



PROYECTO EDUCATIVO
Programa Ingeniería Sanitaria

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
VICERRECTORÍA DE DOCENCIA
FACULTAD DE INGENIERÍA-ESCUELA AMBIENTAL
MEDELLÍN, 2020

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA INGENIERÍA SANITARIA



Equipo directivo de la Unidad Académica

Decano

Jesús Francisco Vargas Bonilla

Vicedecano

Sergio Cipriano Agudelo Flórez

Jefe Escuela Ambiental

Julio César Saldarriaga Molina

Coordinación académica Ingeniería Sanitaria

Diana Catalina Rodríguez Loaiza

Equipo académico

Maria Camila Grueso Domínguez

Edwin Fabián García Aristizábal

Medellín, julio de 2020

TABLA DE CONTENIDO

1	Identificación del programa	5
2	Antecedentes históricos y tradición del programa	5
2.1	Historia del programa	5
2.2	Cambios en las estructuras curriculares y administrativas	6
2.3	Normas internas y externas que regulan la vida del programa	8
3	Enfoque conceptual y contextual del programa	12
3.1	Concepciones teóricas que orientan el ejercicio de la profesión	12
3.1.1	Modelo y principios pedagógicos (documento rector ISA 2012).....	12
3.1.2	Propósitos de formación (documento rector ISA 2012).....	14
3.1.3	Competencias (documento rector ISA 2012).	16
3.1.4	Campos del conocimiento (documento rector ISA 2012).	17
3.2	Pertinencia social y científica	18
3.3	Tendencias en el desarrollo de la disciplina	20
3.4	Comparativo con programas afines a nivel nacional e internacional	21
3.5	Rasgos distintivos del programa	25
3.6	Perfiles	25
3.6.1	Perfil del estudiante	25
3.6.2	Perfil de los docentes	27
3.7	Coherencia del programa con los principios institucionales	30
4	Componentes pedagógicos y curriculares	33
4.1	Componentes pedagógicos	33
4.1.1	Concepción de enseñanza - aprendizaje: fundamentación pedagógica.....	33
4.1.2	Modalidades y métodos docentes. Didácticas	35
4.1.3	Evaluación de los aprendizajes	37
4.2	Componentes Curriculares	40
4.2.1	Organización de los contenidos curriculares.....	40
4.2.2	Plan de formación expresado en créditos	42
4.2.3	Estrategias para el desarrollo de los principios curriculares.....	70
4.2.4	Estrategias materiales para el desarrollo de los principios curriculares.....	71
4.2.5	Uso de TIC para el desarrollo de los microcurrículos.....	75
4.2.6	Formación para la investigación	76
4.2.7	Extensión, prácticas y proyección social.....	79
4.2.8	Internacionalización del currículo.....	79

4.2.9	Gestión del currículo.....	80
5	Evaluación y autoevaluación.....	82
5.1	Los procesos de evaluación.....	82
5.2	Los procesos de autoevaluación.....	83
6	Referencias	86

1 Identificación del programa

Nombre:	Ingeniería Sanitaria
Área de conocimiento:	Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines
Núcleo básico de conocimiento:	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines
Título que otorga:	Ingeniero Sanitario
Duración :	10 semestres
Número de créditos:	184 (Versión 3) 174 (Versión 4)
Norma interna de creación:	Acuerdo Superior 1 del 2 de febrero de 1968
Acreditación del MEN:	Resolución 17310 de noviembre de 2013 (8 años)
Extensión de un programa acreditado:	No
Nivel de formación:	Profesional
Metodología:	Presencial
Ciclos propedéuticos:	No
Periodicidad de la admisión:	Semestral
Código SNIES:	451

2 Antecedentes históricos y tradición del programa

2.1 Historia del programa

Para la década del sesenta el país presentaba grandes asentamientos poblacionales que generaron problemas de salubridad; el acelerado crecimiento poblacional exigía tanto de la medicina preventiva como de prácticas para el suministro de agua potable y soluciones frente a enfermedades de origen hídrico. Aunque la construcción de alcantarillados y acueductos en el país estaba en manos de los ingenieros civiles, la cobertura era mínima. Fue entonces pertinente la creación del programa de Ingeniería Sanitaria, en un medio que evidenciaba la falta de salubridad y la necesidad de formar profesionales que dieran soluciones en dicha área.

Así las cosas, el programa de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Antioquia fue creado mediante el Acuerdo Superior 1 del 2 febrero de 1968, como respuesta a las necesidades

de formación de profesionales en diseño y construcción de acueductos de agua potable y alcantarillados. En sus inicios el perfil del ingeniero sanitario del Programa estaba orientado a lo epidemiológico y a lo preventivo en el área de la salud.

Luego en la década de los ochenta, como respuesta al Código Sanitario Nacional (Ley 9 de 1979) y ante el desarrollo de políticas ambientales en el país (Código Nacional de los Recursos Naturales – Decreto ley 2811 de 1974), el programa orientó al saneamiento y el agua potable.

Conscientes de la importancia de la autoevaluación y como resultado de procesos constantes que refuerzan su compromiso con la excelencia académica, en marzo de 2000, mediante la Resolución 446, recibe la primera acreditación de alta calidad por 5 años. Esta fue renovada en mayo de 2006 con la Resolución 1922 por 7 años. En noviembre de 2013, como consta en la Resolución 17310, la acreditación fue renovada por 8 años. Como fruto de estos procesos el perfil profesional se orienta al diseño de plantas de tratamientos de aguas naturales y residuales, a la planeación y ejecución de estudios de caracterización y trazabilidad de aguas naturales para su potabilización, adicionalmente a la solución de problemas de saneamiento, de contaminación atmosférica y de residuos.

El programa ha participado en proyectos de carácter social a nivel local y nacional que han beneficiado a la población a través de la ejecución de obras de saneamiento ambiental en diferentes regiones, monitoreo de calidad del aire, proyectos para mitigar impactos sobre la calidad ambiental, programas para monitoreo de la calidad del agua como PIRAGUA y REDRIO, monitoreo de ecosistemas acuáticos, formulación de planes maestros de saneamiento (Plan Departamental de Aguas), estudios y formulación de medidas de manejo ambiental de acuíferos, estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos, entre otros. Estos proyectos han permitido llevar a la comunidad obras de saneamiento, definición de zonas de protección para acuíferos, monitoreo constante de la calidad del agua del Río Medellín y de las fuentes de abastecimiento de los municipios de Antioquia y apoyo a redes de monitoreo de calidad del aire.

2.2 Cambios en las estructuras curriculares y administrativas

A partir del primer semestre de 1970 entró en vigencia la versión 1 del plan de estudios del programa de Ingeniería Sanitaria, la cual tenía un total de 246 créditos distribuidos en 234 créditos de cursos obligatorios y 12 créditos de cursos electivos. Esta primera versión del plan de estudios, respondía a las necesidades del medio, en las cuales el perfil del Ingeniero Sanitario estaba orientado más a lo epidemiológico y a lo preventivo, en cuanto a las áreas de salud, por esta razón, el plan de estudios versión 1 incluía cursos obligatorios como Epidemiología y Salud Ocupacional, además de cursos relacionados con infraestructura para el saneamiento, con un importante componente de Ingeniería Civil. La versión 1 del plan de estudios de Ingeniería Sanitaria finalizó el primer semestre de 1999.

Desde el segundo semestre de 1999 entró en vigencia la versión 2 del plan de estudios de Ingeniería Sanitaria, la cual tuvo dentro de sus principales cambios, la disminución de los créditos académicos con un total de 210 distribuidos en 198 de cursos obligatorios y 12 de cursos electivos. Esta disminución en los créditos se vio reflejada mediante la integración de las materias Computadores y Laboratorio de computadores y la eliminación del curso de

Epidemiología. Este cambio se empezó a dar cuando el código Sanitario Nacional en 1979 amplió las opciones de estudio a los ingenieros sanitarios, lo que permitía que se enfocaran más en el control de calidad del agua, control de la calidad del aire, gestión de residuos sólidos y salud ocupacional, dejando atrás la epidemiología. La versión 2 del plan de estudios de Ingeniería Sanitaria finalizó el segundo semestre de 2007.

El Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, gracias a su solidez académica e investigativa, presentó en el año 2006 al Consejo de la Facultad el proyecto de creación de la Escuela Ambiental, la cual se concibió como una dependencia académica-administrativa que congrega los saberes propios de las ingenierías sanitaria, civil y ambiental para fortalecer la capacidad científica y tecnológica regional y nacional, con la productividad de sus grupos de investigación. Aprovechando la fortaleza de la Escuela Ambiental, y teniendo en cuenta que los programas de pregrado que la conforman comparten un tronco común de formación básica, se establecieron las rutas curriculares especiales (RCE) o de doble titulación entre ellos.

Otro de los hechos relevantes del año 2006 fue el proceso de transformación curricular de los programas de la Facultad de Ingeniería buscando flexibilidad y otros principios curriculares como la interdisciplinariedad, la transversalidad, la integración entre teoría y práctica, la formación en investigación, la ética, la autonomía y segunda lengua, para lo cual ofertó líneas de profundización y bancos de electivas, e introdujo electivas socio-humanísticas y seis niveles de inglés. Estos cambios dieron origen a la versión 3 del plan de estudios. En el primer semestre de 2008 entró en vigencia la versión 3 del plan de estudios, con un total de 184 créditos, distribuidos en 148 para cursos obligatorios y 36 créditos de materias electivas, lo anterior significó una disminución del número de créditos con respecto a la versión 2, y cambios importantes como la eliminación del curso Salud Ocupacional del plan de estudios, ya que en esta época se definieron con mayor claridad las funciones del ingeniero sanitario, las cuales estaban enfocadas en el diseño de sistemas de acueductos y alcantarillados, diseño de plantas de tratamiento de agua potable o residual, manejo de residuos sólidos y contaminación del agua, aire y suelo, esto último, sentó bases para la generación de las cuatro líneas de profundización que están incluidas dentro de los créditos de cursos electivos, teniendo en cuenta que en las versiones 1 y 2 solo se tenía un banco de electivas y no estaba discriminado por líneas.

Adicionalmente, se crean los bancos de electivas profesionales, socio-humanísticos y electiva matemática, cumpliendo de esta forma con los lineamientos del Ministerio de Educación en cuanto a la flexibilidad de los planes de estudios. Otro cambio importante que se tuvo en la versión 3 fue la integración de todos los laboratorios con la teoría, generando cursos teórico-prácticos, más acordes con los nuevos métodos de enseñanza. La versión 3 del plan de estudios de Ingeniería Sanitaria finalizó el primer semestre de 2018.

Finalmente, la versión 4 del plan de estudios tuvo inicio el segundo semestre de 2018, con un total de 174 créditos, distribuidos en 138 de cursos obligatorios y 36 de electivas. Este cambio de versión obedeció a la redefinición de créditos para las asignaturas básicas de ingeniería y profesionales de acuerdo con lo establecido en el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación No. 1075 del 26 de mayo de 2015, sección 4 de Créditos académicos y el Capítulo IV: "Créditos Académicos", del Decreto 1295 del 20 de abril de 2010, expedido por el Ministerio de Educación Nacional, "Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de

educación superior, adicionalmente, mediante el Acuerdo de Facultad 398, Acta 1924 del 19 de julio de 2012 se ajustó el tronco común de todos los programas académicos de pregrado de la Facultad de Ingeniería, según lo establecido en el Decreto 1295 del 20 de abril de 2010, expedido por el Ministerio de Educación Nacional, lo que llevó a la modificación del plan de estudios para ajustarlo tanto al tronco común como a la redefinición de los créditos académicos.

La Figura 1 muestra la estructura administrativa de la Escuela Ambiental, la cual está adscrita a la Facultad de Ingeniería y administra los programas de Ingeniería Sanitaria, Civil, Ambiental en la Sede Medellín, Ingeniería Oceanográfica en la Sede Turbo, Ingeniería Urbana en la Sede Oriente, Ingeniería Civil y Sanitaria en Apartadó e Ingeniería Ambiental Virtual en todas las sedes y seccionales. La Escuela cuenta con un jefe a cargo de los coordinadores académicos para los programas, coordinadores de unidades y un coordinador de laboratorio con sus respectivos laboratoristas. Administrativamente, tiene el apoyo de una secretaria, un asistente de contratación, un comunicador y auxiliares administrativos.

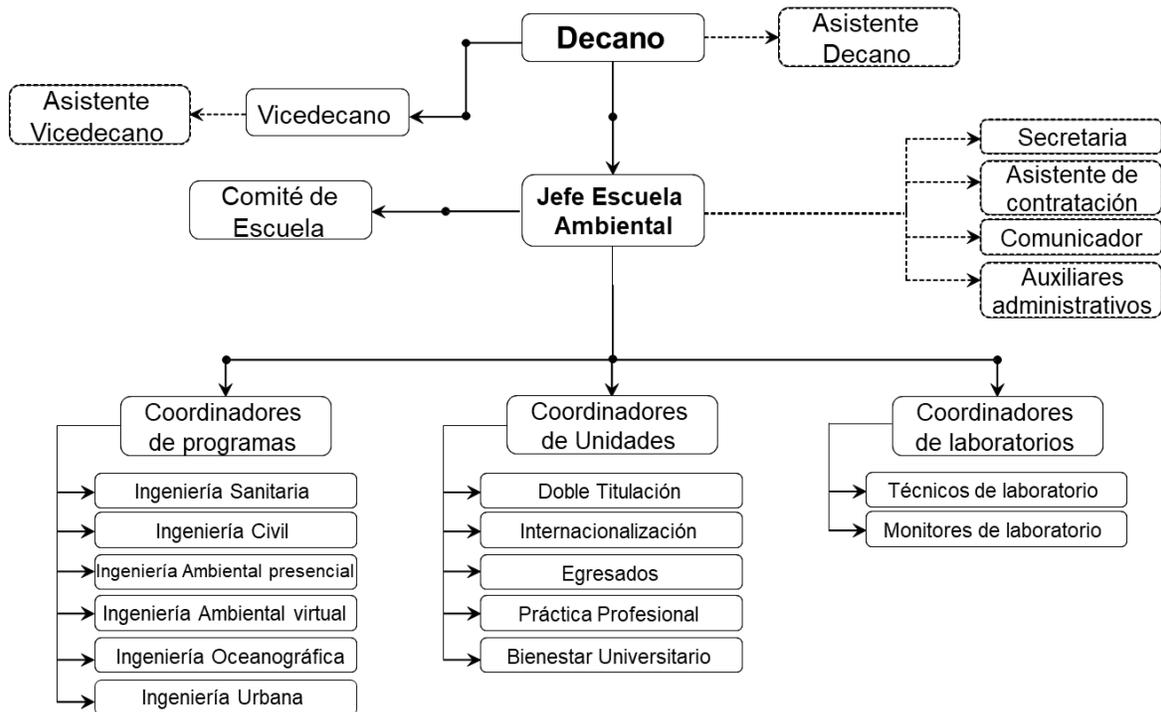


Figura 1. Estructura administrativa de la Escuela Ambiental

2.3 Normas internas y externas que regulan la vida del programa

A continuación, se referencian las normas que posibilitan la existencia del programa de Ingeniería Sanitaria (

Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1 Normas internas que regulan la vida del programa de Ingeniería Sanitaria.

Norma	Descripción
Acuerdo Superior 1° de 1968	Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Sanitaria
Acuerdo Superior 1° de 1981	Por el cual se expide el reglamento estudiantil y de normas académicas de la Universidad de Antioquia
Acuerdo Superior 1° de 1994	Por el cual se expide el Estatuto General de la Universidad de Antioquia
Acuerdo Superior 083 de 1996	Por el cual se expide el Estatuto Profesoral de la Universidad de Antioquia, el cual regula las relaciones entre la Universidad y sus profesores
Acuerdo Superior 124 de 1997	Por el cual se establece el Estatuto Básico de Extensión de la Universidad de Antioquia
Acuerdo Académico 1310 de 1999	Por el cual se autoriza la modificación al plan de estudios del programa de Ingeniería Sanitaria. Versión del Plan de Estudios N°2
Acuerdo Superior 173 de 2000	Por el cual se expide el Sistema de Bienestar Universitario de la Universidad de Antioquia
Acuerdo Superior 191 de 2001	Por el cual la universidad institucionaliza el papel Internacional de su quehacer académico y científico, como parte esencial de su desarrollo curricular, cultural y social
Acuerdo Superior 204 de 2001	Por el cual se reglamenta la actividad de Investigación en la Universidad de Antioquia
Acuerdo Superior 237 de 2002	Por el cual se reglamenta la aplicación del Decreto 1279 del 19 de junio de 2002
Acuerdo Superior 253 de 2003	Por el cual se expide el estatuto del profesor de cátedra y ocasional
Acuerdo Académico 242 de 2004	Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Civil
Acuerdo Académico 243 de 2004	Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Ambiental
Resolución Rectoral 21231 de 2005	Por la cual se expide el Estatuto sobre la Propiedad Intelectual y se deroga la Resolución Rectoral 20096 del 13 de diciembre de 2004
Acuerdo Superior 319 de 2006	Por el cual se crea la Escuela Ambiental en la Facultad de Ingeniería
Acuerdo Superior 350 de 2007	Por el cual se expide el Estatuto Financiero de la Universidad de Antioquia
Acuerdo Académico 128 de 2008	Por el cual se autoriza la modificación al plan de estudios del programa de Ingeniería Sanitaria. Versión del Plan de Estudios N°3
Acuerdo Académico 356 de 2009	Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Ambiental Virtual
Acuerdos Académicos 366 y 367 de 2010	Por los cuales se crean las rutas de doble titulación Ingeniería Sanitaria-Civil y Sanitaria-Ambiental.
Acuerdo Académico 298 de 2011	Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Oceanográfica
Acuerdo Académico 458 de 2014	Por el cual se aprueba la creación del programa de Ingeniería Urbana
Acuerdo Académico 689 de 2016	Por el cual se autoriza la modificación al plan de estudios del programa de Ingeniería Sanitaria. Versión del Plan de Estudios N°4
Acuerdo Superior 444 de 2017	Por el cual se adopta el Plan de Desarrollo de la Universidad de Antioquia, 2017-2027, "Una Universidad innovadora para la transformación de los territorios".
Resolución Superior 2264 de 2018	Por la cual se acoge el Plan de Acción Institucional 2018-2021
Resolución Rectoral 45622 de 2019	Por la cual se aprueba el Plan de Acción de la Facultad de Ingeniería 2018-2021.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Normas externas que regulan la vida del programa de Ingeniería Sanitaria.

Norma	Descripción
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código Nacional de los Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 9 de 1979	Por la cual se expide el Código Sanitario Nacional
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
Resolución 619 de 1997	Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requieren permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas
Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de 1998	Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ministerio del Medio Ambiente
Decreto 1279 de 2002	Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales
CONPES 3177 de 2002	Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del Plan Nacional de manejo de aguas residuales
CONPES 3463 de 2007	Planes Departamentales de Agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano
Resolución 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
CONPES 3530 de 2008	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos
Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se insta en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones
Resolución 0811 de 2008	Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución
Resolución 909 de 2008 y sus modificaciones	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones
Resolución 910 de 2008 y sus modificaciones	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones
Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico de 2010	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire de 2010	Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 4716 de 2010	Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007 y se establecen las condiciones, recursos y obligaciones mínimas que deben cumplir las autoridades sanitaria

	departamental, distrital y municipal categoría especial, 1, 2 y 3 y ambiental competente, para elaborar los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Resolución 650 de 2010 y sus modificaciones	Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire
Resolución 760 de 2010 y sus modificaciones	Por la cual se adopta el Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas
Resolución 494 de 2012	Se establecen los lineamientos para la implementación del programa de conexiones intradomiciliarias (PCI) de acueducto y alcantarillado
Resolución 17310 de 2013	Por medio de la cual se renueva la acreditación de alta calidad al programa Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Antioquia por un término de 8 años contados a partir de la fecha ejecutoria del acto de acreditación
CONPES 3810 de 2014	Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural
Resolución 0754 de 2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos.
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible
Resolución 0672 de 2015	Por la cual se adopta la guía mediante la cual se establecen los requisitos mínimos para la presentación, viabilización y aprobación de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico priorizados en el marco de los planes departamentales de agua y los demás programas regionales para el manejo de agua potable y saneamiento básico
Resolución 0288 de 2015	Por la cual se establecen los lineamientos para la formulación de los Programas de Prestación del Servicio Público de Aseo
CONPES 3874 de 2016	Política Nacional para la gestión integral de residuos sólidos
Resolución 0330 de 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009
Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones
Resolución 07777 de 2018	Por medio de la cual se renueva de oficio el registro calificado por un término de 8 años a partir de la fecha ejecutoria de la Resolución 17310 de 2013, al programa de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Antioquia, ofrecido bajo metodología presencial en Medellín y Apartadó (Antioquia)
CONPES 3943 de 2018	Política para el mejoramiento de la calidad del aire
Resolución 0528 de 2018	Por la cual se adopta la Guía Metodológica del programa de conexiones intradomiciliarias de acueducto y alcantarillado.
Resolución 0844 de 2018	Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015
Resolución 0661 de 2019	Por la cual se establecen los requisitos de presentación y viabilización de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que soliciten apoyo financiero de la Nación, así como de aquellos que han sido priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y de los programas que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, se deroga la Resolución 1063 de 2016 y se dictan otras disposiciones

Fuente: Elaboración propia.

3 Enfoque conceptual y contextual del programa

3.1 Concepciones teóricas que orientan el ejercicio de la profesión

La profesión se ejerce en diversas áreas relacionadas con el saneamiento básico, tratamiento de agua residual y potabilización del agua, la disposición de residuos sólidos, el control de la contaminación atmosférica y la participación en gestión y planificación de los recursos naturales. Siendo así, cada aspecto se desarrolla a partir de teorías que son propias dentro de cada campo específico. Así, por ejemplo, en el tratamiento de las aguas residuales, se toman conceptos, leyes, teorías, hipótesis y métodos que provienen de la biología, la termodinámica, la cinética, la hidráulica, la mecánica de fluidos.

3.1.1 Modelo y principios pedagógicos (documento rector ISA 2012).

Solución de problemas: se resalta como modelo pedagógico, el de solución de problemas. Todos los modelos de solución de problemas tienen como fundamento el esquema lógico del método científico; esto es, la construcción del problema, el examen del problema para estar seguro de que se conocen todos sus términos y de que el problema es uno sólo, construcción de hipótesis o explicaciones tentativas del problema, aportes de información a favor de las hipótesis y descarte de las explicaciones más débiles, destacando la explicación de mayor probabilidad.

En la construcción del conocimiento, el estudiante se plantea problemas, analiza, escoge alternativas de solución y es creativo. Son esas acciones las que fomentan la construcción y reconstrucción del conocimiento, por tanto, aprende a aprender y adquiere habilidades para interpretar, comprender, sistematizar, aplicar, juzgar y valorar la información. Así mismo aprende a hacer seguimiento a sus procesos mentales.

El estudiante se enfrenta permanentemente a problemas ya sea en relación con sus intereses, con el entorno o con la naturaleza del conocimiento; durante su formación adquiere formas particulares de solucionarlos, de acuerdo con la experiencia y conocimientos que va acumulando. Por ello, se le debe presentar el conocimiento como algo que debe utilizar y no como simple información. El propósito de todo proceso educativo debe ser el desarrollo de la capacidad de transferir, es decir, de utilizar lo aprendido en contextos diferentes a aquel en donde se aprendió.

Los principios curriculares son:

Formación integral: La formación integral propende por el desarrollo de las inteligencias, o sea, las competencias o saber hacer en contexto; la asimilación de estructuras conceptuales y procedimentales; y la incorporación de actitudes, valores y sentimientos.

Interdisciplinariedad: El currículo debe permitir la interrelación de los diferentes campos del conocimiento con el fin de afrontar y solucionar problemas y necesidades de la sociedad referentes a la planeación, ejecución y mantenimiento de la infraestructura. Uno de los atributos diferenciales del campo de la Ingeniería Sanitaria es la complejidad de los sistemas que lo componen. La escasa y mal mantenida infraestructura de saneamiento de nuestro país, requieren el concurso de diversas disciplinas, relacionadas con aspectos

sociales, económicos, normativos, ecológicos y tecnológicos. La formación integral del ingeniero sanitario debe incluir la información necesaria para interactuar en grupos interdisciplinarios en la búsqueda de las soluciones a los problemas que más aquejan a nuestra sociedad.

Formación en investigación: La ciencia en este contexto, es otra actividad del hombre y la mujer. La ciencia en una sociedad depende del cambio o evolución de los problemas o necesidades, es decir, de sus sistemas productivos. Los métodos o sistemas de producción y la evolución de los problemas, pueden modificarse a través de la actividad científica (tomado y modificado de Monod, 1993). La formación en investigación hace alusión al desarrollo de competencias propias de los procesos de la ciencia y su aplicación a la docencia en ingeniería.

Libertad de cátedra: El programa de Ingeniería Sanitaria busca aportar elementos conceptuales, teorías, leyes e hipótesis, como también métodos de campo y de laboratorio para el estudio de las aguas continentales, el abastecimiento de agua potable y el saneamiento básico. El principal esfuerzo de la Ingeniería Sanitaria es ofrecerle al estudiante competencias en educación superior que le permitan resolver problemas del mundo real en tanto el saneamiento básico y el agua potable.

Los proyectos de Aula o cursos también se ofrecen, en su mayoría, en modalidad virtual a través de Ingeni@-o unidad de virtualidad de nuestra Facultad. Esto, con la pretensión de formar ingenieros sanitarios, en la investigación y aplicación del método de la Ingeniería y la Heurística para la solución de problemas de abasto, saneamiento básico y gestión de proyectos sanitarios.

Los proyectos de aula se proponen teniendo en cuenta la incorporación de los principios curriculares que son los soportes de la formación en nuestra Facultad de Ingeniería, y en especial de la escuela ambiental donde se enmarcan los pregrados de Ingeniería Sanitaria, Civil y Ambiental. Los principios curriculares que se tienen en cuenta en los proyectos de aula son:

La flexibilidad: Los proyectos de aula puede ser cursados por los estudiantes de la Escuela Ambiental y de otras unidades académicas afines con el estudio integral del agua y el saneamiento básico. Sirve al programa de Ingeniería Sanitaria y a los programas de doble titulación en la Escuela Ambiental. Se incluye las modalidades presencial y virtual ofrecida por el programa Ude@.

La interdisciplinariedad: En los proyectos de aula se estudia el agua desde la física, la química, la biología, los índices de calidad de agua y el ambiente. Se relacionan las ciencias naturales y sus métodos, para el diagnóstico y evaluación de la calidad de agua, con el fin de establecer los posibles usos del recurso hídrico, cómo también se abordan el estudio, los métodos y la solución a problemas de construcción en obras sanitarias y saneamiento básico.

La Investigación formativa: La base de estudio en los proyectos de aula, es el planteamiento de problemas, la aplicación del método científico y la solución de problemas relacionados con la calidad de agua, la cantidad del agua, y el saneamiento básico. De esta forma se

espera que el futuro ingeniero sanitario pueda resolver problemas relacionados con su objeto de estudio: el agua potable y el saneamiento básico.

Integración entre la Teoría y la Práctica: Los proyectos de aula integran los aspectos teóricos con los prácticos, así se logra una relación entre el estado del arte de este campo del conocimiento con el mundo real y la aplicación de los métodos de campo y de laboratorio para el estudio de los sistemas de saneamiento básico y especializado.

La autonomía: El estudiante es el eje de los proyectos de aula, él es quien se recrea aprendiendo la teoría, hipótesis, y sus métodos. El construirá su marco conceptual y metodológico para aprender a solucionar, de manera sistemática y rigurosa.

La ética: La ética en tanto el saneamiento básico, el abasto y los tratamientos avanzados de la contaminación, son un bien común, un bien de la vida y por lo tanto para la vida. Así la Ingeniería Sanitaria, es una ingeniería para la vida, para mejorar las condiciones de vida de la población humana y en general de todos los organismos, porque todos necesitamos de un ambiente sano.

3.1.2 Propósitos de formación (documento rector ISA 2012).

Son las aspiraciones más generales que se pretenden alcanzar en los futuros ingenieros; éstos, podrían definirse como, los propósitos u objetivos del programa y se concretan en la definición de las competencias profesionales y laborales, los conocimientos y las características personales, es decir: valores y actitudes; constituyéndose así en lo que tradicionalmente se ha denominado el perfil de formación del egresado.

Las competencias son el conjunto de condiciones necesarias para comprender las estructuras de un campo de conocimiento específico, y poder entenderlo, aplicarlas y transformarlo. Los conocimientos pueden ser disciplinares: científicos, tecnológicos, técnicos, artísticos o empíricos y constituyen el bagaje cultural que la facultad ha traducido en currículos para sus distintos programas. Los conocimientos portan valores en sí mismos; el valor es una propiedad que adquieren los objetos, tanto naturales como sociales, y en general, los objetos de conocimiento, al ser incluidos en el trabajo y en el ser.

Los valores son las aspiraciones de todas las personas y se expresan mediante las metas alcanzadas en forma individual y colectiva; además, los valores son el sentido de lo humano en el obrar. Por su parte las actitudes son los comportamientos habituales deseables en el profesional, como persona y como miembro de una organización.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia se propone formar ingenieros integrales en el ser, en el pensar y en el hacer, que:

- Se apropien conscientemente de la lógica de las ciencias, las artes y la tecnología.
- Perciban la realidad nacional, conozcan sus necesidades y problemas y se comprometan en la búsqueda, desarrollo e implementación de soluciones

tecnológicas con criterios sociales y económicos que consulten la disponibilidad de recursos y los intereses más amplios de la población.

- Comprendan los parámetros fundamentales de nuestro sistema social y político, de forma que puedan valorar y transformar la realidad nacional.
- Apliquen los conocimientos tecnológicos con fundamentos estéticos, éticos y lógicos.
- Se comporten en todos los espacios y momentos sociales apoyados en un sistema de valores interiorizado y tejido con valores como- la justicia, la equidad, la solidaridad, el bienestar y la convivencia social armoniosa, la vida, la libertad; el respeto a la diferencia; la honestidad; la democracia directa; la autonomía; el bien común; el desarrollo sostenible y sustentable; la calidad, el conocimiento científico y tecnológico, y la innovación entre otros.
- Incorporen a sus estructuras mentales operaciones intelectuales como el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, la abstracción y la concreción, la comprensión y la interpretación, la analogía y la diferencia, la convergencia y la divergencia, el pensamiento sistémico y complejo, la algoritmia, para la construcción y como herramientas de pensamiento, para comprender y actuar en el mundo material, el mundo subjetivo y el mundo de lo social.
- Sean críticos, reflexivos, creativos, autogestores de conocimientos, agentes de cambio y transformación, innovadores y emprendedores.
- Se apropien de los contenidos de su profesión por medio de la formación de conceptos, leyes, teorías y estructuras más avanzadas de la ciencia y la tecnología, que se constituyan en el medio para lograr la adquisición de competencias de habilidades, sensibilidades y valores.
- Usen en las comunicaciones la argumentación, la expresión y la simbolización, para registrar, analizar, interpretar, sintetizar y comunicar objetivamente los hechos y las ideas, tanto oralmente, como en forma gráfica y escrita.
- Busquen, interpreten, evalúen, seleccionen, organicen, y usen en la solución de problemas, información técnica contenida en textos, planos, diagramas y especificaciones detalladas sobre equipos, productos, procesos y sistemas.
- Sean conscientes de su proceso de formación y construyan su propia imagen con base en la imagen de la naturaleza y de la sociedad.
- Sean conscientes de los impactos que pueden producir las decisiones que tomen y puedan prevenirlos, mitigarlos, reducirlos o compensarlos.
- Intervengan directamente en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería: identificando necesidades y oportunidades tecnológicas, evaluando, seleccionando, negociando y contratando las tecnologías apropiadas, investigando, desarrollando,

diseñando, adaptando y mejorando bienes y servicios y sus sistemas de producción, construyendo, equipando, poniendo en marcha, operando, controlando y manteniendo esos sistemas de producción; formulando, evaluando, planeando, organizando y dirigiendo proyectos y comercializando tecnología.

- Estén preparados y predispuestos para el trabajo y aprendizaje en equipo multidisciplinario, y para la adaptación a ambientes de trabajo dinámicos, ambiguos y a situaciones nuevas y complejas.
- Comprendan, analicen e interpreten la lógica de las ciencias y de la tecnología.
- Construyan el conocimiento a partir del pensamiento sistémico y complejo para transformar la sociedad en un bien común.

En lo técnico, el ingeniero deberá entonces desarrollar competencias generales que le permitan:

- Operar: producción, mantenimiento, caracterización, diagnóstico, control y transformación. Modelar, simular, diseñar y construir sistemas ingenieriles mediante dispositivos, instrumentos y herramientas para mejorar la calidad de vida.
 - Gestionar y administrar: proyección, identificación, planeación, formulación, organización, evaluación, selección, negociación y comercialización. Pensar estratégicamente para anticiparse a los cambios y formular las alternativas para el logro de sus propósitos.
- Diseñar: especialización, simulación, modelación y aplicación. Manejar dispositivos, instrumentos y herramientas modernas de trabajo en ingeniería, especialmente las aplicaciones informáticas de uso general y las específicas para cálculos, diseño y simulación.
- Investigar y desarrollar: investigación, desarrollo, y adaptación. Usar el método científico, los métodos y técnicas modernas para el trabajo en ingeniería (la heurística).
- Construir e instalar: Montaje, puesta en marcha, equipamiento y pruebas.
- Innovar: innovación, transferencia y creatividad. Generar, innovar e implementar soluciones tecnológicas sostenibles y sustentables para las nuevas sociedades del conocimiento.
- Interpretar: comprensión, análisis y síntesis. Leer, escribir, escuchar y hablar en forma eficaz la lengua materna y comprender una lengua extranjera y el lenguaje gráfico.

3.1.3 Competencias (documento rector ISA 2012).

La competencia designa el conjunto de condiciones necesarias para comprender las reglas y las estructuras de un conocimiento específico y poder interpretarlo, aplicarlo y transformarlo.

Para que los estudiantes puedan alcanzar los propósitos de formación y así resolver los problemas necesitan desarrollar las siguientes competencias:

- Gestión de proyectos: identificación, formulación, evaluación, selección, negociación, comercialización.
- Diseño: simulación, modulación, aplicación.
- Construcción e instalación: presupuesto, programación, construcción.
- Administración: planeación, organización, evaluación, selección, negociación, comercialización.
- Investigación y desarrollo
- Innovación: transferencia, creatividad.
- Operación: producción, mantenimiento, diagnóstico, control, transformación.
- Interpretación: comprender, analizar, sintetizar.

3.1.4 Campos del conocimiento (documento rector ISA 2012).

Es lo que se puede llamar la estructura de contenidos del currículo, seleccionados a partir de los problemas y de los propósitos de formación. Un campo de conocimiento es el espacio que abarca una disciplina, es decir, el conjunto de saberes que se tienen sobre una ciencia o un arte. Los cuerpos o campos del conocimiento, pueden denominarse disciplinas académicas o disciplinas de conocimiento. (Stenhouse L. en Investigación y Desarrollo del Currículo).

Aunque en la Facultad de Ingeniería se han identificado cinco grandes temas básicos, comunes para las ingenierías, a saber: energía, materiales, ecosistemas y vida, sistemas organizacionales, información y telecomunicaciones; en el proceso de transformación curricular, el campo de conocimiento, se asimila al concepto de disciplina; y por ello, cada uno de los grandes temas, se desglosan en subtemas, cada uno de los cuales, se inscriben en diferentes disciplinas y se consideran básicos para todas las Ingenierías; no obstante, cada programa definirá en qué extensión y profundidad tratará dichos subtemas.

El concepto de disciplina, no se asemeja aquí al curso o asignatura, en tanto éste es la parte de una disciplina que se asigna para un período académico (generalmente, un semestre). Por ejemplo, Física es la disciplina, pero Física Mecánica o Física de ondas; o como generalmente se designan: Física I, Física II, etc., serían cursos o asignaturas.

Las disciplinas o los cursos, según su naturaleza y afinidad, se agrupan en “campos” más amplios que reciben distintas denominaciones: Unidades, Áreas, Bloques, Núcleos, etc. Aquí, se organizan en Unidades de Organización Curricular (UOC), definidas como agrupaciones de temas afines de una teoría o de varias teorías, de una ciencia o de varias ciencias o de alguna rama del saber, con el fin de afrontar didácticamente uno o varios problemas.

Para efectos del desarrollo curricular, cada disciplina presenta dos componentes de suma importancia para el docente: la estructura y el método. La estructura es el conjunto de conceptos, principios, leyes, teorías y procedimientos básicos que conjugan lo esencial de

la disciplina; y el método, consiste en el proceso de construcción de tales conceptos y procedimientos y no se debe confundir con el método para enseñar la disciplina; aunque, eventualmente, puede reeditarse el método de construcción, para efectos de enseñanza. Conocer a fondo la estructura de la disciplina por parte de cada profesor responsable de la misma, debería ser preocupación de primer orden, ya que lo pone en mejor condición para la enseñanza que quien no posee tal conocimiento.

3.2 Pertinencia social y científica

El acceso al agua potable y al saneamiento básico son derechos humanos esenciales para la realización de los demás derechos. El hombre como obra y artífice del ambiente ha adquirido el poder de transformar de diversas maneras y en diferentes escalas todo lo que le rodea; el ambiente le brinda el sustento material y le permite desarrollarse intelectual, moral y socialmente, por lo tanto, la protección y el mejoramiento del entorno natural debe concebirse como una necesidad que aporta al bienestar de los pueblos y al desarrollo económico global.

El crecimiento acelerado de la población plantea continuamente problemas relacionados con el aprovechamiento y la preservación del ambiente. En los países en desarrollo, la mayoría de los problemas ambientales están motivados por el subdesarrollo. Millones de personas viven en condiciones inadecuadas de saneamiento. Según el Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado de 2019, en Colombia, a pesar de tener una cobertura del 87,54% en acueducto en la zona urbana, tan solo el 34.95% de la zona rural cuenta con acueductos, sin tener en cuenta el hecho de que la existencia de un acueducto no garantiza el acceso a agua con calidad óptima para el consumo humano. En términos de aguas residuales menos del 15% de los habitantes de las zonas rurales cuenta con alcantarillado, y la zona urbana alcanza porcentajes del 82%; de estos vertimientos, tan solo el 42,8% son tratados de manera adecuada. En términos de residuos sólidos, aún no se tiene una amplia cobertura para la gestión integral y en el ámbito de la calidad del aire, todavía no se ha logrado consolidar una red de monitoreo completa a nivel nacional que permita el diagnóstico y el planteamiento de soluciones frente a los problemas de contaminación atmosférica.

Desde 1972, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo, el tema del ambiente (su aprovechamiento y los problemas por resolver), ganó relevancia a nivel internacional, constituyéndose así el primer paso para una legislación internacional relativa al ambiente. Como recomendación de esta Cumbre, en 1975 se creó el Programa Internacional de Educación Ambiental, bajo la conducción de dos agencias de la Organización de las Naciones Unidas: el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Este programa internacional ha propendido por la incorporación de los aspectos ambientales en los currículos de las carreras universitarias, la capacitación en las profesiones que se requieren para la protección, rehabilitación y ordenación del ambiente y la realización de programas de formación del personal docente universitario en la esfera ambiental.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) como la mayor organización internacional existente, ha congregado expertos de diferentes disciplinas para buscar soluciones en torno a las enormes dificultades a las que se enfrentan millones de personas a nivel mundial para acceder a los servicios de agua y saneamiento. A raíz de esta de esta evaluación, en el

2015 todos los Estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible para alcanzar en 15 años (2030), entre los cuales se destaca el objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. La ONU resalta que uno de los principales caminos para garantizar dicho objetivo es la inversión en investigación y desarrollo de los recursos hídricos, para lo cual se requieren profesionales idóneos en este campo de formación en cada país.

Es claro que los recursos naturales incluidos el agua, el aire y la tierra, deben preservarse y gestionarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras, mediante una cuidadosa planificación u ordenación. Existen múltiples estrategias que contribuyen a la solución de los problemas de acceso al agua potable y al saneamiento, que van desde la gestión pública, la participación público privada, los modelos cooperativos y la gestión comunitaria; pero un acceso al agua en cantidad y calidad, y al saneamiento básico para todos los sectores de la sociedad sólo puede lograrse venciendo los obstáculos epistémicos creados por las diferentes perspectivas disciplinares, y adoptando en su reemplazo un enfoque integrado y multidimensional, que se construya a partir de los saberes, actividad propia del ámbito universitario.

Como parte de su contribución al desarrollo económico y social, la academia debe utilizar la ciencia y la tecnología para diagnosticar, evitar y dar solución a los problemas que amenazan el ambiente. Es a partir del que hacer de la Universidad donde se pueden generar asociaciones estratégicas con la empresa y el estado que aumenten la inversión pública y privada en ciencia, tecnología e innovación y por ende, que permitan aumentar la cobertura de agua potable y saneamiento básico y alcanzar objetivos específicos del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 como son: investigar la existencia y aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento, implementar soluciones alternativas para el acceso a los servicios públicos en las zonas rurales, mejorar la calidad y eficiencia de la prestación de los servicios públicos, modernizar los servicios de agua y aseo para hacer un correcto uso y mejor aprovechamiento del recurso hídrico y de los residuos, tener una mayor cantidad de empresas prestadoras de servicios, diagnosticar, disminuir la contaminación atmosférica y gestionar la calidad del aire, optimizar y construir infraestructura para el saneamiento básico.

Por todo lo anterior, gracias a la concepción de la Universidad de Antioquia en la docencia, la extensión y la investigación y dada la importancia que revisten los campos de acción de la ingeniería sanitaria y la solución de las problemáticas que le son propias a la disciplina, la formación de ingenieros sanitarios es relevante para la sociedad. En este sentido, la investigación formativa del Programa se enfoca en desarrollar un profesional integral, con solidez académica e investigativa enmarcada en principios curriculares como la formación en investigación, la interdisciplinariedad, la flexibilidad, la integración teoría y práctica, la autonomía y la ética; con competencias investigativas para generar y aplicar su conocimiento para identificar problemas y plantear soluciones en saneamiento, residuos sólidos, contaminación atmosférica y contaminación de suelos; participar en la formulación, actualización e implementación de diferentes herramientas de planeación para el mejoramiento y/o protección de los recursos, y de manera general, generar y aplicar nuevos conocimientos derivados de la investigación en torno a la mencionada problemática ambiental.

De esta manera los Ingenieros Sanitarios están preparados para conectarse con el medio laboral en el ejercicio de su profesión con: Entidades dedicadas a la administración y gestión de proyectos de infraestructura de saneamiento, empresas de diseño, construcción e interventoría de obras de infraestructura de saneamiento, autoridades ambientales, empresas públicas y privadas dedicadas a la prestación de servicios públicos; además de desempeñarse como consultores independientes, investigadores y profesores.

3.3 Tendencias en el desarrollo de la disciplina

Los programas que se encuentren dentro de la estrategia de un país para las acciones de saneamiento básico y potabilización de aguas deben ser el punto de partida para generar, adaptar y modernizar los procesos de educación y formación en los programas de Ingeniería Sanitaria. Estas estrategias combinadas con la regulación, normatividad y tendencias tecnológicas, tanto a nivel nacional como internacional, proporcionan los escenarios de acción que deben ocupar los profesionales de la Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Antioquia.

El saneamiento básico y la potabilización de aguas tienen propósitos claros para cada país y éstos se definen de acuerdo a los recursos hídricos disponibles, los usos del agua, la generación de residuos y la actividad humana y/o social, entre otros. Algunas de las demandas que conciernen a la Ingeniería Sanitaria son:

- Desarrollo de infraestructura para el saneamiento
- Potabilización de aguas
- Tratamiento de aguas residuales
- Diagnóstico y control de la contaminación atmosférica
- Gestión integral de residuos

El programa de Ingeniería Sanitaria permite formar ingenieros para atender las necesidades de agua potable, saneamiento básico, gestión integral de los residuos y contaminación atmosférica. En el país la cobertura de acueducto es de 87,54% en la zona urbana y de 34,95% en zona rural, de alcantarillado es de 82,84% y 14,36% en las mismas zonas. Del agua residual que es vertida por el alcantarillado sólo se trata el 42,80% (SSPD, 2019a) lo cual evidencia una condición difícil en cuanto al cubrimiento de las necesidades de agua potable y agua residual.

En cuanto a las necesidades de gestión de residuos sólidos, se presenta un panorama aun difícil, se estima que en el país se disponen 30.973 toneladas diarias de residuos, de los cuales el 89,5% de los municipios los disponen en sitios autorizados como rellenos sanitarios y celdas transitorias (SSPD, 2019b). Sin embargo, aún no se tiene una amplia cobertura de tratamiento de estos residuos ni se han incorporado las tecnologías para el re uso, reciclaje y disposición final de estos.

Con respecto a la calidad del aire, según el IDEAM (2018) la mayor problemática de calidad del aire en el país y principalmente en los grandes centros urbanos estuvo relacionada al material particulado PM10 y PM2.5, siendo este último emitido en su mayoría por fuentes móviles en los principales centros urbanos. De acuerdo con la Política para el Mejoramiento de la Calidad del Aire, expedida mediante el CONPES 3943 en 2018 (DNP, 2018a) en el 17% de los municipios colombianos en los que hay Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, se supera la norma anual para PM2,5 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y esta situación suele ser atribuida a

contenido de azufre en la gasolina y la tecnología de los vehículos mismos, los cuales cumplen en su mayoría Euro1 a Euro III y solo el 11% de los vehículos diésel se encuentran en categoría Euro IV (DNP, 2018a).

La falta de infraestructura básica en términos de agua y unas condiciones sanitarias mínimas para el desarrollo de la vida, afecta los procesos de producción y de canasta familiar, reduciendo la calidad de vida y afectando el desarrollo económico del país.

La formación de ingenieros sanitarios es fundamental para el desarrollo local, regional y nacional dado que estos profesionales pueden resolver problemas relacionado con el agua potable, el saneamiento básico y la calidad del aire, formular proyectos de índole sanitaria, diseñar sistemas de abastecimiento y alcantarillado, proponer alternativas para la construcción de un ambiente sano para la vida.

La formación en investigación es una dimensión en la que el estudiante de Ingeniería Sanitaria desarrolla competencias investigativas para la aplicación de su conocimiento en la solución de problemas asociados a la depuración de las aguas continentales, la prevención, control, y manejo de la contaminación, los procesos biológicos, y el diseño de sistemas de acueductos y alcantarillados. Es así como una formación sólida en investigación les permite a estos profesionales resolver problemas del mundo real.

Finalmente, a través de los proyectos multidisciplinarios en los cursos electivos y el Seminario Integrador se ha logrado la integración de las diferentes las áreas de conocimiento de las diferentes profesiones de la Escuela Ambiental, facilitando la resolución de problemas prácticos, formando estudiantes críticos, reflexivos, creativos, autogestores de conocimientos, agentes de cambio y transformación, innovadores y emprendedores.

3.4 Comparativo con programas afines a nivel nacional e internacional

En la Tabla 3 y Tabla 4 se realiza un comparativo con programa de ingeniería afines, en instituciones nacionales e internacionales, en las cuales se observa que el programa de Ingeniería Sanitaria es comparable en calidad y denominación a los programas afines existentes en Colombia y en el mundo. Para el caso del comparativo nacional, se hizo con los programas que actualmente tienen acreditación de alta calidad.

Tabla 3 Comparativo de programas afines a nivel nacional

Lugar donde se ofrece	Universidad	Tipo de institución	Nombre del Programa	Créditos	Duración	Áreas de conocimiento
Cali	Universidad del Valle	Pública	Ingeniería Sanitaria y Ambiental	169	10 semestres	Infraestructura para el saneamiento, Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos,

Lugar donde se ofrece	Universidad	Tipo de institución	Nombre del Programa	Créditos	Duración	Áreas de conocimiento
						Recurso hídrico, Recurso aire
Cali	Universidad Autónoma de Occidente	Privada	Ingeniería Ambiental	174	10 semestres	Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos, Recurso hídrico, Recurso aire
Medellín	Universidad de Medellín	Privada	Ingeniería Ambiental	167	10 semestres	Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos, Recurso hídrico, Recurso aire
Bogotá	Universidad de La Salle	Privada	Ingeniería Ambiental y Sanitaria	175	10 semestres	Saneamiento, Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos, Recurso hídrico, Recurso aire, Ordenamiento territorial
Medellín	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Privada	Ingeniería Ambiental	179	10 semestres	Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos, Recurso hídrico, Recurso aire, Ordenamiento territorial
Tunja	Universidad de Boyacá	Privada	Ingeniería Sanitaria	161	9 semestres	Producción limpia, Ordenamiento territorial, Gestión ambiental, Control de la contaminación, Saneamiento
Pasto	Universidad Mariana	Privada	Ingeniería Ambiental	151	9 semestres	Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos,

Lugar donde se ofrece	Universidad	Tipo de institución	Nombre del Programa	Créditos	Duración	Áreas de conocimiento
						Recurso hídrico, Recurso aire
Medellín	Universidad de Antioquia	Pública	Ingeniería Sanitaria	174	10 semestres	Infraestructura para el saneamiento, Recurso suelo y residuos, Recurso hídrico, Recurso aire

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Comparativo de programas afines a nivel internacional

Lugar donde se ofrece	Universidad	Tipo de institución	Programa	Duración	Áreas de conocimiento
Buenos Aires, Argentina	Universidad Nacional de La Plata	Pública	Ingeniería Civil	10 semestres	Gestión ambiental, obras hidráulicas, Planeamiento regional y urbano, Recurso hídrico
Valparaíso, Chile	Universidad Técnica Federico Santa María	Privada	Ingeniería Civil Ambiental	12 semestres	Gestión ambiental, Recurso suelo y residuos, Recurso hídrico
Sao Paulo, Brasil	Escola Politécnica da Universidad de São Paulo	Pública	Ingeniería Ambiental	10 semestres	Infraestructura para el saneamiento, Recurso hídrico, Recurso aire, Gestión ambiental, Gestión de residuos sólidos, Recurso suelo
Ciudad de México, México	Universidad Nacional Autónoma de México	Pública	Ingeniería Ambiental	10 semestres	Ingeniería de la calidad del aire, Ingeniería de la calidad del agua, Manejo de materiales y residuos peligrosos, Gestión integral de residuos sólidos, Planeación y gestión ambiental

Lugar donde se ofrece	Universidad	Tipo de institución	Programa	Duración	Áreas de conocimiento
Lima, Perú	Universidad Nacional de Ingeniería	Pública	Ingeniería Sanitaria	10 semestres	Saneamiento y salud ambiental, Infraestructura para el saneamiento, Recurso hídrico, Residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia

El título otorgado en las universidades consultadas es el de Ingeniero Ambiental, Ingeniero Sanitario y Ambiental e Ingeniero Sanitario. Las áreas de formación coincidentes en todos los programas son: gestión ambiental, recurso hídrico, recurso suelo y recurso aire. La Universidad del Valle coincide con la Universidad de Antioquia en el área de formación de infraestructura para el saneamiento, siendo esta un factor diferenciador del programa.

El factor diferenciador en la formación del ingeniero sanitario de la Universidad de Antioquia, es su preparación para resolver problemas de infraestructura para el saneamiento, la cual abarca sistemas de abastecimiento, plantas de potabilización, acueductos, alcantarillados, sistemas de tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos sólidos. Teniendo en cuenta que en nuestro país muchas regiones carecen de servicios de saneamiento básicos, es necesario que el ingeniero sanitario esté preparado para abordar dicha problemática y pueda ofrecer soluciones de saneamiento integrales a las comunidades.

Adicionalmente, la Escuela Ambiental de la Universidad de Antioquia presenta los siguientes rasgos distintivos que benefician el pregrado de Ingeniería Sanitaria y que dejan experiencias significativas que marcan su avance y desarrollo, tales como:

- Aulas-laboratorio: Se cuenta con las aulas laboratorio de Procesos Físicoquímicos, Química Ambiental y Química del Agua, Hidrobiología Sanitaria, Microbiología Sanitaria, Procesos biológicos, Suelos y Concretos. Estas aulas permiten llevar a cabo de manera integrada la teoría y la práctica de los cursos profesional del programa, lo cual beneficia el proceso de formación del estudiante.
- Transformación Curricular: Es un proceso permanente, los últimos ajustes se hicieron en el año 2018 y dieron como origen la Versión 4 del programa. Los cambios más importantes de esta transformación involucran la inclusión de seis (6) niveles de inglés, la disminución del total de créditos de programa, la permanencia de las aulas-laboratorio, la posibilidad de cuatro líneas de profundización, una línea de profesionalización y electivas socio-humanísticas y de formación integral.
- Funcionamiento como Escuela Ambiental: Administrativamente, el programa se desarrolla dentro de una estructura administrativa denominada Escuela Ambiental, que agrupa además los programas de Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental. Esto permite la optimización de recursos y la formación integral e interdisciplinaria de los estudiantes.
- Grupos de Investigación clasificados por Colciencias: Los grupos de investigación existentes en el programa han recibido las máximas clasificaciones de Colciencias (Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental - GAIA, Categoría A1; Grupo de Diagnóstico y Control de la Contaminación - GDCON, Categoría A1;

Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental - GIGA, Categoría A1, Grupo Geolimna, Categoría B).

- Doble titulación: El funcionamiento como Escuela permitió la creación de las rutas curriculares para doble titulación con los programas de Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental. Por lo tanto, es posible que los estudiantes obtengan dos títulos de pregrado en rutas curriculares de 12 semestres.
- Conexión con programas de posgrado: Los estudiantes pueden tomar cursos correspondientes a las especializaciones en Manejo y Gestión del Agua, Gestión Ambiental, maestría en Ingeniería Ambiental, Gestión Ambiental y el doctorado en Ingeniería Ambiental.
- Internacionalización: Actualmente, los estudiantes de Ingeniería Sanitaria tienen la posibilidad de realizar doble titulación y pasantías con universidades extranjeras, tales como: Politécnico de Turín (Italia), Universidad Técnica de Múnich – TUM, y la Universidad de Sao Paulo en Brasil, entre otras.
- Bienestar Universitario: Los estudiantes cuentan con un amplio programa de bienestar universitario que favorece su permanencia en el programa. En este programa se incluye acompañamiento socioeconómico, deporte y cultura, apoyo académico, bienestar físico y mental.
- Prácticas profesionales: Los estudiantes pueden realizar su práctica profesional en una de estas cinco modalidades: Semestre de Industria, Proyecto de Investigación, Trabajo de Grado, Práctica Social y Empresarismo.

3.5 Rasgos distintivos del programa

El programa de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia tiene como rasgos distintivos los siguientes:

- Es un programa orientado a resolver problemas relacionados con el saneamiento básico y el agua potable.
- El plan de formación involucra como principios curriculares la formación en investigación, la interdisciplinariedad, la flexibilidad, la integración teoría y práctica, la autonomía y la ética.
- El profesional en Ingeniería Sanitaria es una persona íntegra capaz de afrontar proyectos que permitan el desarrollo del país respecto a la infraestructura de acueductos, alcantarillados, manejo y disposición de residuos sólidos
- Los estudiantes de Ingeniería Sanitaria pueden participar activamente en semilleros, grupos y redes de investigación
- El programa de Ingeniería Sanitaria está ligado a los programas de Ingeniería Ambiental, e Ingeniería Civil
- Los estudiantes de Ingeniería Sanitaria de alto desempeño pueden aplicar a becas de pasantías y de doble titulación en Colombia y en el exterior

3.6 Perfiles

3.6.1 Perfil del estudiante

- Perfil de ingreso de los estudiantes

El programa está dirigido a personas mínimo con grado de bachiller, con interés por conocer y estudiar la concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras de saneamiento; con inclinación por la ingeniería, con habilidades en matemáticas y ciencias naturales, y con compromiso frente a la búsqueda de soluciones a problemas de infraestructura de saneamiento con mirada interdisciplinaria. Además, por su estrecha relación con el medio ambiente, deben estar interesados en los procesos que conllevan a la prevención, manejo y recuperación de los recursos hídricos, aire y suelo.

- Perfil de los egresados del programa

El Ingeniero Sanitario de la Universidad de Antioquia tendrá una sólida formación en ciencias básicas con cursos profesionales acordes al nivel de conocimiento científico y tecnológico en las disciplinas de su competencia. Por lo anterior, un Ingeniero Sanitario de la Universidad de Antioquia adquirirá las siguientes competencias:

- Proyectar, diseñar, intervenir, construir y optimizar sistemas de acueducto y alcantarillado, sistemas de tratamiento de aguas de consumo y de aguas residuales, rellenos sanitarios y obras sanitarias, destinadas al servicio público y privado en áreas urbanas y rurales.
- Operar, controlar y evaluar el funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas de consumo y aguas residuales, así como los sistemas de acueducto y alcantarillado.
- Identificar, evaluar y plantear soluciones a problemas de saneamiento, residuos sólidos, contaminación atmosférica y contaminación de suelos.
- Participar en la formulación, actualización e implementación de diferentes herramientas de planeación para el mejoramiento y/o protección de los recursos.

El ingeniero sanitario se proyecta en los siguientes escenarios para el ejercicio profesional:

- Entidades dedicadas a la administración y gestión de proyectos de infraestructura de saneamiento.
- Empresas de diseño, construcción e interventoría de obras de infraestructura de saneamiento.
- Autoridades ambientales.
- Empresas públicas y privadas dedicadas a la prestación de servicios públicos.
- Consultor independiente.
- Investigador.
- Profesor.

El programa de Ingeniería Sanitaria cuenta con egresados representativos en el ejercicio de la profesión, entre ellos egresados profesores que han sido grandes pioneros en procesos de investigación y extensión; también, han ocupado cargos de alto desempeño en la Universidad: Dirección del Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería, Decanatura de la Facultad de Ingeniería, dirección de la Corporación Ambiental, Vicerrectoría administrativa. También se tienen egresados en órganos de dirección de la Secretaría de Medio Ambiente, dirección de Cornare, dirección de Licencias Ambientales del Ministerio y cargos representativos en entidades como ISAGEN y la Gobernación de Antioquia.

3.6.2 Perfil de los docentes

Teniendo en cuenta el plan de estudios del programa, se requieren profesores con conocimientos en ciencias básicas que impartan las materias de matemáticas, física y química. Igualmente, profesores que aporten a la formación humana, habilidades blandas y lengua extranjera.

En cuanto a las necesidades de la formación profesional, los docentes vinculados en carrera docente requeridos por el programa de Ingeniería Sanitaria, deben ser profesionales idóneos en las áreas potabilización de agua, tratamiento de aguas residuales, infraestructura para el saneamiento, manejo integral de residuos sólidos y gestión del recurso aire. En su función de profesores debe desenvolverse en actividades misionales de docencia, investigación, extensión y administración académica. Su formación académica debe ser a nivel de posgrado con énfasis en la investigación que le permita hacer parte de comunidades académicas y grupos de investigación a nivel de la Universidad y a nivel nacional e internacional, con alta capacidad de crear redes de investigación y comunicarse en otros idiomas.

Adicionalmente, se requieren profesores catedráticos, con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos de saneamiento que alimenten a través de sus conocimientos profesionales el programa y permitan mantener un vínculo permanente con las empresas y las necesidades del medio.

Los profesores del programa deben estar capacitados en pedagogía y tecnologías de la información y la comunicación.

En la Tabla 5 se presenta el listado de los docentes de tiempo completo vinculados al programa de Ingeniería Sanitaria en la Sede Medellín, indicando sus niveles de formación, su categoría en Colciencias como investigadores y las redes nacionales o internacionales a las cuales se encuentran vinculados.

Tabla 5. Profesores adscritos a Ingeniería Sanitaria (al semestre 2019-2)

Nombre del profesor	Tipo de vinculación	Títulos	Categoría en el escalafón	Clasificación del profesor en Colciencias	Red o consorcio al que pertenece el profesor
Alba Nury Gallego Hernández	Vinculado T.C.	Ing. Geóloga, M Ciencias de la Tierra, Dr. Ciencias de la Tierra y Ciencias Geoambientales	Asociado		
Alvaro Wills Toro	Vinculado T.C.	Ing. Civil	Auxiliar		

Nombre del profesor	Tipo de vinculación	Títulos	Categoría en el escalafón	Clasificación del profesor en Colciencias	Red o consorcio al que pertenece el profesor
Camilo César Castro Jiménez ⁽³⁾	Vinculado T.C.	Ing. Sanitario, M. Ing. Ambiental	Asociado		
Carlos Alberto Palacio Tobón	Vinculado T.C.	Ing. Civil, M.Sc. Ing. Civil, Dr. Ingeniería	Asociado	Senior	
Carlos Alberto Riveros Jerez	Vinculado T.C.	Ing. Civil, M.Sc. Ing., Dr. Ingeniería	Asociado		
Carlos Alberto Vega Posada ⁽³⁾	Vinculado T.C.	Ing. Civil, M.Sc. Ing. Civil, Dr. Ingeniería	Asociado	Junior	
Carlos Esteven Pulgarin Muñoz	Ocasional T.C.	Ing. Sanitario, Candidato M. Gestión Ambiental	Auxiliar		
Darío Naranjo Fernández ⁽²⁾	Ocasional T.C.	Ing. Químico, M Ing. Ambiental. Dr. Ciencias	Asistente		
David Aguiar Gil ⁽²⁾	Ocasional T.C.	Ing. Sanitario, Esp., M. Ingeniería	Asistente		
Diana Catalina Rodríguez Loaiza	Vinculado T.C.	Ing. Sanitaria, M. Ingeniería, Dr. Ingeniería	Asociado	Asociado	IWA
Diego Alejandro Chalarca Rodríguez	Ocasional T.C.	Ing. Sanitario, M. Ingeniería	Auxiliar		
Dora Ángela Hoyos Ayala ⁽¹⁾	Vinculado T.C.	Ing. Química, M.Sc. Ing. Ambiental, Dr. Química	Asociado		
Esneidy Hernández Atilano	Vinculado T.C.	Bióloga, M. Ciencias, Dr. Biología	Asistente	Junior	

Nombre del profesor	Tipo de vinculación	Títulos	Categoría en el escalafón	Clasificación del profesor en Colciencias	Red o consorcio al que pertenece el profesor
					SOFILAC, SWS, REDCRE
Fabio de Jesús Vélez Macías	Vinculado T.C.	Ing. Sanitario, M.Sc. Geografía, Dr. Geografía	Asociado	Junior	
Francisco José Molina Pérez	Vinculado T.C.	Ing. Sanitario, Esp. y M.Sc. Ing. Sanitaria, Dr. Ing. Química y Ambiental	Titular	Senior	
Guillermo León Sepúlveda Quintero	Ocasional T.C.	Ing. Sanitario, Esp. Gerencia de Proyectos	Auxiliar		
Gustavo Antonio Peñuela Mesa	Vinculado T.C.	Químico, M.Sc., Química Ambiental, Dr. Química	Titular	Senior	
Isabel Kristina Cardona Giraldo	Ocasional T.C.	Ing. Civil, M.Sc. Ing.,	Auxiliar		
John Fernando Escobar Martínez	Vinculado T.C.	Ing. Petróleos, Esp. Gestión Ambiental, M. en Medio Ambiente y Desarrollo, Dr. Ingeniería.	Asistente		ACH, ACHSOP, IAH, SELPER
John Alejandro Martínez Agudelo	Ocasional T.C.	Físico, M Física, Dr. Hidrometereología	Auxiliar		
Julio César Saldarriaga Molina ⁽¹⁾	Vinculado T.C.	Ing. Sanitario, M.Sc. Ing. Ambiental, Dr. en Ingeniería	Titular	Junior	
Julio Eduardo	Vinculado T.C.	Ing. Civil, M.Sc. Recursos	Titular		

Nombre del profesor	Tipo de vinculación	Títulos	Categoría en el escalafón	Clasificación del profesor en Colciencias	Red o consorcio al que pertenece el profesor
Cañon Barriga		Hidráulicos, Dr. Hidrología		Senior	AGU
Lina Claudia Giraldo Buitrago	Vinculado T.C.	Ing. Sanitaria, M. Ing. Ambiental, Dr. en Ingeniería.	Asociado		
Mauricio Andrés Correa Ochoa ⁽¹⁾	Vinculado T.C.	Ing. Sanitario, M.Sc. Ing. Ambiental	Asistente		
Maria Camila Grueso Dominguez ⁽²⁾	Ocasional T.C.	Ing. Sanitaria	Auxiliar		
Natalia Da Silveira Arruda	Ocasional T.C.	Arquitecta, M Planificación Urbana, Territorial y Paisajístico-Ambiental	Auxiliar		
Néstor Jaime Aguirre Ramírez	Vinculado T.C.	Licenciado en Biología, M.Sc. Biología, Dr. Recursos Naturales	Titular	Senior	ASPA, DAAD
Nora Elena Villegas Jiménez ⁽²⁾	Ocasional T.C.	Inge. Civil, M. Ingeniería Ambiental	Asistente		
Teresita Betancur Vargas	Vinculado T.C.	Geóloga, M.Sc. Recursos Hidráulicos, Dr. en Ingeniería	Titular	Senior	UNESCO-IHE, Red Río

Fuente: Oficina de asuntos docentes. T.C.: Tiempo completo

(1) Profesores en comisión administrativa

(2) Profesores ocasionales en reemplazo de profesores en comisión administrativa

(3) Profesores en comisión de estudios

3.7 Coherencia del programa con los principios institucionales

La Universidad de Antioquia orienta sus esfuerzos hacia su consolidación como centro de cultura y de ciencia, que por su naturaleza tiene una especial responsabilidad con la sociedad, a la cual se debe; está atenta en su actividad a los patrones específicos y a las

exigencias que nacen de cada campo del saber; se compromete en la búsqueda de nuevos conocimientos y de las soluciones a los problemas de la sociedad, con alto sentido humanístico y en el marco de una concepción universal (Estatuto General).

La Institución promueve la creación, el desarrollo y la adaptación del conocimiento en beneficio del crecimiento humano y científico; la reafirmación de los valores de la nacionalidad, en su diversidad étnica y cultural; el respeto a las diferentes ideologías; la expansión de las áreas de creación y disfrute de la cultura; la protección y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, en el horizonte de la eco-ética. La Universidad se reconoce como espacio de controversia racional, regida por el respeto a las libertades de conciencia, opinión, información, enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra, orientadas por las exigencias de los criterios éticos que se traducen en una real convivencia universitaria.

Los principios particulares definidos por el Estatuto General están inmersos en el plan de estudios del programa de Ingeniería Sanitaria, tal y como se presentan en la Tabla 6:

Tabla 6 Relación del programa de Ingeniería Sanitaria con los principios institucionales de la Universidad

Principio institucional	Definición
Igualdad	El programa se extiende a quienes en igualdad de oportunidades demuestren tener las capacidades requeridas y cumplir las condiciones académicas y administrativas exigidas.
Responsabilidad social	Se tiene como responsabilidad prioritaria servir a los sectores más vulnerables de la sociedad con los instrumentos del conocimiento y del respeto a la ética.
Autonomía	Se tiene la autonomía sobre el programa académico; definición y organización de sus labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y administrativas que le permiten el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.
Universalidad	Existe comunicación con todos los pueblos del mundo, particularmente con los países de América Latina, y en especial con universidades, institutos de investigación y entidades públicas y privadas, para incorporar en el programa académico los adelantos en investigación.
Libertad de cátedra y de aprendizaje	El profesor tiene discrecionalidad para exponer sus conocimientos con sujeción a un contenido programático mínimo. A su vez, el alumno puede controvertir dichas explicaciones con sujeción a los mismos principios, acceder a las fuentes de información disponibles y utilizarlas para la ampliación y profundización de sus conocimientos.
Normatividad	Existe normatividad que definen el marco de condiciones para el funcionamiento adecuado y eficaz de la Universidad, e inducen la adhesión y el respeto del personal universitario.
Convivencia	Los integrantes del personal universitario practican y defienden el diálogo racional y la controversia civilizada como métodos

Principio institucional	Definición
	de convivencia para conseguir los fines de la Institución, y para tratar o solucionar los conflictos
Excelencia académica	Los profesores y estudiantes de la Universidad realizan sus quehaceres con criterios de excelencia académica y científica, y buscan los más altos niveles del conocimiento.
Interdisciplinariedad	Las actividades académicas, de investigación, de docencia y de extensión abordan problemas prácticos o teóricos en una perspectiva interdisciplinaria en el plan de estudios y la Escuela Ambiental.
Investigación y docencia	La investigación eje misional y compromiso del profesorado, es parte del currículo. La docencia, fundamentada en la investigación, permite formar a los estudiantes en los campos disciplinarios y profesionales de su elección, mediante las líneas de profundización y trabajos de grado e investigación del plan curricular.
Extensión	La extensión permite la relación permanente y directa de la Universidad con la sociedad. Incluye los programas de educación permanente, los proyectos con entidades gubernamentales y privadas, y demás actividades tendientes a procurar el bienestar general de la sociedad.
Autoevaluación	La autoevaluación, la actualización científica y pedagógica, el mejoramiento continuo de la calidad y la pertinencia social de los programas universitarios, son tareas permanentes de la Universidad y parte del proceso de acreditación. La Institución acoge y participa en el Sistema Nacional de Acreditación
Cooperación institucional	El programa tiene lazos con instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, para el cumplimiento de su misión y para el logro de los objetivos de la Educación Superior.
Participación	Los integrantes del personal universitario tienen el derecho de participar en forma individual o colectiva en la vida institucional, mediante los mecanismos consagrados en la Constitución, las leyes y las normas de la Universidad
Asociación	Se reconoce y promueve el derecho de asociarse y de formar sus respectivas organizaciones; el de crear grupos de estudio y equipos de trabajo para adelantar tareas de investigación, de docencia y de extensión, culturales, deportivas, recreativas y ecológicas, y facilita la participación en tales grupos a los profesores y estudiantes, promoviendo y apoyando formas organizativas apropiadas.
Derecho universitario de petición	Toda persona, o grupo de personas pertenecientes al personal universitario, tiene derecho de formular a las autoridades de la Universidad solicitudes en interés general o particular y de obtener pronta y adecuada respuesta.
Debido proceso	En la Institución se ejerce la función disciplinaria con aplicación de un debido proceso.
Planeación	Los procesos académicos están acompañados de la planeación y evaluación de la gestión, con el fin de cumplir las

Principio institucional	Definición
	responsabilidades de calidad académica y administrativa de la Institución.
Descentralización	La organización académico administrativa se guía por criterios de descentralización y desconcentración de funciones en las Facultades, todo ello enmarcado en procesos de integración y colaboración entre éstas.
Regionalización	Por su origen, su naturaleza jurídica y su tradición, la Universidad tiene una vocación regional. Actualmente, cuenta con el programa de Ingeniería Sanitaria en la sede Apartadó.

Fuente: Elaboración propia

4 Componentes pedagógicos y curriculares

4.1 Componentes pedagógicos

4.1.1 Concepción de enseñanza - aprendizaje: fundamentación pedagógica

El modelo pedagógico adoptado por la Facultad de Ingeniería para impulsar los componentes curriculares, es el desarrollista, en tanto aspira a hacer del estudiante un sujeto activo con capacidad de resolver problemas y construir conocimiento a través de la investigación; y a hacer del docente un orientador y guía que crea ambientes estimulantes, brinda experiencias prácticas y permite el desarrollo de estructuras mentales. Pero también adopta aspectos del modelo social, en tanto que a través de procesos docentes alimentados por la investigación es factible, en el campo de la ingeniería, contribuir a resolver los problemas y satisfacer las necesidades de la sociedad.

Este modelo se constituye como un sistema abierto y complejo. Es sistema en tanto está constituido por un conjunto de elementos en interacción mutua y es abierto, porque además de las relaciones funcionales entre sus componentes, que lo estructuran como totalidad, se establece una red jerárquica de relaciones con otros sistemas y con el medio social. El modelo es complejo, siguiendo los tres principios establecidos por Edgard Morin:

- Permite la unión de nociones antagónicas; por ejemplo, libertad – autoridad, consumidor-productor, recepción-descubrimiento, que aparentemente deberían rechazarse entre sí, pero que son indisociables para comprender una misma realidad, lo dialógico.
- Los productos y los efectos, son ellos mismos productores y causadores de lo que los produce; así, los estudiantes, docentes y demás funcionarios producen la Universidad en y por sus interacciones, pero la universidad, en tanto que el todo, produce la comunidad educativa, aportándoles su cultura; esta es la recursión.
- No sólo las partes están en el todo, sino que el todo está en las partes, aparente paradoja de ciertos sistemas.

Como sistema, el modelo presenta: dimensiones, componentes, principios, relaciones y organización. Las dimensiones son los procesos formativos:

- Desarrollo de las potencialidades funcionales o facultades del estudiante como sujeto en comunidad.
- Formación del estudiante como ser social para practicar las relaciones intersubjetivas.
- Formación del estudiante como persona capaz de participar en el desarrollo cultural de la sociedad.

Los componentes que le dan el carácter de estructura al modelo son estos: el problema, el objeto, el propósito, la estrategia y la evaluación. El problema surge de la insatisfacción de los sujetos en relación con la situación específica manifiesta en el objeto de conocimiento. El problema surge de la necesidad no satisfecha y puede generarse en el contexto, en las necesidades e intereses del sujeto o en el conocimiento mismo. El objeto es la parte de lo real portadora del problema; el contenido es objeto del conocimiento. El propósito es la intención del sujeto de alcanzar cambios en o con el objeto, para que una vez transformado, satisfaga su necesidad y resuelva el problema. La estrategia o método, es la organización del proceso de enseñanza, en tanto proceso de comunicación y acción, son los pasos que desarrolla el sujeto en su interacción con el objeto, a lo largo del proceso docente. Las estrategias más utilizadas en este modelo pedagógico son: los proyectos de aula, el estudio de casos, solución de problemas y el seminario investigativo. Parte integrante de la estrategia metodológica son los medios o herramientas que se utilizan para la transformación del objeto. La evaluación, es la constatación permanente del desarrollo del proceso de modificación que el estudiante, mediante su proceso de aprendizaje realiza del objeto y de sí mismo.

Los principios del modelo son tres: La universidad en la vida, la educación a través de la enseñanza y la formación a través de la comunicación.

- La universidad en la vida: Los problemas provocan unos propósitos que la institución docente se traza para formar a sus egresados, inmersos en la sociedad, en la vida. Con los problemas y los propósitos se construye el proceso docente.
- La educación a través de la enseñanza: La institución docente crea formas de satisfacer las necesidades sociales y alcanzar propósitos resolviendo el problema. Mientras el estudiante aprende a resolver problemas propios de un saber, desarrolla su inteligencia y también se educa en valores y sentimientos.
- La formación a través de la comunicación: El acto educativo es, en esencia, un acto de comunicación. Es ese acto de comunicación que permite al estudiante ponerse en contacto con las fuentes, las cuales, le dan acceso a la información proveniente de la cultura universal y popular, la que a su vez le facilita avanzar en la solución del problema. Cada estudiante se apropia del conocimiento, ya no por simple recepción sino por el descubrimiento fruto de la indagación.

El modelo pedagógico del programa se basa en la solución de problemas de ingeniería relacionados con el saneamiento básico (potabilización de agua, tratamiento de aguas residuales, infraestructura para el saneamiento, manejo integral de residuos sólidos y gestión del recurso aire), y estos se abordan desde proyectos desarrollados en las aulas.

De acuerdo con el modelo pedagógico definido por el programa para construir conocimiento la concepción de enseñanza-aprendizaje se concreta de manera activa en tanto lleva al

alumno a construir su propio conocimiento, lo prepara para resolver los problemas que deberá enfrentar como profesional, ayuda a la formación de profesionales con alta autoestima, seguros de sí mismos, innovadores, investigadores, miembros activos de la sociedad en la que participarán con ideas y acciones.

4.1.2 Modalidades y métodos docentes. Didácticas

Los conocimientos del programa se organizan de manera progresiva, partiendo de las ciencias básicas, siguiendo la formación en ingeniería y finalizando con la formación profesional en el que hacer del ingeniero sanitario. Los conocimientos aumentan su complejidad de manera secuencial y permiten que el estudiante tenga herramientas y criterios para tomar decisiones y aplicarlos en la solución de problemas reales.

Las estrategias didácticas que se consideran en el programa y que permiten el desarrollo de competencias y destrezas en los estudiantes son:

- Clases magistrales
- Clases y herramientas virtuales
- Estudio de casos
- Prácticas de laboratorio
- Prácticas de campo
- Prácticas empresariales
- Prácticas industriales
- Trabajo de grado
- Trabajo de investigación
- Seminario integrador
- Práctica social

Todas estas estrategias van acompañadas de normativas técnicas vigentes, tecnologías actuales tanto para la transferencia de los conocimientos y herramientas computacionales para la modelación y solución de los problemas ingenieriles.

Con respecto al seguimiento del trabajo que realizan los estudiantes, en los cursos relacionados con las áreas profesionales, los profesores evalúan el aprendizaje de los temas propuestos en los cursos, por medio de exámenes, sustentaciones y revisiones de avance; este último, teniendo en cuenta que la gran parte de los cursos profesionales incluyen dentro de su metodología de evaluación diseños aplicados, la mayoría grupales, que se van realizando a lo largo del semestre. Esto, permite hacer un seguimiento del ciclo de aprendizaje del estudiante, tanto desde el punto de vista de un proceso individual de cada estudiante, como de la forma en la que se trabaja en equipo y todo lo que ello implica.

El estudiante incursiona en la investigación formativa buscando opciones de solución a situaciones reales donde la teoría y la práctica se integran. Consecuentemente, el Programa de define como estrategias didácticas el “Aprendizaje Basado en problemas (ABP)” y los “Proyectos de Aula”. Estas se han venido implementando desde la versión 3 del plan de estudios, iniciada en el año 2008; como resultado, gran parte del aprendizaje se da mediante aulas-laboratorio, prácticas de diseño, prácticas en campo, prácticas de laboratorio o salidas de campo.

Se debe mencionar que en los cursos de Ingeniería Sanitaria se propende por una correcta articulación entre métodos y estrategias de enseñanza y recursos tecnológicos. Para ello, los profesores cuentan con recursos tecnológicos para ser implementados en los cursos, tales como computador y proyector en las aulas de clase, salas de cómputo dotadas con software especializado, aplicativo Moodle para manejar material virtual, Zoom, WizIQ, correo electrónico con Google, Classroom, Drive, entre otros, lo que facilita los procesos de interacción y aprendizaje.

Estas metodologías de aprendizaje enunciadas anterior mente permiten mediar en el alcance de los objetivos de aprendizaje definidos para el Programa, los cuales se listan en la siguiente tabla:

Tabla 7 Resultados de Aprendizaje Escuela Ambiental, *Programa de Ingeniería Sanitaria*

VERBO	OBJETIVO DE CONOCIMIENTO	FINALIDAD	CONDICIÓN DE CALIDAD
Diagnosticar	El estado del recurso hídrico	Para la identificación de la oferta, demanda, calidad y riesgo, gobernabilidad y fortalecimiento institucional	Todo ello, fundamentado en la política nacional de gestión integral (2010-2022).
Analizar	La gestión de los residuos sólidos	Para la identificación de condiciones (línea base) y el establecimiento de un programa de servicio de aseo eficiente, además de metas de prevención y alternativas de aprovechamiento de residuos, que disminuyan los riesgos a la salud y al ambiente por el inadecuado manejo de residuos	Considerando normas nacionales como el Decreto 1077 de 2015, RAS Título F, la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Conpes 3874) y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12 “Producción y Consumo Responsable”, meta 12.5
Proponer	Programas para la prevención, mitigación y reparación	De la contaminación de fuentes hídricas	De acuerdo con la normatividad vigente para vertimientos puntuales, como el Decreto 3930 de 2010 y la Resolución 631 de 2015.
Proponer	Alternativas	Para un manejo adecuado de las aguas residuales y la mitigación de sus impactos en las poblaciones expuestas,	Ajustado a la normatividad vigente, como el Reglamento Técnico Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante la Resolución 0330 de 2017, el Decreto 3930 de 2010, la Resolución 631 de 2015 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS 6).
Proponer	Soluciones que garanticen el acceso a agua de calidad	A las poblaciones,	Ajustado a las condiciones específicas del entorno para sus diferentes usos (doméstico, industrial, agrícola, recreativo, entro otros), según el Reglamento Técnico Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante la Resolución 0330 de 2017 y el Decreto 3930 de 2010.

VERBO	OBJETIVO DE CONOCIMIENTO	FINALIDAD	CONDICIÓN DE CALIDAD
Diseñar	Sistemas de potabilización y abastecimiento de agua	Que garanticen el recurso hídrico a las comunidades	Bajo condiciones de calidad, cantidad y continuidad, según el Reglamento Técnico Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante la Resolución 0330 de 2017 y la Resolución 2115 de 2007.
Operar	Sistemas de potabilización y abastecimiento	Con el fin de mantener el correcto funcionamiento	Bajo el marco comprensivo de los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante la Resolución 0330 de 2017.
Optimizar	Procesos de diseño, construcción y operación	De sistemas de tratamiento y abastecimiento de agua potable	En concordancia con las normas técnicas vigentes y las necesidades del entorno, según el Reglamento Técnico Para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, mediante la Resolución 0330 de 2017.
Diagnosticar	La calidad del aire	Con el fin de proponer alternativas de mitigación	Ajustadas a las normas nacionales vigentes y en pro de la salud de la población expuesta, según el Decreto 948 de 1995, las Resoluciones 2254 de 2017, 909 de 2008, 910 de 2008, 627 de 2006 y 1541 de 2014.

4.1.3 Evaluación de los aprendizajes

El Reglamento Estudiantil regula el proceso de evaluación, desde allí se define la evaluación como “un proceso continuo que busca no solo apreciar las aptitudes, actitudes, conocimientos y destrezas del estudiante frente a un determinado programa académico, sino también lograr un seguimiento permanente que permita establecer el cumplimiento de los objetivos educacionales propuestos”. El Programa se ciñe a estos lineamientos y para hacer efectivo el proceso emplea distintos mecanismos, estrategias e instrumentos de evaluación acordes con los objetivos y propósitos de cada proyecto de aprendizaje (microcurrículo).

Desde la definición de los tipos de cursos en el plan de estudios, a saber: teóricos, prácticos y teórico-prácticos, se orienta la adquisición de las competencias; por tanto, la evaluación de los aprendizajes se aborda de forma individual y grupal, buscando solución a situaciones propias de la profesión. Esto permite hacer seguimiento y evaluación integrales y dar realimentación mediante revisiones y asesorías. Las condiciones, propósitos y criterios de evaluación se enuncian en el microcurrículo de cada curso.

Teniendo en cuenta la fundamentación pedagógica del programa, en la Tabla 8 se presentan los tipos de evaluación, su objeto y concordancia con los propósitos de formación, así como de los instrumentos, herramientas y técnicas que se emplean para llevarla a cabo.

Tabla 8 Evaluación de los aprendizajes

Tipo de evaluación	Objetivo de la evaluación	Concordancia con los propósitos de formación	Metodología, instrumentos, herramientas y técnicas utilizadas
Exámenes teóricos y prácticos	Demostrar la adquisición de los conocimientos en cada una de las áreas de formación y la correcta aplicación de los mismos en la solución de los problemas propios de la profesión.	Permiten que los estudiantes se apropien conscientemente de la lógica de las ciencias, las artes y la tecnología. Además de que incorporan a sus estructuras mentales operaciones intelectuales como el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, la abstracción y la concreción, la comprensión y la interpretación, la analogía y la diferencia, la convergencia y la divergencia, el pensamiento sistémico y complejo, la algoritmia, para la construcción y como herramientas de pensamiento, para comprender y actuar en el mundo material, el mundo subjetivo y el mundo de lo social. Promueve la comprensión, análisis e interpretación de la lógica de las ciencias y de la tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas conceptuales • Análisis de datos • Planteamiento de soluciones generales • Cálculos de parámetros • Sustentación de resultados • Discusión de casos
Informes de laboratorio	Conocer la normativa, los procesos, metodologías, equipos utilizados para determinar parámetros con aplicaciones en el área de conocimiento.	Facilita la apropiación del trabajo y aprendizaje en equipo multidisciplinario, y la adaptación a ambientes de trabajo dinámicos, ambiguos y a situaciones nuevas y complejas.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de la normativa • Ejecución de procesos • Análisis de resultados • Discusión ingenieril de la aplicabilidad de los parámetros
Informes de salida de campo	Conocer la realidad del ejercicio y el impacto de la profesión, y el estado de las variables que influyen en las áreas de conocimiento.	Concientiza el proceso de formación y la construcción de su propia imagen con base en la imagen de la naturaleza y de la sociedad. Así mismo, concientiza sobre los impactos que pueden producir las decisiones que tomen y puedan prevenirlos,	<ul style="list-style-type: none"> • Abstractar el conocimiento por medio de la observación • Mostrar aplicaciones directas de la profesión • Discusión de los aspectos técnicos

Tipo de evaluación	Objetivo de la evaluación	Concordancia con los propósitos de formación	Metodología, instrumentos, herramientas y técnicas utilizadas
		mitigarlos, reducirlos o compensarlos.	y éticos del ejercicio de la profesión
Proyectos de aula	Integrar las áreas de conocimiento de la profesión para la resolución de problemas prácticos.	Permiten la aplicación de los conocimientos tecnológicos con fundamentos estéticos, éticos y lógicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de caso • Solución de problemas complejos • Propuestas a soluciones de problemas ingenieriles
Consultas bibliográficas	Afianzar y ampliar los conocimientos adquiridos en el aula de clase.	Permiten la apropiación de los contenidos de su profesión por medio de la formación de conceptos, leyes, teorías y estructuras más avanzadas de la ciencia y la tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Usos de bases de datos • Lectura e interpretación de documentos técnicos • Ayudas audiovisuales
Seminario	Integrar las áreas de conocimiento de diferentes profesiones para la resolución de problemas prácticos.	<p>Forma estudiantes críticos, reflexivos, creativos, autogestores de conocimientos, agentes de cambio y transformación, innovadores y emprendedores.</p> <p>Forma estudiantes para el trabajo y aprendizaje en equipo multidisciplinario, y para la adaptación a ambientes de trabajo dinámicos, ambiguos y a situaciones nuevas y complejas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de caso acompañados de otras áreas de formación • Propuestas de trabajos de investigación • Formulación de preguntas de investigación
Práctica profesional	Aplicar todos los conocimientos adquiridos en el proceso de formación. Promover las conexiones con la empresa, la comunidad, los grupos de investigación y el emprendimiento, generando habilidades para el ejercicio de la profesión.	<p>Promueve el conocimiento de la realidad nacional, sus necesidades y problemas. Incentiva la búsqueda, desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas con criterios sociales y económicos que consulten la disponibilidad de recursos y los intereses más amplios de la población.</p> <p>Permite la comprensión de los parámetros fundamentales de nuestro sistema social y político, de forma que puedan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Semestre de industria en empresas relacionadas con la profesión. • Trabajos de grados y de investigación bajo la tutoría de profesores del programa. • Propuestas de creación de empresas y

Tipo de evaluación	Objetivo de la evaluación	Concordancia con los propósitos de formación	Metodología, instrumentos, herramientas y técnicas utilizadas
		valorar y transformar la realidad nacional.	generación de conocimiento. <ul style="list-style-type: none"> • Solución de problemas reales a través de prácticas sociales.
Presentaciones	Promover habilidades comunicativas para la interacción con los actores de la vida profesional.	Promueve la comunicación, la argumentación, la expresión y la simbolización, para registrar, analizar, interpretar, sintetizar v comunicar objetivamente los hechos y las ideas, tanto oralmente, como en forma gráfica y escrita.	<ul style="list-style-type: none"> • Ayudas audiovisuales • Sustentación de casos • Paneles de discusión • Presentación de aspectos teóricos y técnicos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Componentes Curriculares

4.2.1 Organización de los contenidos curriculares

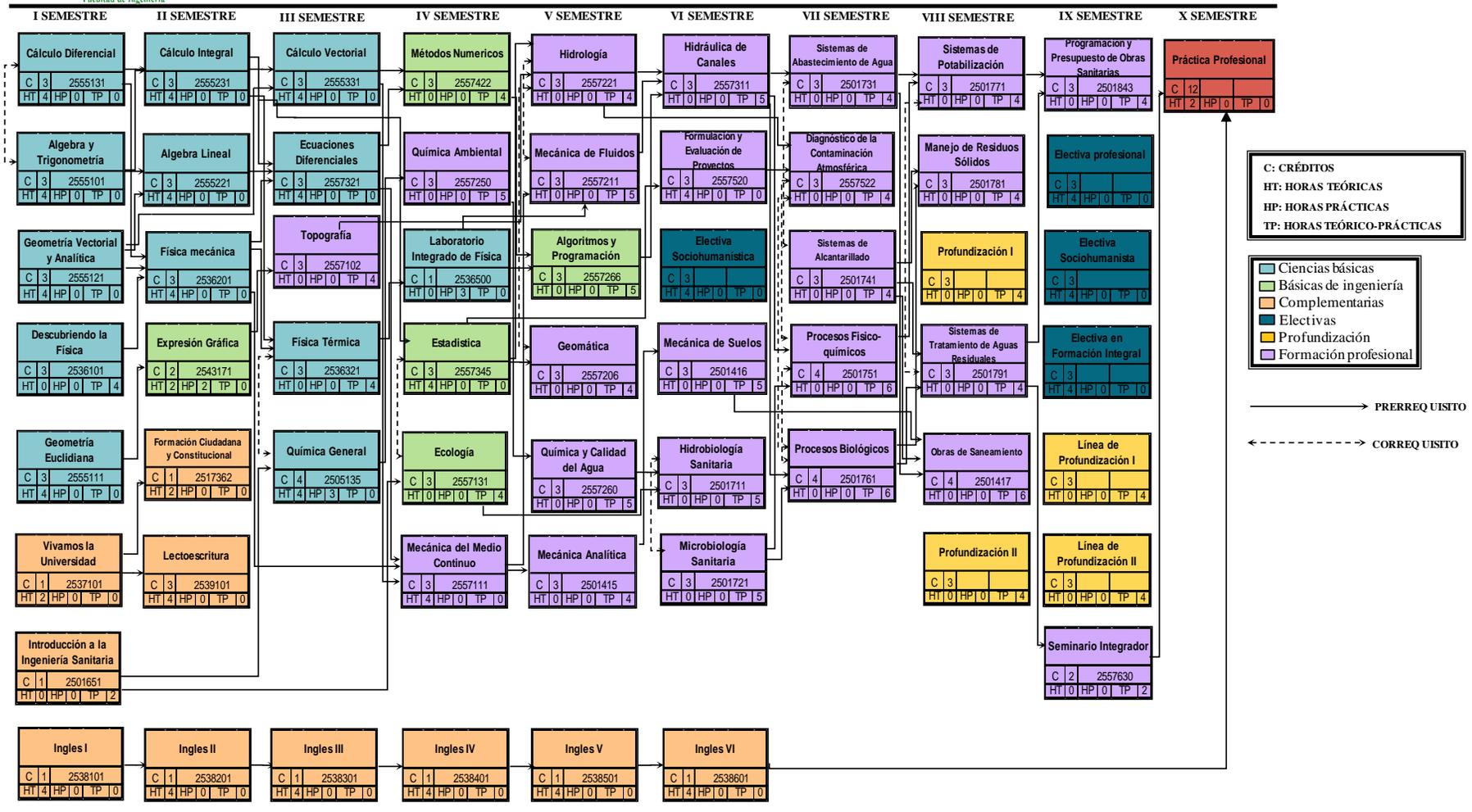
El plan de estudio del Programa tiene 150 créditos obligatorios y 24 créditos electivos. La estructuración del plan de estudios determina las áreas del conocimiento que aportan a la solución de las situaciones propias de la profesión, siguiendo los lineamientos de la Facultad de Ingeniería tales como:

- Ciencias básicas (38 Créditos): comprende los cursos de cálculo, física, geometría, álgebra y química. Corresponde a los recuadros en color azul claro en la malla curricular (Figura 2).
- Básicas de ingeniería (14 Créditos): comprende los cursos base de la ingeniería tales como estadística, métodos numéricos, expresión gráfica, entre otros.
- Formación complementaria - electivas (48 Créditos): comprende los cursos obligatorios y electivos con los cuales los estudiantes complementan su formación profesional, incluye los cursos de inglés, formación ciudadana, socio-humanísticas, entre otros; además de la práctica profesional y las asignaturas del énfasis profesional.
- Formación profesional (74 Créditos): a este grupo se asocian las asignaturas propias y fundamentales de la Ingeniería Sanitaria vinculadas a las cuatro unidades base del programa (Infraestructura para el Saneamiento, Recurso Hídrico, Recurso Suelo y Residuos, y Recurso Aire).

Figura 2 Plan de formación del programa de Ingeniería Sanitaria, versión 4.

ESCUELA AMBIENTAL - PROGRAMA DE INGENIERÍA SANITARIA

VERSIÓN 4



Fuente: Elaboración propia

Las unidades de organización curricular del plan de estudio de Ingeniería Sanitaria son: Infraestructura para el Saneamiento, Recurso Hídrico, Recurso Suelo y Residuos, y Recurso Aire. Adicionalmente, la formación profesional tiene opciones de complementación con el aprendizaje de diferentes idiomas y la adquisición de competencias profesionales adicionales a las que le garantiza el plan de estudios, que se logran a través de los diferentes programas ofrecidos por la Universidad y la Facultad (Multilingua, diplomados, cursos de extensión y especialización, etc.).

De esta manera el plan de estudios tiene como finalidad formar a los estudiantes en ciencias básicas, básicas de ingeniería, formación complementaria, segunda lengua, ciencias humanas y formación profesional.

4.2.2 Plan de formación expresado en créditos

En la Tabla 9 se presenta el plan de estudios de Ingeniería sanitaria, con los respectivos bancos de electivas y las modalidades de práctica académica. Para todas las asignaturas se tienen definidas las siguientes convenciones:

CA: Créditos académicos de la asignatura

H: Condición de habilitación de la asignatura

V: Condición de validación de la asignatura

C: Condición de clasificación de la asignatura

HT: Horas teóricas de la asignatura

HP: Horas prácticas de la asignatura

HTP: Horas teórico-prácticas de la asignatura

TI: Trabajo independiente

NA: No aplica

Co -requisitos (CO)

Pre-requisitos (PR)

Créditos Académicos (CR)

SL: Semanas Lectivas

DAB: De Acuerdo al Banco

Tabla 9 Plan de estudios Ingeniería Sanitaria. Versión 4

Semestre I											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2555101	Algebra y Trigonometría	Ciencias básicas	16	4	0	0	5	3		(H)-(V)-(C)	Cuantitativo
2555121	Geometría Vectorial y Analítica	Ciencias básicas	16	4	0	0	5	3		(H)-(V)-(C)	Cuantitativo
2555131	Cálculo Diferencial	Ciencias básicas	16	4	0	0	5	3	Álgebra y Trigonometría (CO) 2555101	(H)-(V)-(C)	Cuantitativo
2536101	Descubriendo la física	Ciencias básicas	16	0	0	4	5	3		(C)	Cuantitativo
2555111	Geometría Euclidiana	Ciencias básicas	16	4	0	0	5	3		(H)-(V)-(C)	Cuantitativo
2537101	Vivamos la Universidad	Formación complementaria	16	2	0	0	2	1		(C)	Cuantitativo
2501651	Introducción a la Ingeniería Sanitaria	Formación complementaria	16	0	0	2	2	1		NO	Cuantitativo
2538101	Inglés I	Formación complementaria	16	4	0	0	0	1		(V)-(C)	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre								18	Hora de trabajo x semana	57	

Semestre II												
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				TI	CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente								
				HT	HP	HTP						
2555231	Cálculo Integral	Ciencias Básicas	16	4	0	0	5	3	Álgebra y Trigonometría (PR) 2555101 Cálculo Diferencial (PR) 2555131	(H)-(V)	Cuantitativo	
2543171	Expresión gráfica para ingenieros	Ciencias Básicas	16	2	2	0	3	2	Geometría Euclidiana (PR) 2555111	NO	Cuantitativo	
2555221	Álgebra Lineal	Ciencias Básicas	16	4	0	0	5	3	Álgebra y Trigonometría (PR) 2555101 Geometría Vectorial y Analítica (PR) 2555121	(H)-(V)	Cuantitativo	
2536201	Física Mecánica	Básica de Ingeniería	16	4	0	0	5	3	Descubriendo la Física (PR) 2536101 Geometría Vectorial y Analítica (PR) 2555121 Cálculo Diferencia (PR) 2555131	(H)-(V)	Cuantitativo	

2539101	Lectoescritura	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	Vivamos la Universidad (PR) 2537101	(H)-(V)-(C)	Cuantitativo
2538201	Inglés II	Formación complementaria	16	4	0	0	0	1	Inglés I (PR) 2538101	(C)-(V)	Cuantitativo
2517362	Formación Ciudadana y Constitucional	Formación Complementaria	8	2	0	0	2	1	Vivamos la Universidad (PR) 2537101	(C)	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre								16	Hora de trabajo x semana		51

Semestre III											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2555331	Cálculo Vectorial	Ciencias Básicas	16	4	0	0	5	3	Geometría Vectorial y Analítica (PR) 2555121 Cálculo Integral (PR) 2555231	(H)-(V)	Cuantitativo
2505134	Química General	Ciencias Básicas	16	0	0	6	5	4	introducción a la Ingeniería Sanitaria (PR) 2501651 Física Térmica (CO) 2536321	NO	Cuantitativo

2557321	Ecuaciones Diferenciales	Ciencias Básicas	16	4	0	0	5	3	Cálculo Integral (PR) 2555231 Álgebra Lineal (PR) 2555221 Física Mecánica (PR) 2536201	(H)-(V)	Cuantitativo
2536321	Física Térmica	Básica de Ingeniería	16	4	0	0	5	3	Física Mecánica (PR) 2536201 Cálculo Integral (PR) 2555231	(H)-(V)	Cuantitativo
2557101	Topografía	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Expresión Gráfica para Ingenieros (PR) 2543171	NO	Cuantitativo
2538301	Inglés III	Formación complementaria	16	4	0	0	0	1	Inglés II (PR) 2538201	(C)-(V)	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre								17	Hora de trabajo x semana		51

Semestre IV								
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal	CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación

				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2557421	Métodos numéricos	Básica Ingeniería de	16	0	0	4	5	3	Ecuaciones Diferenciales (PR) 2557321 Cálculo Vectorial (PR) 2555331	NO	Cuantitativo
2557111	Mecánica del Medio Continuo	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	Cálculo Vectorial (PR) 2555331 Ecuaciones Diferenciales (PR) 2557321 Física Mecánica (PR) 2536201	(H)-(V)	Cuantitativo
2557345	Estadística	Básica Ingeniería de	16	4	0	0	5	3	Cálculo Integral (PR) 2555231	(H)-(V)	Cuantitativo
2557250	Química Ambiental	Formación Profesional	16	0	0	5	5	3	Química General (PR) 2505134	NO	Cuantitativo
2536500	Laboratorio Integrado de Física	Ciencias Básicas	16	0	3	0	1	1	Física Térmica (PR) 2536321	NO	Cuantitativo
2557131	Ecología	Básica Ingeniería de	16	0	0	4	5	3	Introducción a la Ingeniería Sanitaria (PR) 2501651 Estadística (CO) 2557345	NO	Cuantitativo
2538401	Inglés IV	Formación complementaria	16	4	0	0	0	1	Inglés III (PR) 2538301	(V)-(C)	Cuantitativo

Total Créditos Académicos del Semestre								17	Hora de trabajo x semana	54	
Semestre V											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2557266	Algoritmos y programación	Básica de Ingeniería	16	0	0	5	5	3	Métodos Numéricos (PR) 2557421	NO	Cuantitativo
2557221	Hidrología	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Estadística (PR) 2557345 Topografía (PR) 2557101 Mecánica de Fluidos (CO) 2557211	NO	Cuantitativo
2557211	Mecánica de Fluidos	Formación Profesional	16	0	0	5	4	3	Mecánica del Medio Continuo (PR) 2557111 Laboratorio Integrado de Física (PR) 2536500	NO	Cuantitativo
2501415	Mecánica Analítica	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Mecánica del Medio Continuo (PR) 2557111	NO	Cuantitativo
2557260	Química y Calidad del Agua	Formación Profesional	16	0	0	5	5	3	Química Ambiental (PR) 2557250	NO	Cuantitativo

2557201	Geomática	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Hidrología (CO) 2557221	NO	Cuantitativo	
2538501	Inglés V	Formación complementaria	16	4	0	0	0	1	Inglés IV (PR) 2538401	(C)-(V)	Cuantitativo	
Total Créditos Académicos del Semestre								19	Hora de trabajo x semana	59		
Semestre VI												
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				TI	CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente								
				HT	HP	HTP						
2557311	Hidráulica de Canales	Formación Profesional	16	0	0	5	5	3	Hidrología (PR) 2557221 Mecánica de Fluidos (PR) 2557211 Algoritmos y Programación (PR) 2557266	NO	Cuantitativo	
2501711	Hidrobiología Sanitaria	Formación Profesional	16	0	0	5	5	3	Química y Calidad del Agua (PR) 2557260 Ecología (PR) 2557131	NO	Cuantitativo	
2501721	Microbiología Sanitaria	Formación Profesional	16	0	0	5	5	3	Hidrobiología Sanitaria (CO) 2501711	NO	Cuantitativo	
	Electiva Sociohumanística ¹	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3		NO	Cuantitativo	

2501416	Mecánica de Suelos	de	Formación Profesional	16	0	0	5	5	3	Mecánica Analítica (PR) 2501415	NO	Cuantitativo
2538601	Inglés VI		Formación complementaria	16	4	0	0	0	1	Inglés V (PR) 2538501	(V)-(C)	Cuantitativo
2557501	Formulación y evaluación de proyectos		Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	Estadística (PR) 2557345 80 Créditos Aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre									19	Hora de trabajo x semana		62

Semestre VII											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					

2501731	Sistemas de Abastecimiento de Agua	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Hidráulica de Canales (PR) 2557311	NO	Cuantitativo
2557522	Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Química Ambiental (PR) 2557250 Hidrología (PR) 2557221 Procesos Físicoquímicos (CO) 2501751 Procesos Biológicos (CO) 2501761	NO	Cuantitativo
2501741	Sistemas de Alcantarillado	Formación Profesional	16	0	0	4	6	3	Sistema de Abastecimiento de Agua (CO) 2501731	NO	Cuantitativo
2501751	Procesos Físicoquímicos	Formación Profesional	16	0	0	6	5	4	Microbiología Sanitaria (PR) 2501721 Hidráulica de Canales (PR) 2557311	NO	Cuantitativo
2501761	Procesos Biológicos	Formación Profesional	16	0	0	6	5	4	Hidráulica de Canales (PR) 2557311 Microbiología Sanitaria (PR) 2501721 Procesos Físicoquímicos (CO) 2501751	NO	Cuantitativo

Total Créditos Académicos del Semestre								17	Hora de trabajo x semana	50	
Semestre VIII											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2501771	Sistemas de Potabilización	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Procesos Físicoquímicos (PR) 2501751 Sistemas de Abastecimiento de Aguas (PR) 2501731	NO	Cuantitativo
2501781	Manejo de Residuos Sólidos	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Procesos Biológicos (PR) 2501761 Sistemas de Alcantarillado (PR) 2501741	NO	Cuantitativo
2501791	Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Procesos Biológicos (PR) 2501761 Sistemas de Alcantarillado (PR) 2501741 Sistemas de Potabilización (CO) 2501771	NO	Cuantitativo

	Profundización I ⁴	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3		NO	Cuantitativo
	Profundización II ⁴	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3		NO	
2501417	Obras de saneamiento	Formación Profesional	16	0	0	6	5	4	Mecánica de Suelos (PR) 2501416 Sistemas de abastecimiento de Agua (PR) 2501731 Sistemas de Alcantarillado (PR) 2501741	NO	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre									19	Hora de trabajo x semana	56

Semestre IX											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2501843	Programación y Presupuesto de Obras sanitarias	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Sistemas de Potabilización (PR) 2501771 Sistemas de Tratamiento de Aguas	NO	Cuantitativo

									Residuales (PR) 2501791		
	Electiva Profesional ³	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3		DAB	Cuantitativo
	Electiva Sociohumanística ¹	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3		DAB	Cuantitativo
	Electiva en Formación Integral ²	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3		DAB	Cuantitativo
	Línea de Profundización I ⁴	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3		DAB	Cuantitativo
	Línea de Profundización II ⁴	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3		DAB	Cuantitativo
2557600	Seminario Integrador	Formación Profesional	16	0	0	2	4	2	120 Créditos Aprobados Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (PR) 2501791	NO	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre								20	Hora de trabajo x semana	60	

Semestre X

Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad Horaria Semanal		CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento Docente	TI				

				HT	HP	HTP					
9003	Práctica Profesional ⁵	Formación Profesional	16	2	0	0	34	12	140 Créditos Académicos (PR) Inglés VI (PR) 2538601 Seminario Integrador (CO) 2557600	NO	Cuantitativo
Total Créditos Académicos del Semestre								12	Hora de trabajo x semana	36	

Nota 1. Electiva Socio humanística.											
Se deberán tomar 6 créditos de los cursos socio humanísticos definidos a continuación:											
Banco de materias electivas: Sociohumanística											
Código	Nombre de la Materia	Área	SL	Intensidad horaria semanal				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	Calificación
				Acompañamiento docente			TI				
				HT	HP	HTP					
2566329	Autocuidado, salud pública, seguridad	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo

	industrial y atención de emergencias											
2566330	Creatividad para emprender	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo	
2566341	Emprendimiento	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	80 créditos aprobados	NO	Cuantitativo	
2566342	Plan de Negocios	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	120 créditos aprobados	NO	Cuantitativo	
2566331	Economía social y desarrollo humano	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo	
2566332	Geopolítica mundial (Español)	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo	
2566333	Geopolítica mundial (Inglés)	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados Inglés VI (PR) 2538601	(H)	Cuantitativo	
2566334	Geografía e historia de Medellín	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo	
2566335	Responsabilidad ambiental (Inglés)	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados Inglés VI (PR) 2538601	(H)	Cuantitativo	
2566111	La ingeniería en la literatura y el cine	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo	

2566112	Aficiones, afecciones y adicciones del sujeto contemporáneo y el vínculo social	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo
2566113	Habilidades sociales y herramientas comunicativas	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo
2566114	Responsabilización del sujeto en la construcción social y política	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2566115	Genius of the Industry (History of the Great Inventions)	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	60 créditos aprobados Inglés VI (PR) 2538601	NO	Cuantitativo
2566116	El siglo XX en Estados Unidos a través del cuento(Inglés)	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados Inglés VI (PR) 2538601	(H)	Cuantitativo
2566104	La Escultura Contemporánea en la Ingeniería	Formación Profesional	16	2	0	0	5	2	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2566328	Historia de la Ingeniería en Colombia. De la época prehispánica a la actualidad	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2566250	Ciencia y técnica. Modernidad y revoluciones industriales.	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2566312	Historia de la Industrialización en Colombia.	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo

2566201	Historia de la modernización en Colombia.	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2566105	Vida, hombre y sociedad en la formación de ingenieros.	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo
2566106	Rotación Deportiva	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2566101	La Ingeniería en Colombia: una perspectiva histórica	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2566102	Música Experimental y Digital	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2566103	Actividades Atléticas y Formación Deportiva	Formación Profesional	16	2	2	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2566336	Artes escénicas y capacidades expresivas	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2566337	Filósofos presocráticos	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo
2566338	La danza del cuerpo: ritmos populares latinos	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo

2566339	Leonardo da Vinci	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)	Cuantitativo
2566340	Pedagogía para ingenieros	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
25566341	Sociohumanística I	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2566342	Sociohumanística II	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	NO	Cuantitativo
2505900	Formación Humana Cultural y Política	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2505910	Historia e Ingeniería	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	60 créditos aprobados	(H)-(V)	Cuantitativo
2544150	Proyectos de Ingeniería Integrados a la comunidad PICC	Formación Profesional	16	2	0	2	6	3	100 créditos	NO	Cuantitativo

Nota 2. Electivas en Formación Integral.

El estudiante debe tomar uno de los siguientes cursos:

BANCO DE MATERIAS ELECTIVAS: FORMACIÓN INTEGRAL 2

CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL		CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN
				ACOMPañAMIENTO DOCENTE	TI				

				HT	HP	HTP					
2556101	Emprendimiento y Empresarismo	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2556201	Métodos de la Ciencia y la Ingeniería	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2502941	Ingeniería Económica	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2556301	Pensamiento Sistémico	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2556401	Gestión Tecnológica	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2557517	Electiva en Formación Integral	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2556700	Desarrollo sostenible	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	80 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo

Nota 3. Electiva Profesional.

El estudiante debe tomar uno de los siguientes cursos:

BANCO DE MATERIAS ELECTIVAS: PROFESIONAL 3

CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL	CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN
--------	----------------	------	----	----------------------------	----	------------------	---------------	--------------

				ACOMPANAMIENTO DOCENTE			TI				
				HT	HP	HTP					
2552421	Legislación Ambiental	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2552521	Planificación y Gestión Ambiental	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2552401	Economía Ambiental	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2557121	Geología Física y Geomorfología	Formación Complementaria	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR)	NO	Cuantitativo
2557525	Planificación Urbana	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo
2552711	Modelos de calidad del agua	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR) Procesos Físicoquímicos (PR) 2501751 Procesos biológicos (PR) 2501761	(H)-(V)	Cuantitativo
2552541	Evaluación de impacto y riesgo ambiental	Formación Complementaria	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR)	NO	Cuantitativo

2501846	Saneamiento ambiental	Formación Complementaria	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Sistemas de abastecimiento (PR) 2501731 Sistemas de Alcantarillado (PR) 2501741 Manejo de residuos sólidos (CO) 2501781		Cuantitativo
2501470	Epidemiología	Formación Complementaria	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Diagnóstico de la contaminación atmosférica (CO) 2557522		Cuantitativo
2557527	Electiva profesional	Formación Complementaria	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR)	(H)-(V)	Cuantitativo

Nota 4. Líneas de Profundización.

Como líneas de profundización del programa de Ingeniería Sanitaria el estudiante debe tomar obligatoriamente dos de entre cuatro opciones posibles a saber: Infraestructura para el Saneamiento, Recurso Hídrico, Recurso Suelo y Residuos, y Recurso Aire. Cada línea está conformada por 2 cursos de cuatro créditos cada uno, para un total de 8 créditos por línea.

BANCO DE MATERIAS ELECTIVAS: LÍNEAS DE PROFUNDIZACIÓN RECURSO HÍDRICO 4

CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN
				ACOMPANAMIENTO DOCENTE			TI				
				HT	HP	HTP					
2501850	Tecnologías Avanzadas de Tratamiento de Aguas	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Sistemas de potabilización (CO) 2501771 Sistemas de tratamiento de aguas residuales (CO) 2501791		Cuantitativo
2552752	Manejo y Conservación de Cuencas Hidrográficas	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR) Geomática (PR) 2557201 Hidraulica de Canales (PR) 2557311	(H)-(V)	Cuantitativo
2551706	Hidrogeología	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR) Geomática (PR) 2557201	(H)-(V)	Cuantitativo
2552711	Modelos de calidad del agua	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados (PR) Procesos Fisicoquímicos (PR) 2501751	(H)-(V)	Cuantitativo

									Procesos biológicos (PR) 2501761		
2557203	Geomática II	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	Geomática (PR) 2557201 100 créditos aprobados (PR)	NO	Cuantitativa
2552731	Limnología	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Procesos Físicoquímicos (PR) 2501751 Procesos biológicos (PR) 2501761	NO	Cuantitativa
2501852	Electiva Recurso Hídrico I	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Hidráulica de Canales (PR) 2557311		Cuantitativo
2501853	Electiva Recurso Hídrico II	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Hidráulica de Canales (PR) 2557311		Cuantitativo

BANCO DE MATERIAS ELECTIVAS: LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN SUELOS Y RESIDUOS 4										
CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL		CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN	
				ACOMPANAMIENTO DOCENTE	TI					

				HT	HP	HTP					
2501860	Gestión de Residuos Peligrosos	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Manejo de residuos sólidos (CO) 2501781		Cuantitativo
2501861	Biorremediación de Suelos	Formación Profesional	16	4	0	0	5	3	100 créditos aprobados Manejo de residuos sólidos (CO) 2501781	(H)	Cuantitativo
2501862	Remediación fisicoquímica de suelos	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Manejo de residuos sólidos (CO) 2501781		Cuantitativo
2501863	Electiva Recurso Suelo y Residuos I	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Manejo de residuos sólidos (CO) 2501781		Cuantitativo
2501864	Electiva Recurso Suelo y Residuos II	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Manejo de residuos sólidos (CO) 2501781		Cuantitativo

BANCO DE MATERIAS ELECTIVAS: LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN INFRAESTRUCTURA PARA EL SANEAMIENTO 4

CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL		CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN
				ACOMPANAMIENTO DOCENTE	TI				

				HT	HP	HTP					
2551708	Estructuras Hidráulicas	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Sistemas de abastecimiento de agua (PR) 2501731 Sistemas de alcantarillado (PR) 2501741		Cuantitativo
2501842	Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de gas	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados (PR) Hidráulica de canales (PR) 2557311	NO	Cuantitativo
2501846	Saneamiento ambiental	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Sistemas de abastecimiento de agua (PR) 2501731 Sistemas de alcantarillado (PR) 2501741		Cuantitativo
2501845	Administración de Servicios Públicos	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Sistemas de abastecimiento de agua (PR) 2501731 Sistemas de alcantarillado (PR) 2501741		Cuantitativo
2501847	Electiva Infraestructura	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados		Cuantitativo

	para el Saneamiento I								Sistemas de abastecimiento de agua (PR) 2501731 Sistemas de alcantarillado (PR) 2501741		
2501848	Electiva Infraestructura para el Saneamiento II	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Sistemas de abastecimiento de agua (PR) 2501731 Sistemas de alcantarillado (PR) 2501741		Cuantitativo

BANCO DE MATERIAS ELECTIVAS: LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN RECURSO AIRE 4

CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL				CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN
				ACOMPAÑAMIENTO DOCENTE			TI				
				HT	HP	HTP					
2501520	Prevención y Control de la Contaminación por Ruido	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Diagnóstico de la Contaminación		Cuantitativo

									por ruido (CO) 2501841		
2557523	Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica (PR) 2557522		Cuantitativo
2501841	Diagnóstico de la Contaminación por ruido	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica (PR) 2557522		Cuantitativo
2501865	Electiva Recurso Aire I	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica (PR) 2557522		Cuantitativo
2501866	Electiva Recurso Aire I	Formación Profesional	16	0	0	4	5	3	100 créditos aprobados Diagnóstico de la Contaminación Atmosférica (PR) 2557522		Cuantitativo

Nota 5. Práctica Profesional.

El programa de Ingeniería Sanitaria sigue las pautas prescritas por la Facultad con respecto a la reglamentación de la Práctica Profesional, así:

PRÁCTICA ACADÉMICA

CÓDIGO	NOMBRE MATERIA	ÁREA	SL	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL			TI	CA	(CO), (PR), (CR)	(H), (V), (C)	CALIFICACIÓN
				ACOMPANAMIENTO DOCENTE							
				HT	HP	HTP					

2501910	Semestre de Industria o Práctica Empresarial	Formación Profesional	16	1			35	12	80% créditos aprobados Seminario integrador (CO) 2557600	NO	Cuantitativo
2501911	Proyecto de Investigación	Formación Profesional	16	2			34	12	80% créditos aprobados Seminario integrador (CO) 2557600	NO	Cuantitativo
2501912	Trabajo de Grado	Formación Profesional	16	2			34	12	80% créditos aprobados Seminario integrador (CO) 2557600	NO	Cuantitativo
2501913	Práctica Social	Formación Profesional	16	2			34	12	80% créditos aprobados Seminario integrador (CO) 2557600	NO	Cuantitativo
2501914	Empresarismo	Formación Profesional	16	2			34	12	80% créditos aprobados Seminario integrador (CO) 2557600	NO	Cuantitativo

4.2.3 Estrategias para el desarrollo de los principios curriculares

Formación integral: La Universidad y la Facultad por medio del Programa de Bienestar Universitario, promueven actividades culturales, artísticas, sociales, lúdicas y deportivas que permiten a los estudiantes un desarrollo de habilidades complementarias para su formación integral y humanística con el fin de mejorar la calidad de vida y la salud, así como fomentar la convivencia social. Congruentes con esta orientación, el Programa designa nueve créditos a la formación integral, humanística social, política, artística y deportiva.

Interdisciplinariedad: Incluye la capacidad de abordar conjuntamente un problema desde diferentes áreas o perspectivas, comparar sus hipótesis de trabajo, evaluar recíprocamente sus resultados y los métodos, para llegar a un análisis común. En este sentido, la creación de la Escuela Ambiental como una dependencia académica – administrativa, aportó interdisciplinariedad al programa de Ingeniería Sanitaria, debido a que reúne en un trabajo común los saberes particulares de las carreras que administra (Ingeniería Sanitaria, Civil, Ambiental, Oceanográfica - Sede Urabá, e Ingeniería y Urbana - Sede Oriente), aportando al fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica regional y nacional.

La interacción de Ingeniería Sanitaria con los otros programas permite mayor interdisciplinariedad en el plan de estudios, complementariedad en los conocimientos, movilidad y oportunidades para proyectos de investigación. De este modo, existen los espacios adecuados para propiciar una formación complementaria de nuestros estudiantes, los cuales se presentan de forma natural a lo largo del programa. Esto se debe al intercambio durante el proceso formativo, en el cual se presenta un tronco común a todos los programas hasta mediados de la carrera, un significativo número de cursos electivos comunes, y luego, con el Seminario Integrador al final del plan de estudios, se genera un espacio que permite a los estudiantes el planteamiento de ideas de proyectos basados en problemáticas comunes a las tres áreas.

Flexibilidad: Como principio curricular, se observa en las alternativas de elección de dos líneas de profundización en la fase de formación técnica, una electiva profesional, una en formación integral y dos socio-humanísticas. Así mismo, como práctica académica, se tienen diversas opciones: práctica social, práctica empresarial, trabajo de grado, proyecto de investigación y empresarismo. Los créditos de cursos electivos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- Dos electivas socio-humanísticas: 6 créditos
- Una electiva en formación integral: 3 créditos
- Una electiva profesional: 3 créditos
- Dos electivas en línea de profundización I: 6 créditos
- Dos electivas en línea de profundización II: 6 créditos
- Práctica académica: 12 créditos.

Las políticas de posgrado en la Universidad de Antioquia propician la movilidad y la flexibilidad curricular entre pregrado y posgrado, un estudiante de pregrado en su último semestre podrá tomar cursos en un programa de especialización o maestría, cuando tenga un promedio crédito acumulado igual o superior a 3,8. Si el estudiante luego de obtener su

título de pregrado, llegara a ser admitido en el programa de especialización o maestría en el cual realizó los cursos, estos serán reconocidos, si obtuvo calificación igual o superior a 3,5.

Integridad: Cada curso del plan de estudios está elaborado de manera que el estudiante pueda adquirir gradualmente, con complejidad progresiva, las competencias necesarias para el ejercicio profesional.

Inclusión: La Universidad tiene políticas de bienestar universitario que incluyen programas sociales que brindan apoyo a estudiantes con dificultades de diferente índole, encaminados a facilitar su permanencia en la universidad. Gracias a los recursos posibilitados mediante alianzas y convenios con el sector de economía solidaria, así como con diferentes entidades gubernamentales y no gubernamentales, la Universidad establece diferentes líneas de apoyo estudiantil. En pro del acceso a la educación superior sin discriminación, la Universidad creó el Comité de Inclusión como órgano asesor y consultor del Consejo Académico y de la Administración Central y Descentralizada, cuya función principal es la de propiciar la generación de políticas, planes, estrategias y programas en pro del ingreso y permanencia de poblaciones vulnerables.

Internacionalización: La Facultad de Ingeniería ha fortalecido vínculos con universidades internacionales del más alto nivel y en consecuencia ha aumentado las oportunidades de que se realicen programas de pasantías en el exterior. Estas pasantías consisten en realizar uno o dos semestres académicos en una institución reconocida donde el estudiante recibe cursos y se relaciona con la cultura del país anfitrión. En los últimos años se ha observado un mayor interés y aplicación a estos programas en países como: Italia, Alemania, Francia, Estados Unidos, Brasil y Argentina. Adicional a la posibilidad de pasantías, tiene convenios de doble titulación con instituciones de Italia, Argentina, Brasil, México y Perú, dando la oportunidad a los estudiantes de acceder a programas de posgrado con universidades extranjeras, con la posibilidad de obtener el título profesional de ambas instituciones

Los profesores del programa en su mayoría, tienen buen manejo de una lengua extranjera y a través de los grupos de investigación hacen intercambios activos con las universidades donde adelantaron sus estudios de doctorado y postdoctorado, lo que contribuye a que en la Escuela Ambiental se realizan proyectos conjuntos que involucran el intercambio de conocimientos y culturas.

Los docentes y estudiantes del programa han participado en los convenios activos de movilidad nacional e internacional que ofrece la Facultad de Ingeniería a través de la Unidad de Movilidad; el informe de autoevaluación del Programa para el periodo 2015 y 2019 detalla la información relacionada con este aspecto.

4.2.4 Estrategias materiales para el desarrollo de los principios curriculares

La Ciudad Universitaria, sitio donde se desarrollan las actividades del Programa, es la sede principal de la Institución y ocupa un área de 237.498 m², de los cuales están construidos 141.124 m², en 29 bloques, 43.200 m² son zonas deportivas y recreativas que incluyen estadio de fútbol, coliseo, pista atlética, zona de piscinas, gimnasio, pistas de tenis, canchas auxiliares de fútbol, placa polideportiva que incluye canchas de balonmano, microfútbol y baloncesto, salones de tenis de mesa, ajedrez y danzas. En cuanto a las áreas culturales

se cuenta con: Museo, teatro universitario con capacidad para 1.250 personas, teatro al aire libre, sala de cine bloque 10, sala de exposiciones en la Facultad de Artes y Biblioteca Central. El resto corresponde a zonas verdes.

La Facultad de Ingeniería cuenta con los bloques 18, 19, 20 y 21, en los cuales están ubicados las aulas de clase, las aulas laboratorio, los laboratorios, las oficinas de los profesores y las oficinas administrativas, necesarias para el desarrollo de las actividades de docencia, investigación y extensión. Adicionalmente, los grupos de investigación de la Escuela Ambiental, GAIA y GDCON, cuentan con espacios en la Sede de Investigación Universitaria – SIU. Igualmente, la Universidad cuenta con el edificio de Extensión, en el cual los programas y los grupos de investigación pueden encontrar espacios para el desarrollo de sus proyectos. En cuanto al bienestar universitario, además de los amplios espacios deportivos, la universidad tiene consultorios médicos y de atención psicológica en el bloque 22. La Facultad de Ingeniería y el programa cuentan con aulas, laboratorios, talleres, sitios de estudio para los alumnos, salas de cómputo, oficinas de profesores, sitios para la creación artística y cultural, auditorios y salas de conferencias, oficinas administrativas, cafeterías, baños, servicios, campos de juego, espacios libres, zonas verdes. Estos espacios son administrados por la oficina de Gestión Logística e Infraestructura, el DRAI o por el programa directamente.

El Departamento de Bibliotecas de la Universidad de Antioquia es una dependencia, adscrita a la Vicerrectoría de Docencia, conformado por 19 Bibliotecas localizadas en todas las Sedes de Medellín y en las regiones del Departamento, integradas y coordinadas para facilitar el acceso a la información y al conocimiento, por medio de colecciones bibliográficas físicas y electrónicas y servicios de información que apoyan los procesos de investigación, docencia, extensión y aprendizaje de la comunidad académica de la Universidad de Antioquia y de la sociedad local y regional.

El Sistema de Bibliotecas tiene definida una política de gestión de colecciones que guía los criterios y procesos de selección, las formas de adquisición, los métodos de selección y los elementos para la preservación de las colecciones. El material bibliográfico se adquiere a través de tres modalidades: compra, canje y donación. Cualquier persona de la comunidad universitaria puede hacer la solicitud de material bibliográfico. Para ello puede hacer uso de la aplicación “Selección” de la página web de la Biblioteca, del correo electrónico, de formatos impresos para los profesores, del profesor enlace, de las demostraciones periódicas de las casas editoriales, de la actividad llamada “La Biblioteca en su Facultad” y de la evaluación de las colecciones realizada por la propia Biblioteca.

Para que las colecciones estén acordes con las necesidades de los programas académicos, la Biblioteca recomienda una revisión periódica de los programas de los cursos para confrontar la bibliografía básica y las colecciones.

Por parte del Sistema de Bibliotecas de la Universidad se tiene información sobre bases de datos en ingeniería y tecnología, entre las cuales se incluyen: Acces engineering, Acm Digital Library, ACS Publications, AIP – Scitation, ASTM, ChemNetBase, Current Contents, Ebsco, Engineering Village, ENGnetBASE, Icontec, IEEE Explore, Journal Citation Reports, Jstor, Knovel, Librisite (libros McGraw-Hill), Oxford Journals, Pearson (libros), PHYSICSnetBASE, Reaxys, Science Direct, Scopus, Springer Link, Web of Science, Wiley

Interscience, Wilson. Se considera que las bases de datos especializadas disponibles para el programa apoyan adecuadamente las labores de docencia, investigación y extensión.

La Facultad de Ingeniería cuenta con disposición de material bibliográfico específico a través del Centro de Documentación de Ingeniería -CENDOI-, la cual es una unidad de información especializada que complementa una labor documental en la búsqueda, recuperación y obtención de información que apoye al desarrollo de las labores académicas e investigativas de los y las integrantes de la Facultad. El CENDOI fue creado en el año 1987, por el Centro de Investigaciones Ambientales -CIA-, con el propósito de apoyar el desarrollo de sus investigaciones. En la actualidad hace parte del Departamento de Recurso de Apoyo e Informática -DRAI-, constituyéndose en el ente administrador, conservador y difusor del patrimonio intelectual y científico de la Facultad en el acceso a la información especializada en las diferentes áreas de la ingeniería en todos sus formatos. El centro cuenta con la disponibilidad de más de 5.000 recursos entre colección general, colección de referencia, colección de reserva y colección de materiales especiales (videos, CD, DVD), además de trabajos de grado y otros.

La Universidad cuenta internamente con una infraestructura propia de red de datos. La intranet con un portal institucional que permite el acceso diferenciado a profesores, empleados, estudiantes, egresados y público general a todos los servicios ofrecidos por la Universidad. La conectividad a internet se hace a través del enlace institucional de 1 Gbps. El ancho de banda del canal de internet es de 300 MBPS, con acceso aproximado a 72.000 usuarios. Se apoya en la red académica regional RUANA y nacional RENATA y a través de estas se hace la conexión a las redes mundiales mediante un enlace de 60 Mbps.

En el 2014 la Universidad contrató con la empresa Google el servicio Google Apps, con un nombre de dominio personalizado: udea.edu.co con capacidad de almacenamiento de 10 TB. Dentro de los servicios disponibles en el paquete de Google Apps se encuentra el manejo del correo institucional por lo cual cada docente tiene una dirección de correo electrónico; la herramienta "classroom" mediante la cual los docentes pueden compartir documentos, programar actividades con fecha y hora de entrega, controlar la entrega de trabajos; una vez el docente crea una nueva actividad (clase, trabajos) le envía al grupo un código con el cual el estudiante puede acceder al material de la clase y mantenerse al tanto de las actividades programadas.

Se cuenta con acceso a software licenciado de sistemas operativos Microsoft y Linux; convenios con la empresa Microsoft para el uso de toda la suite de Office Professional y Microsoft Project además de la plataforma Moodle. Existe un ancho de banda especial dedicado exclusivamente a actividades de investigación cuya financiación se hace por medio de proyectos. Esto garantiza una alta disponibilidad de la información de la red y agiliza la comunicación de los grupos de investigación con sus pares de todo el mundo.

La Universidad de Antioquia tiene 2500 puntos de red y un canal de acceso de banda ancha vía radio a un ISP internacional en USA. La mayoría de los procesos académicos están automatizados: Es el caso de la matrícula –la cual se puede efectuar en línea desde cualquier lugar del mundo–, la cancelación de cursos, el reporte de notas, la evaluación docente, los planes de trabajo, la recepción de solicitudes a Comités de Departamento y Facultad. Todos los profesores cuentan en sus oficinas y laboratorios con red de datos que

permite la comunicación entre computadores, la comunicación telefónica y el acceso por medio de internet a todo el sistema de la Universidad.

La Facultad de Ingeniería, con el apoyo de Vicerrectoría de Docencia, ha dotado dos salas en el bloque 18 y una en el Edificio de Extensión, las cuales cuentan con todo el equipamiento visual y de sonido para la realización de teleconferencias y clases virtuales. Actualmente, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia cuenta con la siguiente infraestructura, recursos y espacios para apoyar la labor docente de los programas de ingeniería:

AULAS Y AUDITORIOS

Aulas con Videobeam + PC: 64

Salas de Dibujo: 2

Total Aulas: 66

Auditorios con Videobeam + torre de medios: 3

Auditorios con Videobeam + Sistema de sonido: 1

Total Auditorios: 4

SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA

Salas de Videoconferencia: 2

Auditorio Ed. Extensión: 1

Auditorio Posgrados: 1

SALAS DE CÓMPUTO

Sala 20-335 (20 equipos).

Sala 20-337 (20 equipos).

Sala 20-331 (14 equipos).

Sala 20-329 (14 equipos).

Sala 20-234 (22 equipos).

Sala 20-238 (20 equipos).

Sala 18-210 (90 equipos).

Sala 18-325 (28 equipos).

Sala 20-339 (24 equipos).

Sala 20-341 (24 equipos).

Sala 20-343 (24 equipos).

2 Salas móviles de computadores portátiles de 20 equipos cada una.

EQUIPOS DE CONSULTA

Sala 20-146 (47 portátiles).

EQUIPOS DE PROFESORES

El 100% de los Docentes y personal Administrativo tienen computador a cargo.

PUESTOS DE TRABAJO CON ACCESO A RED INALAMBRICA

130 puestos para 4 personas = 520 Puestos.

SALAS PARA ESTUDIANTES DE POSGRADO

Sala 21-115 (30 personas).

La mayoría de estas aulas se encuentran localizadas en los bloques 19, 20 y 21 de la Facultad de Ingeniería y también se tiene acceso a espacios en otras dependencias de la universidad como por ejemplo los auditorios centrales del bloque 10.

El programa de Ingeniería Sanitaria tiene a cargo las aulas-laboratorio de procesos físico-químicos, procesos biológicos, química ambiental y del agua, microbiología e hidrobiología, necesarias para desarrollar a satisfacción las prácticas que apoyan los cursos del área profesional. Adicionalmente, cuenta con un laboratorio de Suelos y Concretos administrado por el programa de Ingeniería Civil y con el laboratorio de Operaciones Unitarias del programa de Ingeniería Química, donde se realizan las prácticas correspondientes a los cursos de Mecánica de Fluidos e Hidráulica. El área de Ciencias Básicas, cuenta con los laboratorios de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. En general, los grupos de laboratorio están conformados por máximo 15 estudiantes y se dispone de una programación que permite una buena capacidad de rotación de los estudiantes cada semestre.

La Escuela Ambiental y el Programa, cuentan con redes sociales como Instagram, Twitter y Facebook, y la página de egresados en aprendeenlinea como estrategia para mejorar la comunicación con la comunidad académica. El Programa cuenta además con un micrositio, en el cual se encuentra información general como la misión, visión, perfiles de aspirantes y egresados y plan de estudio. <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidadesacademicas/facultades/ingenieria/programas-academicos/programas-pregrado/ingenieria-sanitaria>.

Para la difusión de la producción académica, la Facultad generó como estrategia la Revista Facultad de Ingeniería, que circula desde 1984, con el fin de promover y estimular la publicación de resultados de investigación de la comunidad científica, nacional e internacional.

4.2.5 Uso de TIC para el desarrollo de los microcurrículos

El programa “Incorporación de Tecnologías a los Procesos Académicos”, creado por el Acuerdo Académico 290 de 2006, forma parte de la capacitación que la Universidad ofrece a sus profesores como parte del desarrollo docente, con el fin de integrar las TIC a los diferentes cursos. Son objetivos de este programa: asesorar en la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación en la docencia; diseñar programas de formación de profesores para la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación en la docencia; construir conjuntamente con algunos profesores un modelo pedagógico que incorpore tecnologías de la información y la comunicación a los procesos de aprendizaje; ofrecer a los miembros de la comunidad universitaria la oportunidad de capacitarse para la utilización en forma eficiente la internet en sus diferentes labores, entre otros. Algunos cursos ofrecidos son: “Diseño de materiales educativos con TIC”, “Programación y manejo de software”, “Desarrollo de páginas web”.

El Programa de Desarrollo Pedagógico Docente de la Vicerrectoría de Docencia, mediante sus cursos, ha facilitado la capacitación de todos los profesores del Departamento en el tema de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), lo que permite el uso de herramientas didácticas y la inclusión de elementos informáticos en los programas curriculares.

El “Programa Integración de Tecnologías a la Docencia”, hoy fusionado en la estrategia de ude@, de la Vicerrectoría de Docencia, ofrece espacios de apoyo para los procesos de formación de los distintos programas de la Universidad de Antioquia como una respuesta a las demandas de la sociedad actual, la cual exige del desarrollo de nuevas competencias que tienen que ver con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Así mismo, se busca potencializar la creación de entornos para el aprendizaje donde la interacción entre profesores y estudiantes esté mediada por nuevos roles, estrategias, medios y métodos para la enseñanza y el aprendizaje, que aporten a la consolidación de un modelo educativo acorde con las exigencias actuales.

La Facultad ha introducido las nuevas tecnologías en el modelo de enseñanza y ha capacitado en su uso adecuado a profesores y estudiantes. Ude@ es la unidad de virtualidad de la Universidad de Antioquia, que se encarga de virtualizar cursos, así como proporcionar un acompañamiento integral soportado en las TIC, que facilite el proceso de formación de los estudiantes. Igualmente, la Facultad de Ingeniería cuenta con su programa Ingeni@, el cual apoya labores específicas de formación, soporte y capacitación en temas de virtualidad a docentes, estudiantes y empleados de la Facultad.

De igual manera, desde la plataforma “Aprende en línea”, la Universidad ofrece a sus profesores capacitación constante en Tecnologías de la Información y la Comunicación y la posibilidad de crear cursos apoyados en la plataforma Moodle. La Universidad de Antioquia trabaja con la suite Google apps for education como plataforma de trabajo colaborativo. La comunidad universitaria puede hacer uso de herramientas como Gmail, Google Calendar, Drive, entre otras aplicaciones.

4.2.6 Formación para la investigación

El programa de Ingeniería Sanitaria (al igual que los otros programas de la Escuela Ambiental) ha venido implementado diferentes estrategias y actividades orientadas a promover la capacidad de indagación, búsqueda y la formación de un espíritu investigativo, creativo e innovador en los estudiantes. Se destacan las siguientes actividades:

- El aprendizaje basado en problemas (ABP) apunta hacia una investigación formativa del objeto propio de la profesión. Una vez delimitados las necesidades y problemas; es decir, aquellas situaciones objetivas presentes en la sociedad que requiere de la actuación del profesional, se plantean los propósitos de formación, o sea, aquellos objetivos más generales que construye la Facultad de Ingeniería y con su logro los egresados podrán resolver los problemas más generales de su profesión. En ellos se manifiesta explícitamente el nivel más general de competencias, habilidades, sentimientos y valores a desarrollar mediante unos conocimientos determinados.
- Los proyectos de aula son una metodología formativa que permite integrar las áreas de conocimiento de la profesión para la resolución de problemas prácticos. Así mismo, promueven la aplicación de los conocimientos teóricos, prácticos y tecnológicos para la solución de los problemas propios de la profesión.
- El plan de estudios incluye el curso “Seminario Integrador”, cuyo propósito es generar en los estudiantes pensamiento crítico, motivación hacia la investigación, y

escritura de textos expositivos y argumentativos, en este sentido los estudiantes plantean una propuesta de investigación básica con todos los criterios.

- En varios grupos de investigación existen seminarios internos donde se exponen los resultados de proyectos de investigación y extensión realizados por la comunidad académica, con el objeto de motivar a los estudiantes a participar de los diferentes proyectos.
- Los grupos de investigación incluyen entre 3 y 8 estudiantes de pregrado, dependiendo de los proyectos de investigación y de la capacidad estructural del grupo.
- La mayoría de los grupos de investigación desarrollan semillero de Investigación orientados a la formación en investigación de estudiantes de pregrado y posgrado de toda la Facultad de Ingeniería. En el semillero se programan actividades como: cineclub, formación en bases de datos, taller sobre escritura de documentos técnicos en ingeniería y taller de formulación de proyectos. De los grupos de investigación asociados directamente al programa de Ingeniería Sanitaria, se tiene registro de los semilleros de los grupos GIGA, GAIA, Aliados con el planeta, GeoLimna, GDCON. Los docentes de tiempo completo de la Escuela Ambiental tienen participación activa en grupos de investigación reconocidos por COLCIENCIAS, los cuales se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10 Grupos de investigación que apoyan el programa de Ingeniería Sanitaria

Nombre del Grupo	Clasificación COLCIENCIAS (2018)	Área de estudio
Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental (GIGA)	A1	Tiene como misión el desarrollo de la investigación y la extensión desde los campos de la ingeniería y las ciencias ambientales, orientadas hacia la Gestión Ambiental. Sus líneas de trabajo son: Calidad del agua, calidad del aire, cambio ambiental, hidrogeología, infraestructura, residuos y sostenibilidad ambiental
Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental (GAIA)	A1	Tiene como objetivo generar y divulgar conocimiento sobre las líneas de investigación y formar estudiantes de pregrado, maestría y doctorado. Sus líneas de trabajo son: ecología de ecosistemas acuáticos costeros, ecotoxicología acuática, geología, geomorfología hidrología suelos y paleoecología, limnología básica y aplicada, microbiología ambiental y aplicada, modelación de sistemas ambientales y tratamiento biológico de residuos y aguas residuales.

Nombre del Grupo	Clasificación COLCIENCIAS (2018)	Área de estudio
Grupo de Diagnóstico y Control de la Contaminación (GDCOM)	A1	Desarrolla proyectos en investigación y servicios técnicos en el diagnóstico y control de contaminantes en aguas, suelos, aire, residuos sólidos y alimentos, produciendo nuevo conocimiento, formando estudiantes de pregrado y posgrado, y ofreciendo soluciones ambientales.
GeoLimna	B	Basa su quehacer en el cumplimiento de las actividades universitarias de docencia, investigación y extensión enfocando sus objetos de estudio bajo la perspectiva disciplinar de la Geografía y de la Limnología para entender y resolver problemas ambientales.
Aliados con el Planeta (Reconocido por la Universidad)	-	Este grupo desarrolla proyectos que buscan soluciones sencillas, pero prácticas y ecológicas, a las problemáticas ambientales de la sociedad.

Fuente: Elaboración propia

A través de estos grupos los estudiantes participan en la generación de conocimiento y en la proyección al medio. El ejercicio de la investigación con participación de estudiantes de pregrado se materializa de las siguientes maneras:

- Programa de Jóvenes Investigadores.
- Apoyo a las modalidades de Práctica Profesional, llamadas Proyecto de Investigación y Trabajo de Grado.
- Transferencia directa en el aula de clases.
- Producción de material de estudio con resultados de las investigaciones.
- Auxiliares de investigación.

Respecto al papel de la experimentación y la simulación en el proyecto formativo, los cursos teórico-prácticos y las prácticas de laboratorio tienen diversas funciones, de un lado capacitan al estudiante en técnicas de obtención de información experimental que deberá emplear o analizar como futuro ingeniero, y de otro lado permiten elaborar y afinar conceptos y relaciones teóricas. Ambos propósitos se articulan en un proyecto coherente. Este esfuerzo incorpora reflexiones dentro de cada línea respecto a los siguientes puntos:

- Concepción de la relación teoría-práctica en el proceso de construcción de conocimientos.
- Papel de la experimentación y la simulación en la construcción de conocimientos y en la solución de problemas.
- Conexión entre práctica pedagógica y procesos de investigación.

- Compromiso de los docentes con la investigación.

El grupo de profesores del Programa se ha destacado por llevar a cabo en la Facultad diferentes proyectos de extensión como consultorías e interventorías en área de Ingeniería Sanitaria con entidades como: Corantioquia, Área Metropolitana del valle de Aburrá, Corpourabá, entre otras; además, se han realizado proyectos de investigación que han dado como resultados varias publicaciones nacionales e internacionales, con amplia participación de los estudiantes. Los siguientes Cuadros Maestros del proceso de autoevaluación del periodo 2015-2019, detallan esta información:

- Proyectos de investigación
- Convenios
- Proyectos de extensión

4.2.7 Extensión, prácticas y proyección social

En el programa de Ingeniería Sanitaria existe una correspondencia entre los trabajos de los estudiantes y los objetivos de formación; en varios de los cursos profesionales se realizan diseños que buscan soluciones a problemas reales de la región; adicionalmente, los estudiantes están en continuo contacto con las problemáticas reales a través de las salidas de campo que apoyan los cursos del programa y realizan trabajos de investigación formativa por medio de las aulas-laboratorio.

Por medio de Jornadas Académicas se genera un espacio en que los estudiantes pueden dar a conocer sus trabajos de práctica profesional, involucrando a todos los actores (Profesores, estudiantes, empresas públicas y privadas). A través de los diferentes medios de difusión con los que cuenta la Facultad, el Comité de Prácticas ha hecho presencia difundiendo su razón de ser y los logros alcanzados en cada programa.

La Facultad de Ingeniería cuenta con el Centro de Extensión Académica – CESET que coordina los servicios de extensión que prestan los programas a través de sus grupos de investigación, profesores y laboratorios. Por medio del CESET, el programa de Ingeniería Sanitaria cuenta con los mecanismos para realizar constantemente, cursos de extensión como diplomados, seminarios, asesorías, consultorías, evaluación y diseños de proyectos. El programa de Ingeniería Sanitaria hace un aporte importante a la sociedad por medio del laboratorio de Estudios Ambientales y los laboratorios de los grupos de investigación, así aporta a la evaluación de la calidad de agua en diferentes comunidades urbanas y rurales, la calidad de aire, las aguas subterráneas, el manejo integrado de residuos y planes maestros de acueductos y alcantarillados.

En cumplimiento de las normas, la Universidad tiene certificados todos los laboratorios que prestan servicios de extensión, especialmente aquellos de ensayo y calibración, bajo las normas NTC–ISO/IEC 17025, ISO 9001, IDEAM/ONAC, ICA, BPM, IQNet, HACCP, implementación de los controles de seguridad informática ISO-27002, entre otras certificaciones

4.2.8 Internacionalización del currículo

La Facultad de Ingeniería cuenta con el Comité de Internacionalización conformado por representantes de varias unidades de la Facultad; tiene como objeto apoyar los procesos

de selección de los estudiantes que aspiran a participar en los convenios existentes de pasantía o doble titulación y evaluar la pertinencia de crear nuevos convenios con instituciones nacionales e internacionales. Actualmente, los estudiantes de Ingeniería Sanitaria pueden acceder a doble titulación internacional con el Politécnico di Torino, Italia, y pasantías con Universidades alemanas del Programa Jóvenes Ingenieros del DAAD, Universidad de Sao Paulo, Brasil, Politécnico di Torino, Italia y la Universidad Técnica de Múnich-TUM, Alemania.

Se tienen experiencias de movilidad nacional mediante el Programa Sígueme (Sistema Interinstitucional de un Grupo de Universidades Encaminado a la Movilidad Estudiantil), y los convenios nacionales e internacionales de los Grupos de Investigación del Programa que propician la interacción académica de sus profesores mediante los que se desarrollan proyectos conjuntos con profesores de universidades colombianas y del extranjero.

En los últimos cinco años (2015-2019) los profesores adscritos al programa de Ingeniería Sanitaria han participado en una gran diversidad de actividades de cooperación académica y profesional, incluyendo programas nacionales e internacionales de reconocido liderazgo en el área; entre ellos se destacan la designación de humedal Ramsar y celebración del Día Internacional de los Humedales en Ayapel, participación en el Panel evaluador de proyectos de la Convocatoria Colciencias Retos de País 2018 en Bogotá, participación en conversatorio de la jornada académica Gestión en las Facultades de Ingeniería en Cartagena, asistencia a Reunión Programas y Facultades de Ingeniería Ambiental del país, ACOFI, en Popayán; asistencia a curso de modelación de la Calidad del Aire con AERMOD y Calpuff en Ciudad de México; defensa de tesis doctoral en Dusseldorf Alemania y participación en capacitación en técnicas analíticas en Delf, Holanda.

Los estudiantes del programa han realizado semestres académicos de intercambio en la Universidad Técnica de Múnich en Alemania, la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil, la Universidad Continental en Perú, la Universidad Federal de Rio de Janeiro en Brasil, el Instituto Politécnico Nacional de México, la Universidad Nacional Autónoma de México, y han realizado pasantías en la Universidad Nacional de Colombia para cursar asignaturas.

4.2.9 Gestión del currículo

El PEI se plantea por medio del Estatuto General y de otros documentos que lo expresan y lo concretan, como es el caso de los Planes de Desarrollo Institucional, del Estatuto Profesorado, del Estatuto Básico de Extensión, del Sistema Universitario de Investigación, del Sistema Universitario de Posgrado, del Estatuto de Bienestar, del Estatuto Presupuestal, del Estatuto Financiero, del Reglamento Estudiantil de Pregrado, del Reglamento Estudiantil de Posgrado, del Programa de Egresados, de la Misión, los principios, los objetivos y las políticas de Regionalización, entre otros.

El Acuerdo Académico 0069 de 1996, establece que en toda unidad académica haya un Comité de Currículo y podrán crearse comités de carrera de acuerdo con la estructura académico-administrativa. Algunas de las funciones de estos comités son: revisar periódicamente la misión, los objetivos, el perfil académico y la temporalidad de los programas de manera que se mantenga una interacción con el medio social y una actualización permanente de los mismos; asesorar al Consejo de la unidad académica en

la elaboración y ejecución de planes de desarrollo académico-docente; estudiar y proponer iniciativas sobre cambios curriculares y planes de estudio acordes con los principios generales y las políticas curriculares de la Universidad de Antioquia; revisar los programas de los cursos y emitir conceptos sobre su aprobación ante el Consejo de Facultad; presentar propuestas acerca del diseño, desarrollo y mejoramiento de las prácticas profesionales.

A nivel macrocurricular, la Facultad tiene un comité de currículo encargado de analizar y reflexionar sobre los asuntos macrocurriculares de los programas de pregrado de la Facultad. Este comité lo preside el Vicedecano y está conformado por profesores representantes de cada unidad académica que se nombran cada dos años. El comité de currículo es un comité asesor del Consejo de Facultad. En este comité se define y escribe el documento rector y se actualiza, se definen los procesos de autoevaluación y los asuntos curriculares asociados a los principios curriculares, los problemas y propósitos de formación, la formación en Ingeniería y la vida académica de la Facultad. Se trabaja en el núcleo de formación común y en aspectos relacionados con el mejoramiento de la calidad de la educación. Se cuenta con Documento Rector del año 2016 vigente y Documento Rector 2020 en proceso de discusión. Se tiene un comité de acreditación y autoevaluación de los programas de la Facultad-CAAFI.

A nivel mesocurricular, la Escuela Ambiental posee un comité de escuela integrado por los coordinadores de los programas, entre ellos la coordinadora del programa de Ingeniería Sanitaria. En este comité se trazan los lineamientos mesocurriculares de la escuela como rutas de doble titulación, articulación entre programas de la escuela, aplicación de los principios curriculares, mejoramiento de los programas a nivel académico, cobertura, regionalización, investigación, extensión, evaluación, entre otros. Este comité da trámite también a aspectos de la vida cotidiana de los programas como la formación práctica del estudiante, movilidad internacional y nacional, y trámites del SSOFI. Existe un documento conceptual de La Escuela; además, las reuniones de profesores y los Comités de Currículo y Autoevaluación se convierten en mecanismos para el seguimiento, la evaluación y el mejoramiento continuo de los procesos y logros del programa. Allí se discuten aspectos relacionados con el mejoramiento continuo del programa, lo cual involucra: los planes de estudio, la dotación de laboratorios, las estrategias didácticas, los proyectos de investigación, los proyectos de extensión, el Plan de Acción Institucional, el Plan de Desarrollo de la Universidad.

A nivel microcurricular, en cada programa, los profesores trabajan por UOC= unidades de organización curricular. En estas unidades los profesores revisan los cursos núcleo del programa, las líneas de profundización, cursos electivos, propuestas de actualización del programa, seguimiento y autoevaluación, y se comparan los microcurrículos en tanto la actualización de conceptos, teorías, leyes y métodos de la Ingeniería Sanitaria. Estas propuestas se socializan en la Escuela y se tramitan ante el comité de currículo de la Facultad. El programa posee un PEP y un plan de mejoramiento continuo.

5 Evaluación y autoevaluación

Conscientes de la importancia de la autoevaluación y como resultado de procesos constantes que refuerzan su compromiso con la excelencia académica, desde marzo del año 2000, el Programa viene realizando procesos de autoevaluación con fines a la acreditación de alta calidad; mediante la Resolución 446 del Ministerio de Educación Nacional, el programa recibe la primera acreditación de alta calidad por 5 años en el 2000. En mayo de 2006 mediante Resolución 1922 del Ministerio de Educación Nacional se obtiene la primera renovación de la acreditación de alta calidad del Programa por un periodo de 7 años. En noviembre de 2013, como consta en la Resolución 17310, se obtiene una segunda renovación de la acreditación de alta calidad por 8 años. Finalmente, en el año 2019 se emprende un nuevo proceso de autoevaluación con el objetivo de obtener la tercera reacreditación del Programa.

5.1 Los procesos de evaluación

La Escuela Ambiental cuenta con mecanismos que permiten la evaluación de los procesos académicos con la participación de todos los estamentos: estudiantes, profesores, administrativos, egresados, empleadores. Los mecanismos de evaluación incluyen:

- Evaluación de la gestión del programa, del plan de estudios, de perfiles de los profesores que se vinculan al programa, y desempeño de los estamentos a través de la reunión de profesores, el comité de carrera y el consejo de facultad.
- Evaluación de los profesores por medio del comité de asuntos profesoriales.
- Actualización del pensum y sus contenidos curriculares a través del comité de currículo y comités de áreas de conocimiento.

Cada curso del plan de estudios se elabora de manera que el estudiante pueda adquirir gradualmente las competencias necesarias para el ejercicio profesional. Así mismo, el seguimiento y la evaluación de las competencias se hacen por medio de exámenes, trabajos de investigación, laboratorios, diseños y soluciones a problemas propios de la Ingeniería Sanitaria y finalmente por medio de una práctica académica.

En cuanto a la evaluación de los profesores, esta es administrada por la Vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería con el apoyo del Departamento de Recursos de Apoyo e Informática – DRAI. La Vicedecanatura utiliza esta información para asignación de puntos salariales y bonificaciones por docencia destacada; así, como la implementación de medidas de apoyo para los docentes con bajas calificaciones. Los criterios utilizados para evaluar a los profesores del programa (vinculados, ocasiones y de cátedra) son:

- Apreciación general por parte del estudiante
- Manejo de la evaluación
- Relación con los estudiantes
- Metodología de enseñanza
- Conocimientos
- Informe de actividades durante el semestre

La certificación de procesos de laboratorio se efectúa a través de redes internas de laboratorios de la universidad y por parte del IDEAM, para los laboratorios de Estudios Ambientales y de los grupos de investigación GDCON y GAIA, los cuales cuentan con acreditación de alta calidad.

Para los egresados, el programa dispone de redes sociales a través de las cuales se tiene contacto permanente, y se realizan reuniones para el desarrollo de actividades conjuntas entre el programa y sus egresados. Se cuenta con una coordinadora de egresados de la Escuela Ambiental y un Coordinador desde el Centro de Extensión de la Facultad. Los egresados son evaluados para otorgar cada año, a uno de ellos, un reconocimiento a su labor profesional.

La Facultad de Ingeniería dispone de una oficina de bienestar universitario para la asistencia de los estudiantes en tanto asuntos académicos, becas, asistencia psicológica, eventos entre otros. Esta oficina realiza evaluaciones permanentes del bienestar y de los aspectos que conllevan a la deserción de los estudiantes.

5.2 Los procesos de autoevaluación

El compromiso de la Universidad con la autoevaluación y la acreditación está ampliamente formulado como uno de los principios del Estatuto General. El propósito de lograr y mantener altos niveles de calidad en la docencia, investigación y extensión está apoyado por el aseguramiento de los procesos administrativos certificados por las normas ISO 9000.

En la Facultad de Ingeniería, el seguimiento, la evaluación y mejoramiento de los procesos se da a través de la conformación de instancias encargadas de ello, como son el Consejo de Facultad, el Comité de Currículo y el Comité de Acreditación y Autoevaluación de la Facultad de Ingeniería (CAAFI).

El Comité de Escuela tiene dentro de sus funciones la autoevaluación y autorregulación permanente de sus programas. Las actas de reunión de estos organismos reflejan este proceso de mejoramiento permanente del programa.

El programa de Ingeniería Sanitaria para su funcionamiento, autorregulación y autoevaluación, utiliza los mecanismos e instancias institucionales establecidos para el diagnóstico, discusión y toma de decisiones. La Tabla 11 presenta los diferentes mecanismos de regulación a nivel de la Universidad, la Facultad y la Escuela.

Tabla 11 Mecanismos institucionales de evaluación y regulación

Funciones	Organismos	Frecuencia de reuniones			
		S	Q	M	A
Docencia	Comité de Currículo Facultad	X			
	Comité de Carrera Programa	X			
	Consejo Académico Universidad		X		
	Consejo Superior Universitario			X	
	Comité de Evaluación Profesorado de la Facultad				X

	Reunión de Profesores de Departamento		X		
Investigación	Comité Técnico del CIA – Facultad		X		
	Comité de Asignación de Puntaje (Jerarquía docente)		X		
	Comité Central de Investigaciones CODI		X		
	Comité de Extensión CESET (Facultad)		X		
Extensión	Comité de Extensión (Vicerrectoría)		X		
	Comité de Gestión Tecnológica		X		
	Comité de Empresarios (con Rectoría)			X	
	Comité de Extensión CESET (Facultad)		X		
Administración Académica	Consejo de Facultad de Ingeniería	X			
	Comité de Planificación de Ingeniería	X			
	Comité de Acreditación Programa	X			
	Comité de Currículo	X			
	Comité de Autoevaluación y Acreditación de la Facultad de Ingeniería		X		
Bienestar	Comité de Bienestar Universitario		X		
	Comité de Bienestar Facultad de Ingeniería		X		

S: Semanal, Q: Quincenal, M: Mensual, A: Anual.

Para la autorregulación y autoevaluación del programa se destaca las funciones de las siguientes estancias:

- Consejo de Facultad de Ingeniería: Delibera y decide acerca del Plan de Desarrollo, la transformación curricular, la programación académica, el control de la investigación, la extensión y la gestión docente.
- Comité de Carrera del Programa: Es responsable de la gestión académica y curricular del programa. Evalúa y controla las actividades de los Comités de Currículo y Acreditación y de las diferentes comisiones ad-hoc o temporales que se crean para el estudio de asuntos tales como convenios internacionales, laboratorios y vinculación de profesores.
- Comité de Acreditación del Programa: Se encarga de los procesos de autoevaluación del programa de Ingeniería Sanitaria para asegurar los estándares de desempeño en la educación superior.

Proyección del programa para los años 2020-2023:

Basados en el plan de acción de la Escuela Ambiental, el cual hace parte del plan de acción de la Facultad de Ingeniería, el programa de Ingeniería Sanitaria se proyecta en los tres próximos años con las siguientes propuestas:

- Definición de la estructura administrativa de la Escuela Ambiental
- Gestionar la consecución de plazas docentes para el pregrado en el municipio de Apartadó.
- Gestionar los recursos para la construcción de un canal hidráulico a escala.
- Autoevaluación permanente del programa y renovación de la acreditación de alta calidad.
- Promoción de los convenios institucionales de doble-titulación con universidades extranjeras.
- Promover el aumento del número de estudiantes en movilidad nacional e internacional.

- Actualización curricular del currículo al programa PIFLEI (Programa Institucional de Formación en Lengua Extranjera).
- Elegir el representante estudiantil al Comité de Carrera de la Escuela Ambiental.
- Elegir el representante de los egresados al Comité de Carrera de la Escuela Ambiental.
- Divulgación del programa de pregrado en colegios de la región.
- Elaboración de los resultados de aprendizaje del programa.
- Continuar con el mejoramiento de la infraestructura de laboratorios.
- Definición de los espacios de laboratorio en el municipio de Apartadó y su respectiva dotación.
- Mantener el reconocimiento de Colciencias a los grupos de investigación.
- Buscar asociaciones con redes internacionales.
- Promover el intercambio de investigadores con universidades extranjeras.
- Mejorar las relaciones con los egresados.
- Promover prácticas académicas de corte social.
- Buscar apoyo para promover la permanencia estudiantil.
- Articular la investigación entre las regiones y la sede Medellín.

6 Referencias

Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). Criteria for accrediting engineering programs. Effective for Evaluations During the 2001-2002 Accreditation Cycle Incorporates all changes approved by the ABET Board of Directors as of November 1, 2000.

Cerda Hugo. "El Proyecto de Aula", Ed. Magisterio. Bogotá, 2002.

Colciencias. Clasificación de grupos de investigación y reconocimiento de investigadores. 2019

Comité de currículo Facultad de Ingeniería. Guía para la transformación curricular. Universidad de Antioquia. 2000.

Comité de Currículo, 2011. Notas Hacia un Documento rector 2012. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Medellín Colombia.

Comité de Currículo, 2006. Documento rector. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Medellín Colombia.

Comité de Currículo, 2000. Documento rector. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Medellín Colombia.

Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. Declaración de la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi sobre Educación Ambiental. Tbilisi. 1977.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo. 1972.

Departamento Nacional de Planeación. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: "Pacto por Colombia, pacto por la equidad". Bogotá. 2018.

Documento rector ISA 2012. Documento rector del programa de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, 2012.

Gaviria, A. Orozco, N., Restrepo, G., Valencia, A. "El ingeniero que Colombia necesita", Texto interno, Facultad de Ingeniería.

Herrera Severiano. "Manual de Currículo", FAES – SEDUCA, Proyecto Formación de Formadores. Medellín, 1997.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Bogotá. 2010.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá. 2010.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Política para la Gestión Integral de Residuos. Bogotá. 1998.

Organización de las Naciones Unidas. Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible. Nueva York. 2015.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá D.C. 2019 a.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. Informe de disposición final de residuos sólidos. Bogotá D.C. 2019 b.

Tapias, H. “El Ingeniero para el futuro de Colombia”, La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia y su proceso de Transformación Curricular, Medellín, p.25-40.

Universidad de Antioquia. Estatuto Docente, 1996.

Universidad de Antioquia, “Crónicas Universitarias, 2000 años”, Ed. Universidad de Antioquia, 2003.

Universidad de Antioquia. Plan de Desarrollo Institucional 2017 – 2027: Una Universidad innovadora para la transformación de los territorios. Medellín. 2017.

Vaughn Koen B. “El método de Ingeniería”, ACOFI, Universidad del Valle. Septiembre del 2000.

Vicerrectoría de Docencia. Universidad de Antioquia. Orientaciones para la construcción de los Proyectos Educativos de Programa. Versión 1. Medellín. 2015.