 10.1. Características y perfiles del grupo de profesores.

- Presentan la tabla 37 y 38 con la vinculación de los profesores al programa.
- Describen los perfiles de los profesores adscritos a la Maestría y las labores ejercidas por estos en el programa.

### 10.2. Asignación y gestión de las actividades de los profesores.

- Describen el proceso de selección y vinculación de los profesores al programa.
- Describen el proceso de asignación, gestión, seguimiento y evaluación de la asignación y gestión de las actividades académicas.

**10.3. Desarrollo profesoral, formación y permanencia.**

Describen las dependencias y acciones dispuestas por la Universidad para fortalecer las competencias genéricas, digitales, en lengua extranjera, en didáctica y pedagogía. Asimismo, relacionan los indicadores de desarrollo y capacitación profesoral durante el registro calificado.

Además, incluyen el plan de formación de profesores de planta de la EEIE del 2021 al 2023.

Sin embargo, no dan cuenta de lo requerido en el artículo 68 de la Resolución 021795 de 2020 del MEN.

**10.4. Seguimiento y evaluación de profesores.**

- Describen de manera general el proceso de evaluación de los profesores del programa.

En términos generales, es necesario fortalecer el apartado de Profesores, incluyendo toda la información solicitada en los artículos 34, 35, 37, 39, 41, 43, 67, 68, 69, 70, 71, con sus literales, de la Resolución 21795 del 2020 del MEN. Favor revisar minuciosamente.

**11. Medios educativos.**

**11.1. Selección y cobertura de medios educativos.**

Describen los recursos bibliográficos, equipos de cómputo y software, medios audiovisuales, licencias, laboratorios, entre otros.

Sin embargo, no se presentan datos concretos para lo requeridos en los literales c & d del artículo 72 de la Resolución 021795 del 2020. Favor desarrollar este apartado a partir de lo requerido en la Resolución mencionada.

**11.2. Disponibilidad y acceso a los medios educativos.**

- Presentan el presupuesto aprobado del 2015 al 2020 para las dependencias encargadas de mantenimiento tecnológico y planta física.
- Presentan la tabla 53 con el plan de adquisición, mantenimiento, adecuación y actualización de medios educativos 2016 – 2020.

**12. Infraestructura física y tecnológica.**

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos, físicos, tecnológicos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

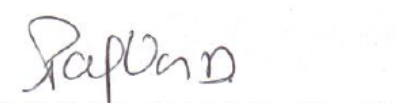
**13. Evaluación del programa.**

Presentan los resultados y planes de mejoramiento de la autoevaluación del programa.

**14. Plan de transición.**

Presentan el plan de transición para los estudiantes nuevos, regulares y readmitidos al programa.

Teniendo en cuenta que deben realizarse ajustes e incluir información al documento, es necesario presentar una nueva versión.



**María del Pilar Vargas Daza**
Revisión del documento curricular

2150

Bucaramanga, septiembre 05 de 2022

Doctora

**ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR**

Directora de Planeación

Universidad Industrial de Santander

Presente

Respetada Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la segunda revisión de la propuesta de reforma curricular con fines de renovación de registro calificado de la **Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental** de la Escuela de Ingeniería Civil, me permito adjuntar las observaciones de la profesora María del Pilar Vargas Daza.

Teniendo en cuenta que realizaron a conformidad los ajustes y atendieron las sugerencias, en cuanto al CEDEDUIS respecta es posible continuar con el trámite pertinente.

Cordialmente,

**ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ**
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexo: Segundo concepto curricular

**OBSERVACIONES AL DOCUMENTO PARA LA REFORMA CURRICULAR Y RENOVACIÓN DEL REGISTRO CALIFICADO DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Segundo concepto**

En este concepto curricular se incluirán las observaciones a los ajustes sugeridos en el primer concepto emitido.

## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA REFORMA CURRICULAR.

Se realizan los ajustes de forma solicitados en cuanto a cambiar las abreviaturas TAD y TI por HIP y HTI respectivamente, con el fin de unificar términos con los establecidos en el Acuerdo 023 del CA del 2022.

## 2. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

- Justificaron el cambio de la denominación del programa según lo requerido en el artículo 55 de la Resolución 21795 del 2020; presentaron las evidencias e indicadores que allí solicitan.
- Incluyen la explicación de la correspondencia de la denominación con el título a otorgar, el nivel de formación, los contenidos curriculares, los RA y el perfil del egresado.
- Incluyen los campos de educación y formación del programa.
- La modalidad continuará presencial.
- El programa se ofrecerá en Bucaramanga.
- Se propone una jornada presencial con alternancia cada semana, es decir, una semana se tendrá la mediación de manera presencial física en el campus durante el fin de semana, en el horario de viernes de 6-10 pm y sábado de 7am a 1pm. La siguiente semana se realizará de manera presencial remota mediada por TIC a través de las plataformas institucionales (Zoom y Teams) en el horario de miércoles 7 a 9 pm, jueves de 7 a 9 pm, viernes de 7 a 10 pm, sábado de 9 a 12m.
- Se propone aumentar de 50 a 51 créditos académicos, lo cual está dentro de lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado, artículo 96, parágrafo 2 y en el Acuerdo 023 del CA del 2022.
- El número máximo de estudiantes admitidos es de 25 por cohorte.
- Se propone que la periodicidad de admisión se cambie a anual.

## 3. CONSIDERACIONES PARA INGRESO AL PROGRAMA

**Perfil del aspirante:**

Ajustaron a conformidad la información relacionada con los profesionales que podrán cursar esta maestría.

## 4. PROPUESTA CURRICULAR

a) Declaran las macrocompetencias que se espera el futuro egresado del programa desarrolle durante su plan de estudios, incluyendo dentro de estas las genéricas.

b) Incluyen las razones para realizar la modificación en el perfil de egreso.
c) Describen la forma de difusión del perfil de egreso.
d) Incluyeron lo relacionado con la política de educación inclusiva PIESD.
e) En cuanto a la información del componente de interacción, incluyen la información requerida en el artículo 59 de la Resolución 021795 del 2020.

**Plan de estudios:**

A la observación realizada al número de HIP, HTI y su equivalencia en créditos académicos, el programa aclara que: "No se realizó corrección del número de créditos, considerando que los referentes institucionales plantean que el número de créditos asignados a una actividad académica sean un múltiplo de 48 como una sugerencia (numeral 4.3.3.1, párrafo 2, pág. 76), no como una exigencia, y se da la posibilidad de tener aproximaciones al dígito inferior o superior cuando se obtienen fracciones de él. De tal manera que se tuvo en cuenta para dicha asignación que los estudiantes y muchos profesores son de fuera de Bucaramanga, trabajan, y sumado a consideraciones pedagógicas y financieras se determinó la intensidad horaria semanal de 10 horas, por lo tanto, bajo esas consideraciones los créditos no pueden ser un múltiplo de 48."

Aunque la razón expuesta está bien argumentada desde la normatividad, se hace la observación nuevamente, ya que la aproximación al dígito inferior o superior tiene implicaciones directas en las horas de dedicación del estudiante; por ejemplo:

1. Las actividades académicas de 4 créditos deberían tener 192 horas pero en la forma como se propone en el plan de estudios (HIP= 50 + HTI = 150 = 200 horas), los estudiantes estarían dedicando 8 horas más en esta actividad. Si realizamos la suma de todas las actividades académicas que tengan 4 créditos, así como las de 3 créditos, encontraremos que los estudiantes superan el número de horas que se establece según los créditos declarados.
2. Por otra parte, las actividades académicas que tienen 2 créditos, están por debajo de las horas estipuladas así: HIP= 20 + HTI = 60 = 80 horas; siendo 2 créditos, el estudiante no recibiría 16 horas de esta actividad académica. Si realizamos la suma de todas las actividades académicas que tengan 2 créditos, encontraremos que las horas recibidas por los estudiantes están por debajo del número que se establece según los créditos declarados.

Teniendo en cuenta que esta decisión no compete al CEDEDUIS, se deja a decisión y bajo responsabilidad del programa.

**5. Convenios que facilitan la relación del programa con el sector externo.**

- Dan cuenta de los convenios con universidades internacionales, nacionales.
- Incluyen la proyección para la vinculación de la comunidad académica con el sector externo durante los próximos 7 años

**6. Desarrollo profesoral, formación y permanencia.**

- Describen las dependencias y acciones dispuestas por la Universidad para fortalecer las competencias genéricas, digitales, en lengua

extranjera, en didáctica y pedagogía. Asimismo, relacionan los indicadores de desarrollo y capacitación profesoral durante el registro calificado.

**7. Medios educativos.**

**7.1. Selección y cobertura de medios educativos.**

Describen los recursos bibliográficos, equipos de cómputo y software, medios audiovisuales, licencias, laboratorios, entre otros.
Presentaron la información requerida en el artículo 72 de la Resolución 021795 del 2020.

Teniendo en cuenta que realizaron a conformidad los ajustes y atendieron las sugerencias* en cuanto al CEDEDUIS respecta es posible continuar con el trámite pertinente.

**María del Pilar Vargas Daza**
Revisión del documento curricular

***La única observación no atendida fue la relacionada con la corrección del número de HIP, HTI y el número de créditos para lo cual el programa expuso sus argumentos. Teniendo en cuenta que desde el CEDEDUIS no podemos interferir en estas decisiones, se deja a consideración y bajo responsabilidad del programa.*

# CONCEPTO SOBRE EL PROYECTO DE REFORMA CURRICULAR DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN RECURSOS HÍDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

En Planeación se revisó la propuesta de reforma curricular del Programa de Maestría en recursos hídricos y saneamiento ambiental, de profundización, presentada por el director de la Escuela de Ingeniería Civil.

Como producto del proceso de revisión se verifica lo siguiente:

a) Se siguió, correctamente, el procedimiento descrito en el Artículo 10 del Acuerdo 225 del año 2010 del Consejo Académico. En consecuencia, la propuesta cuenta con la aprobación del Consejo de Escuela de Ingeniería Civil y del Consejo de Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. En constancia se anexan las actas respectivas.

b) Se cumplen los requerimientos establecidos en el Artículo 9 del Acuerdo 225 del año 2010 del Consejo Académico.

En el Cededuis la propuesta se revisó en dos (2) oportunidades, en la primera se formularon observaciones que fueron acogidas en el texto definitivo y, en su concepto final menciona que es posible continuar con el trámite ante el Consejo Académico.

En Planeación la propuesta de reforma se revisó en cuatro (4) oportunidades, durante las cuales se formularon observaciones que se tuvieron en cuenta para la formulación de su versión final.

c) Se cumplen las condiciones de calidad establecidas en la guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los procesos académicos de la UIS, emitida el 17 de agosto de 2021 y los lineamientos establecidos en los referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.

d) El PEP incluye las condiciones de calidad definidas en el Decreto 1330 de 2019 y las evidencias e indicadores definidos en la Resolución 021795 de 2020, ambos emitidos por el MEN.

La reforma curricular propuesta consiste en:

1. Modificación de la denominación del programa por Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental.
2. Modificación del perfil del aspirante.
3. Redefinición de las competencias y el perfil de egreso.
4. Definición de resultados de aprendizaje del programa y su evaluación.
5. Actualización del objeto de estudio y los propósitos del programa.
6. Redefinición del plan de estudios con la inclusión, eliminación y modificación de actividades académicas, de sus créditos y los correspondientes Tiempo de Acompañamiento Docente (HIP) y de Trabajo Independiente (HTI).
7. Actualización de los contenidos programáticos de las actividades académicas acorde con las competencias y los resultados de aprendizaje definidos para el programa
8. Aumento del número de créditos académicos del programa, de 50 a 52 créditos.
9. Inclusión de interacción profesor estudiante en espacio físico mediado por TIC y sincrónico en todas las actividades académicas.
10. Revisión de las estrategias de evaluación a nivel de microcurrículo.

Los siguientes son los cambios propuestos al plan de estudios:

1. Revisión del número de créditos de actividades académicas y del Tiempo de Acompañamiento Docente (HIP) y de Trabajo Independiente (HTI) de las actividades académicas:
   - Química ambiental: se aumentó en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos.
   - Procesos ambientales: se aumentó en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos.
   - Hidrología aplicada: se modificó su denominación, alcance y contenido, aumentando en 10 horas HIP y 30 HTI, pasando de 3 a 4 créditos académicos. Así mismo, cambió del nivel 1 al 2.
   - Gestión de Recursos Hídricos: aumentando en 10 HIP y 16 HTI
   - Sistemas de información geográfica: aumentando en 30 HTI
   - Propuesta de trabajo de grado II (que cambia de nombre a propuesta de trabajo de grado) se redujo en 14 HIP y 34 HTI, disminuyendo de 3 a 2 créditos.
   - Trabajo de grado I: se redujo en 32 horas HIP y 88 HTI, acotándose el número de créditos de 4 a 2.
   - Trabajo de grado II: se redujo en 48 horas HIP y 96 HTI, reduciéndose el número de créditos de 7 a 4.
   - Seminario de profundización II (que cambia de nombre a Seminario de profundización III), se redujo en 12 horas HIP y 36 HTI, disminuyendo el número de créditos de 3 a 2.

2. Cambio de denominación de las actividades académicas:
   - Propuesta de trabajo I por Seminario I
   - Propuesta de trabajo de grado II, por Propuesta de trabajo de grado.

- Seminario I pasa a ser Seminario II
- Seminario II pasa a ser Seminario III.

3. Eliminación de la actividad académica Gestión de Proyectos.
4. Creación de la actividad académica Seminario de Profundización IV.
5. Aumento del número de electivas a cursar por los estudiantes dentro del plan de estudios, creándose las Electivas V y VI.

El diseño del nuevo plan de estudios cumple con los requisitos estipulados en el Capítulo III, del Título V, del Reglamento de Posgrado y con los lineamientos establecidos en los Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.

El programa contará con 52 créditos académicos y se desarrollará en cuatro (4) semestres. Los niveles primero y cuarto contarán, cada uno, con cuatro (4) actividades académicas. El segundo y tercer nivel con cinco (5) cada uno.

En el PEP se incluyen la justificación de la reforma y el plan de transición y se acompaña del resumen ejecutivo.

Para la implementación de la reforma curricular propuesta no se solicita modificación de los derechos pecuniarios vigentes ni punto de equilibrio. El programa adjunta Documento de recursos financieros *solo como ejercicio de verificación* de que no se requiere ninguna modificación de los aspectos antes mencionados.

Con base en lo expuesto se concluye que la propuesta de reforma curricular de la Maestría en recursos hídricos y saneamiento ambiental, de profundización, cumple el procedimiento y los requerimientos establecidos por la Universidad para las reformas curriculares de los programas académicos, específicamente, los establecidos en los Artículos 9 y 10 del Acuerdo 225 de 2010 del Consejo Académico y las condiciones de calidad establecidas en la guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los procesos académicos de la UIS, emitida el 17 de agosto de 2021.

Con base en lo anteriormente expuesto, Planeación evalúa la propuesta como viable.

Si el Honorable Consejo Académico aprueba la reforma, se dará inicio a los trámites de registro ante el Ministerio de Educación Nacional – MEN.

Se anexa el Proyecto Educativo del Programa, el resumen ejecutivo, las actas de los Consejos de Escuela y Facultad y las observaciones previas y el concepto de Cededuis.

**ALEXANDRA CORTES AGUILAR**

Directora de Planeación

Preparó: MLL
Planeación, 20 de octubre de 2022

**PLANEACIÓN**
Ciudad universitaria, Carrera 27 - calle 9, Edificio de Administración, Piso 4.
PBX: (7) 6344000 Ext. 2114 Teléfono: 6346576 A.A 678 Bucaramanga, Colombia.
E-mail: dirplan@uis.edu.co http://www.uis.edu.co/planeacionUIS

**CONSEJO DE ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ACTA No. 001 Parcial**

FECHA: 17 de enero de 2022
HORA: 5:00 de la tarde
LUGAR: Plataforma TEAMS

ASISTENTES
Ing. Wilfredo DEL TORO RODRÍGUEZ, Director de Escuela
Ing. Mario GARCÍA SOLANO, Coordinador Académico
Ing. Álvaro VIVIESCAS JAIMES, Coordinador de los Posgrados
Ing. Ricardo Alfredo CRUZ HERNÁNDEZ, Representante de los Profesores
Ing. Edgar Ricardo OVIEDO OCAÑA, Representante de los Profesores
Estud. Darren Johan SÁNCHEZ MEJIA, Representante de los Estudiantes de pregrado
Ing. Juan Antonio HERNÁNDEZ ESTRADA, Representante de los Estudiantes de posgrado

**ORDEN DEL DIA**

**1.** Lectura Acta Anterior
**2.** Asuntos de Estudiantes
**3.** Asuntos Posgrados
**4.** Asuntos Académicos
**5.** Varios

**DESARROLLO ORDEN DEL DIA**

**1.** /
**2.** /
**3. ASUNTOS DE POSGRADOS**

***MAESTRIA EN RECURSOS HIDRICOS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL***

- ✓ La profesora Isabel Domínguez Rivera, Coordinadora del Programa, presenta al Consejo de Escuela el Proyecto Educativo del Programa de la Maestría en Recursos Hídricos, producto de la Autoevaluación del programa realizada en el año 2021 bajo las directrices del Decreto 1330 de 2019 y para solicitud de renovación del Registro Calificado. El Consejo de Escuela, una vez revisado el PEP de la Maestría, da concepto **FAVORABLE** para continuar con su proceso de aprobación final**.**

Se terminó la reunion a las 7:00 de la noche.



Wilfredo DEL TORO RODRÍGUEZ
Director

**CONSEJO DE FACULTAD INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS**
**Acta No. 02 (aparte)**

DÍA: Bucaramanga, 20 de enero de 2022
HORA: 7:30 a.m.
LUGAR: Sala de juntas – Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

**PARTICIPANTES:** Olga Patricia Chacón Arias,
Decana de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.
José Alejandro Amaya Palacio,
Director de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Clara Isabel López Gualdrón,
Directora de la Escuela de Diseño Industrial.
Wilfredo Del Toro Rodríguez,
Director de la Escuela de Ingeniería Civil.
Sergio Fernando Castillo Castelblanco,
Director de Investigación y Extensión de la Facultad.
Gustavo Chio Cho,
Representante de los Profesores de la Facultad
Juan Rafael Moreno Arcía,
Representante de los Estudiantes de la Facultad
Lina Jehany Barragán Pinzón
Secretaria Consejo de Facultad.

**AUSENTES:** Lola Xiomara Bautista Rozo,
Directora de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Carlos Eduardo Díaz Bohórquez,
Director de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
(Ausentes con excusa)

**INVITADOS:** Luis Ignacio González Ramírez
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Luis Eduardo Becerra
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

**DESARROLLO ORDEN DEL DÍA**

//…

**4. Asuntos de Escuelas**

//…

- **Reforma Curricular del programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental**

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, presenta la Reforma Curricular del programa de Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con fines de renovación de registro calificado, la cual forma parte integral del documento Proyecto Educativo del Programa (PEP).

La propuesta de Reforma curricular de la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental permitió revisar de manera integral el programa en el marco de los cambios propuestos por el nuevo Decreto 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional (MEN) que modifica el Decreto 1075 de 2015 del MEN, y el lineamiento transitorio para la implementación del Decreto 1330 de 2019 del MEN en los procesos de creación, reforma curricular, modificación y renovación del registro calificado de los programas académico de 18 de febrero de 2020 y los lineamientos para gestión curricular de programas académicos del 29 de septiembre de 2020 aprobados por el Consejo Académico.

En la reforma curricular se presentan entre otros aspectos la identificación del programa, se propone el cambio de nombre de "*Maestría En Recursos Hídricos Y Saneamiento Ambiental*" al nombre de "*Maestría En Ingeniería De Recursos Hídricos Y Saneamiento Ambiental*", perfil del aspirante, propósitos generales del programa, el perfil de egreso, componente pedagógico, resultados de aprendizaje, competencias, se reforma el plan de estudios donde se ajusta de 50 créditos a 51créditos, el número de admitidos al programa de maestría es de máximo treinta (30) estudiantes por cohorte; así mismo, se presenta la organización de las actividades académicas, el componente de investigación e innovación, relación con el sector externo, medios educativos, infraestructura física y tecnológica, plan de transición.

Teniendo en cuenta los elementos presentados en el proyecto educativo del programa, el Consejo de Escuela de Ingeniería Civil mediante Acta N° 01 del 17 de enero de 2022, AVALA el documento académico de Reforma Curricular del programa la Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con fines de renovación de registro calificado.

El Consejo de Facultad emite concepto FAVORABLE al documento académico de Reforma Curricular del programa Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, con fines de renovación de registro calificado, para continuar con el trámite respectivo ante las Oficinas de Planeación y CEDEDUIS.

*Nota: El original del documento académico correspondiente a la Reforma Curricular del programa de posgrado "Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental" se encuentra en el archivo de la Escuela de Civil.*

//…

Se da por terminada la reunión a las 11:00 a.m.

En constancia firman,

**OLGA PATRICIA CHACÓN ARIAS**
Decana de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

**LINA JEHANY BARRAGÁN PINZÓN**
Secretaria del Consejo