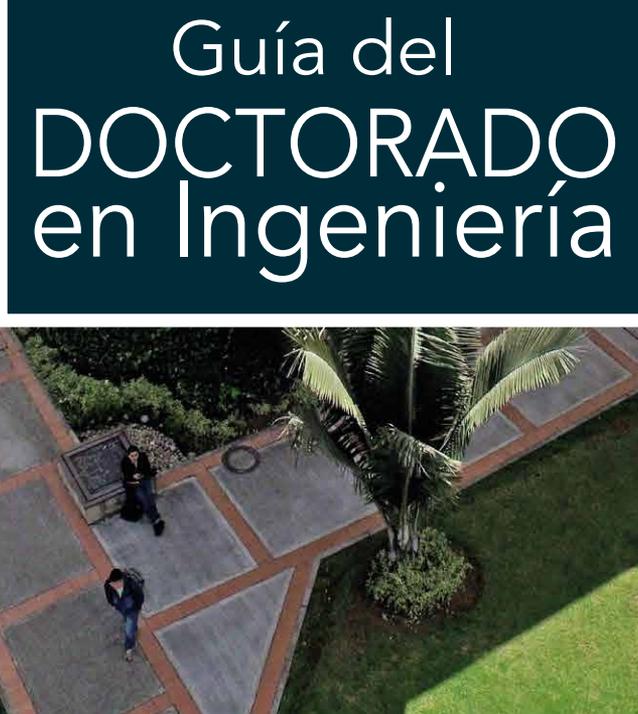


ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

Guía del DOCTORADO en Ingeniería



Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Consejo Directivo

Presidente

Ricardo Rincón Hernández

Vocales

Luis Guillermo Aycardi Barrero

Sandra Ximena Campagnoli Martínez

Manuel García López

María del Rosario Montejo Perry

Armando Palomino Infante

Ricardo Quintana Sighinolfi

Héctor Alfonso Rodríguez Díaz

Germán Ricardo Santos Granados

Representante de los profesores

Henry Moreno Mosquera

Representante de los estudiantes

Jhon Édgar Herrera Díaz

Rectora

Myriam Astrid Angarita Gómez

Vicerrectora Académica

Claudia Jeanneth Ríos Reyes

Vicerrector Administrativo

Mauricio Vela Prieto

Secretario General

Ricardo Alfredo López Cualla

Doctorado en Ingeniería

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

doctorado.ingenieria@escuelaing.edu.co

Ak.45 N°. 205-59 (autopista Norte) • Línea nacional gratuita 018000112668

Contact center: +57(1) 668 3600 Exts. 164 - 147 • A.A. 14520

www.escuelaing.edu.co

Bogotá, D.C., Colombia

Índice

1. Bienvenida.....	2	6. Requisitos de admisión en el doctorado	16	10.2 Responsabilidad y autonomía investigativa del estudiante de doctorado	29
2. La Escuela	3	6.1 Perfil del aspirante al programa de Doctorado en Ingeniería.....	16	10.3 Grupos de Investigación	30
3. Descripción general del programa	4	6.2 Selección y admisión de los aspirantes	17	10.4 Profesores del Programa de Doctorado	31
4. ¿Por qué estudiar el doctorado en la Escuela?.....	5	6.3 Proceso de admisión al Doctorado en Ingeniería	17	10.5 Escritura, defensa y publicación de la tesis de doctorado	32
4.1 Diseño del programa	5	6.4 Admisiones	18	10.6 Características y responsabilidades del director y codirector de tesis	33
4.2 Internacionalización	6	7. Estructura curricular	19	10.7 Colaboración dentro y fuera del grupo de investigación	33
4.3 Investigación en la frontera del conocimiento	7	8. Hitos del doctorado	23	10.8 Escritura y publicación de resultados en revistas, conferencias y otros eventos con revisión de pares.....	34
4.4 Relación universidad-empresa	7	9. Registro y estados del estudiante en el doctorado.....	25	10.9 Énfasis en investigación en el programa curricular	35
4.5 Campus.....	8	9.1 Estado de los estudiantes ante la Escuela .	25	10.10 Propuesta de tesis.....	36
4.6 Instalaciones de investigación de primer nivel	9	9.1.1 Estudiante regular.....	25	10.11 Pasantía en el exterior.....	37
4.6.1 Nuevo edificio de laboratorios	9	9.1.2 Pérdida de la calidad de estudiante regular	25	10.12 Seminarios de investigación	37
4.6.2 Laboratorios existentes.....	11	9.2 Estados del estudiante de doctorado.....	26		
4.7 La investigación en cifras	12	9.2.1 Estudiante de doctorado	26		
4.8 Flexibilidad curricular	12	9.2.2 Candidato a doctor.....	26		
4.9 Acreditaciones	13	9.2.3 Pérdida de la calidad de estudiante de doctorado o candidato a doctor ..	26		
4.10 Biblioteca y acceso a internet.....	14	10. Investigación en el doctorado..	27		
4.10.1 Acceso a internet.....	14	10.1 Filosofía de la investigación científica en el doctorado	27		
4.10.2 WI-FI: Acceso inalámbrico	14				
5. Generalidades del programa de Doctorado.....	15			11. Soporte financiero para estudiantes de doctorado	38

1. Bienvenida

Para la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito es muy grato presentar su Doctorado en Ingeniería, producto de la madurez alcanzada por sus grupos de investigación en ingeniería y la consolidación de sus 6 programas de maestría, así como de los avances en la internacionalización, y el fortalecimiento de las alianzas estratégicas con las empresas. Se apoyará en los 68 modernos laboratorios, el software especializado, la infraestructura tecnológica y los recursos bibliográficos que se han venido robusteciendo en los últimos años.

El doctorado está en la visión de la Escuela, esbozada desde su fundación y plasmada en sus planes de Desarrollo, en particular del actual, PDI 2016 – 2025, de ser una institución líder en la formación del más alto nivel y en la búsqueda de soluciones autóctonas que contribuyan al progreso de nuestro país.

Es producto del trabajo conjunto de profesores de las diferentes áreas de la Escuela convencidos de que la institución está lista para asumir el reto de la creación del doctorado, con el que se potenciarán las actividades de investigación e

innovación en la Escuela y del impacto positivo y repercusión que tendrá en el ámbito nacional. Aportaron sus experiencias personales en diversas instituciones nacionales e internacionales, para formular un programa visionario pero basado en las posibilidades reales de la institución.

En diferentes documentos de política pública es evidente el rezago del país en la formación doctoral cuando se hacen comparaciones a nivel internacional. Igualmente, se resalta la necesidad de buscar mecanismos de articulación entre las universidades y las empresas, así como se reclama la urgente necesidad de profundizar conocimientos y de la formación de capital humano con visión globalizada. Consecuentemente, el Doctorado de la escuela se ha diseñado pensando en colaborar estrechamente con empresas públicas y privadas, pero con exigencias de pasantías en laboratorios internacionales para tener puntos de vista amplios.

Germán Santos

Director de Posgrados

2. La Escuela

La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito es una institución universitaria privada, de carácter tecnológico, establecida como una organización sin fines de lucro, con sede en Bogotá (Colombia). Creada en 1972, inicialmente se especializó en ingeniería y posteriormente abarcó otras disciplinas, incluyendo economía, administración de empresas y matemáticas. En la actualidad, la Escuela cuenta con once programas de pregrado y quince posgrados, nueve de especialización y seis de maestría. Tiene cerca de 6273 estudiantes, incluyendo 722 de posgrado. La Escuela cuenta con 173 profesores de planta y 430 de cátedra.

Está compuesta por catorce unidades académicas: nueve decanaturas, tres departamentos y dos direcciones. Las unidades académicas supervisan los programas que ofrecen cursos y otorgan títulos académicos. Estas unidades ofrecen títulos de grado y posgrado en las siguientes disciplinas: Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Electrónica, Economía, Administración de Empresas, Matemáticas y Gestión de Proyectos. Además, la Escuela ofrece programas de educación continua relacionados con las disciplinas descritas anteriormente,

los cuales contribuyen a la formación permanente y mejora del desempeño profesional de la comunidad en general. La Escuela cuenta con acreditación institucional de alta calidad (otorgada por el Gobierno nacional) y acreditación de alta calidad para varios programas.



3. Descripción general del programa

El Programa de Doctorado en Ingeniería de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito incorpora conocimientos en ingeniería, ciencias aplicadas y tecnología. Fue diseñado como respuesta a la necesidad urgente de los países en desarrollo de crear un ecosistema de investigación e innovación capaz de generar una economía basada en el conocimiento, mediante recursos humanos altamente capacitados y una rápida adopción tecnológica. Igualmente, reconoce la importancia de la investigación aplicada, creada en estrecha colaboración con la industria, como un mecanismo para impulsar desarrollos propios y acelerar el crecimiento económico.



Teniendo en cuenta la naturaleza interdisciplinaria de la investigación, el estudiante de doctorado trabaja por un grado de doctor en Ingeniería, y la investigación se lleva a cabo en dos áreas de conocimiento:

- Ingeniería Civil
- Ingeniería Electrónica

4. ¿Por qué estudiar el doctorado en la Escuela?

4.1 Diseño del programa

El programa de doctorado propone un modelo que enfatiza la investigación y la excelencia académica. Para ello, el estudiante y el supervisor diseñan un programa personalizado. Luego, la formación se divide en tres fases:

1. En la primera, el estudiante sigue un conjunto de cursos que han sido seleccionados y aprobados para asegurar la formación profunda en el área de conocimiento.
2. En la segunda, el alumno presenta un examen de calificación para validar su dominio en los temas de su especialidad.
3. Finalmente, en la tercera fase, el estudiante desarrolla su investigación para hacer una contribución original al estado del arte en su campo de estudio. Para esto, debe:
 - Presentar un proyecto de investigación que se encuentre dentro de las líneas de investigación del área de estudio, el cual deberá aprobar el Comité del Programa de Doctorado.
 - Desarrollar el proyecto de investigación bajo la supervisión de un profesor que hace parte de un grupo de investigación.

- Publicar sus resultados en conferencias y revistas.
- Trabajar en un laboratorio internacional durante al menos seis meses, bajo la supervisión de un investigador extranjero.
- Escribir una tesis doctoral.
- Defender públicamente su tesis doctoral.



4.2 Internacionalización



La Escuela considera que la interacción del estudiante y de sus investigadores con equipos multidisciplinares internacionales es un elemento fundamental para el crecimiento y evolución de nuevas ideas de investigación. Con esta premisa, la institución incorpora varios mecanismos para promover la internacionalización de sus estudiantes de doctorado:

1. **Pasantía de investigación en un laboratorio internacional:** cada estudiante de doctorado pasará un periodo de al menos seis meses en un laboratorio internacional, bajo la supervisión de un investigador extranjero.
2. **Publicación de las contribuciones en una revista internacional:** para obtener el título, el estudiante de doctorado deberá tener al menos una publicación en una revista indexada con reconocimiento internacional.
3. **Dominio del idioma inglés:** el estudiante de doctorado debe satisfacer el requisito de inglés antes de optar por el título de doctor. Para ello, la Escuela ofrecerá un programa de inglés, incluyendo cursos avanzados de escritura científica en este idioma.

4.3 Investigación en la frontera del conocimiento

El programa de doctorado reconoce la naturaleza dinámica de la ciencia y, por lo tanto, promueve la plena autonomía de los investigadores y grupos de investigación para explorar nuevas fronteras del conocimiento. La Escuela anima a los investigadores y estudiantes a tomar riesgos y explorar nuevos temas para crear contribuciones originales en beneficio de la humanidad.

4.4 Relación universidad-empresa

La Escuela se ha caracterizado por su pragmatismo y su orientación hacia la innovación empresarial. En este sentido, se estimula el desarrollo de vínculos fuertes con el sector productivo y el desarrollo de estrategias para apalancar el crecimiento empresarial en la innovación. Esto implica que la escuela estimule las investigaciones aplicadas en un entorno industrial. De esta forma, se busca que la innovación y los nuevos desarrollos del avance del estado del arte impulsen la creación de nuevos productos y servicios, y permitan que las empresas se incorporen a los nuevos flujos de valor de la economía global.

Para fomentar la vinculación del doctorado con el sector productivo, la Escuela ha desarrollado varias estrategias, entre las que se destacan:

1. Desarrollo de proyectos productivos con el sector industrial.
2. Colaboración con el sector productivo nacional y con multinacionales con presencia en Colombia.
3. Creación de los nodos de innovación que vinculan academia, industria y Estado.
4. Internacionalización y experiencia internacional para los estudiantes de doctorado.
5. Pasantías en laboratorios internacionales.
6. Pasantías en empresas para profesores y estudiantes.

Con el objetivo de que los estudiantes de doctorado y los profesores puedan desarrollar este tipo de actividades, la Escuela cuenta con un portafolio de más de 25 convenios de cooperación con el sector industrial colombiano.

4.5 Campus

La Escuela se ubica en una zona privilegiada de la sabana de Bogotá, en un espacio de alrededor de 30 hectáreas rodeadas de naturaleza. El campus ofrece instalaciones de vanguardia para la investigación y el desarrollo personal de los futuros doctores. Está conformado por diez edificios principales, una cafetería, cuatro concesiones para venta de comida, once canchas deportivas, una pista de atletismo en grama, un sendero con estaciones (camino de la vida), y el centro cultural y deportivo El Otoño. Esta infraestructura alberga 68 laboratorios de primer nivel, 22 salas de informática, 6 auditorios, 98 aulas, estacionamientos privados y grandes espacios verdes que fomentan el bienestar y el desarrollo intelectual de los estudiantes. Las instalaciones deportivas incluyen un moderno coliseo (El Otoño), cuatro canchas de fútbol y una de tenis, y múltiples espacios para la práctica de otro tipo de deportes de equipo e individuales. El Otoño tiene un área construida de 3142 m² y fue diseñado como un espacio polivalente para satisfacer requerimientos de tipo cultural, deportivo y recreativo.

Además, la Escuela tiene un ambicioso plan para el crecimiento de su infraestructura física. En 2016 se inauguró un edificio con 9300 m² y 46 laboratorios con tecnología de punta; para 2017, la Escuela terminará otra construcción también desti-

nada a laboratorios; en 2018 se iniciarán los trabajos para un nuevo edificio de estudiantes de posgrado, y en los próximos años se ha previsto la creación de una biblioteca de última generación y un centro multimedia con tecnología de vanguardia.

Para el desarrollo de sus actividades, la Escuela cuenta con recursos de infraestructura física, laboratorios y recursos bibliográficos y logísticos.



4.6 Instalaciones de investigación de primer nivel

■ 4.6.1 Nuevo edificio de laboratorios



La Escuela, comprometida con la construcción de instalaciones científicas de primer nivel, está ejecutando un plan ambicioso de expansión de su infraestructura. En una primera etapa llevó a cabo la construcción de un nuevo edificio de laboratorios, que requirió una inversión de 26.000 millones de

pesos y 18 meses de trabajo. Este nuevo complejo académico y tecnológico será clave en la generación e implementación de proyectos de investigación e innovación, así como en la apropiación de nuevas tecnologías. El edificio cuenta con 46 laboratorios en diversas áreas del conocimiento: once laboratorios de ciencias naturales, seis de ingeniería eléctrica, cuatro de ingeniería biomédica, dos de geotecnia, doce de ingeniería mecánica, seis de ingeniería electrónica, tres de vías y transporte y dos de biología. En total, son 9300 m² de área construida en tres niveles y un sótano de parqueaderos.

En el interior se ven expuestos los espacios disponibles para cada laboratorio y los sistemas de redes e infraestructura, con el fin de favorecer el carácter pedagógico de la experimentación, la exposición e intercambio del conocimiento y el espíritu interdisciplinario de los estudiantes e investigadores. También cuenta con nuevos equipos de última tecnología, ascensores para incluir a la población con necesidades especiales, así como elevadores de carga para mover equipos.

En 2016 se inició la segunda fase del complejo de laboratorios con el diseño y construcción del laboratorio de estructuras y materiales “Alejandro Sandino Pardo”, el cual se espera poner en funcionamiento a partir del 2018. Este nuevo edifi-

cio, contará con una nave central con un área aproximada de 628.5 m² en el primer piso y 107.6 m² en el segundo piso. Adicionalmente tendrá un edificio de apoyo con áreas aproximadas de 666 m², 514.8 m² y 496.9 m² en el primero, segundo y tercer piso respectivamente. El edificio de laboratorios Alejandro Sandino Pardo tendrá con un área total aproximada de 2.413,7 m² y 752,4 m² de áreas libres. Las instalaciones estarán distribuidas así:

Nave principal destinada al ensayo de miembros y sistemas estructurales de grandes dimensiones, como vigas, columnas, muros, losas, prototipos de viviendas, sistemas estructurales para puentes y edificios, en el muro de reacción y piso fuerte.

Edificación adyacente de tres pisos de altura que tendrá una estructura independiente de la nave principal teniendo en cuenta la diferencia en comportamiento ante sismos de las dos edificaciones. En el primer piso se encuentran los espacios para cuarto de ensayos de cilindros de concreto, ladrillos y similares, cuarto húmedo para el curado de cilindros de concreto, laboratorio de cementos, taller y zona de recibo de materiales y muestras para ensayo. En el segundo y tercer piso se ubicará el laboratorio de modelos estructurales, aula de uso múltiple, oficinas para profesores, cubículos para asistentes de investigación, oficinas para secretarías y salas de reuniones.

Externamente contará con un patio de recibo y almacenamiento de materiales, patio de mezclas, cuarto de máquinas, caseta para el refrentado de cilindros, un tanque de curado de cilindros y modelos de micro concreto y patio de desechos.

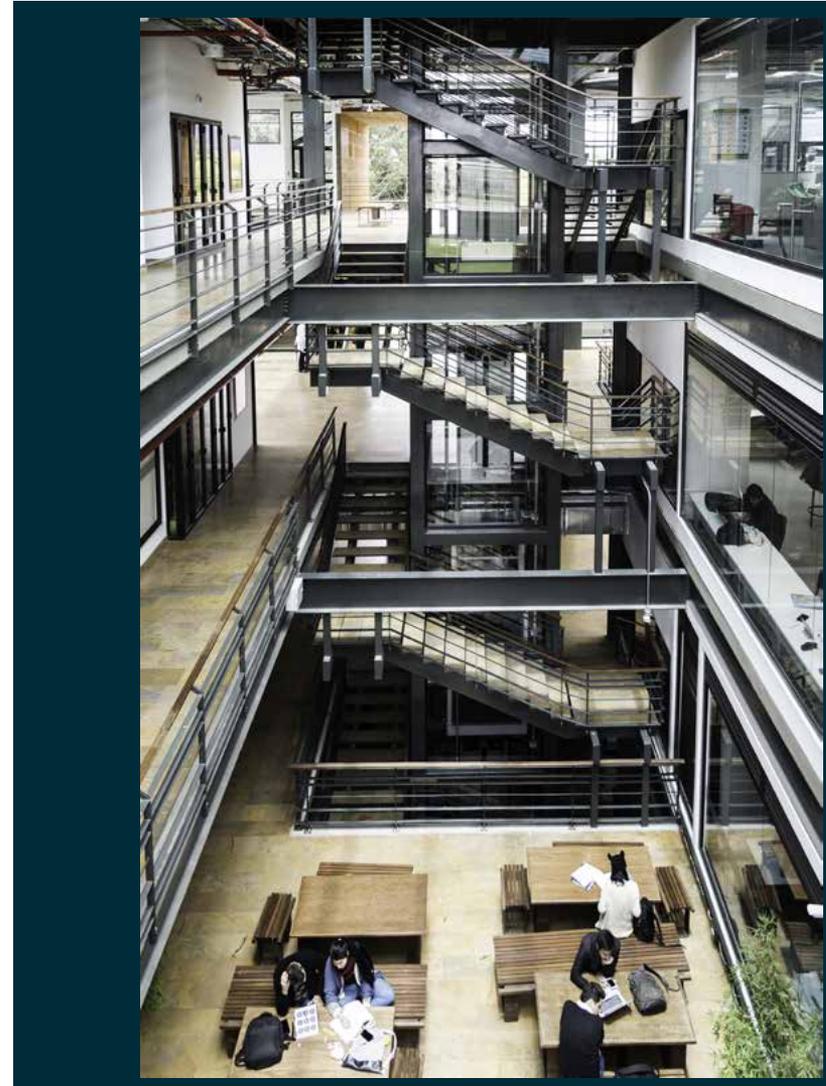
Este nuevo espacio académico y tecnológico es clave para contribuir a la generación e implementación de proyectos de investigación e innovación, así como a la apropiación de nuevas tecnologías, lo que facilita fortalecer alianzas con el sector público y privado que respondan a las necesidades del país.



■ 4.6.2. Laboratorios existentes

La Escuela cuenta con 68 laboratorios, que son los espacios de experimentación y creación vinculados con los procesos investigativos y de servicio académico a la sociedad. Algunos prestan servicio técnico especializado al sector productivo del país. Entre los laboratorios disponibles se destacan los siguientes:

- Ciencias Naturales: Física y Química.
- Ingeniería Eléctrica: Laboratorio de Energía.
- Ingeniería Electrónica: Laboratorio de Electrónica.
- Ingeniería Biomédica: Laboratorio de Bioinstrumentación.
- Ingeniería Industrial: Laboratorio de Producción (laboratorio de manufactura, de metrología, de materiales y metalografía, de diseño de producto, de estudio del trabajo, de simulación y de ergonomía).
- Ingeniería Mecánica: Laboratorio de Motores y Combustión y Laboratorio de Diseño Mecánico (prototipado y MSK).
- Ingeniería Civil: laboratorios de Hidráulica, Ingeniería Ambiental, Suelos y Pavimentos, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Ensayo de Materiales y Estructuras, Biología y Microbiología.
- Ingeniería de Sistemas: Laboratorio de Informática.





4.7 La investigación en cifras

El Programa de Doctorado se soportará en 8 grupos de investigación de ingeniería de la Escuela. Los grupos son el núcleo principal de producción de nuevo conocimiento en sus respectivas áreas. Entre los productos generados en los últimos seis años se destacan 61 artículos: 25 en categoría A1, 16 en categoría A2, 1 en categoría A, 8 en categoría B y 11 en categoría C, 72 productos de innovación y desarrollo tecnológico, 120 productos en apropiación social del conocimiento y más de 138 en la formación de recurso humano.

4.8 Flexibilidad curricular

El Programa de Doctorado en Ingeniería promueve la flexibilidad curricular. Por esto, los estudiantes de doctorado podrán ver asignaturas que no estén relacionadas directamente con su área de estudio, pero que de común acuerdo con su director consideren que pueden aportar al desarrollo de su capacidad intelectual, personal e investigativa.

4.9 Acreditaciones

La Escuela cuenta con acreditaciones de calidad tanto en el nivel institucional como en los programas. La acreditación institucional de alta calidad la obtuvo en 2014 y estará vigente hasta el 2018, por lo cual ya se inició el proceso de renovación. De manera similar, la Escuela ha recibido el reconocimiento de alta calidad por parte de organismos nacionales e internacionales en varios de los programas que ofrece, como se expone en el siguiente cuadro.



PROGRAMA	ACREDITACIÓN DE ALTA CALIDAD DE PROGRAMAS DE PREGRADO		
	Resolución MEN	Tiempo	Fecha de vencimiento
Ingeniería Civil	Acreditación Nacional Resolución 9281 del 18 de octubre de 2011	8 años	Octubre de 2019
Ingeniería Eléctrica	En proceso de renovación		
Ingeniería de Sistemas	Resolución 7278 del 22 de mayo de 2015	4 años	Mayo de 2019
Ingeniería Industrial	Resolución 05547 del 29 de marzo de 2016	6 años	29 de marzo de 2022
Ingeniería Electrónica	Resolución 5419 del 24 de abril de 2015	4 años	Abril de 2019
Economía	Resolución 01448 del 3 de febrero de 2017	4 años	3 de febrero de 2021
Matemáticas	Resolución 01443 del 3 de febrero de 2017	4 años	3 de febrero de 2021

4.10 Biblioteca y acceso a internet

La colección general de la biblioteca está compuesta por libros de consulta, textos, trabajos y tesis de grado, videos, discos compactos, en las áreas de interés de los programas de la Escuela. La colección de recursos bibliográficos hasta diciembre de 2017 está compuesta de la siguiente manera:

- Títulos de material bibliográfico: 20.050 y 29.182 ejemplares
- Títulos de revistas con suscripciones vigentes: 386
- Adquiridas por canje o donación: 308
- Por suscripción: 78

Además, la biblioteca dispone de 17 bases de datos en administración y economía, ingeniería, matemáticas, multidisciplinarias, educación y periódicos internacionales, 55.616 revistas electrónicas, 42.288 libros electrónicos y 429 periódicos electrónicos.

Cuenta con convenios interbibliotecarios con 20 instituciones y 96 universidades. Permanentemente se adquieren nuevos títulos, y adicionalmente se evalúan y adquieren nuevas bases de datos.

■ 4.10.1 Acceso a internet

El servicio se presta por medio de un canal de 300 Mbps de capacidad. Todos los equipos de la Escuela tienen salida a internet, y para realizar los proyectos en forma conjunta con instituciones y redes educativas se utiliza el mismo canal de internet público priorizando estos trabajos.

■ 4.10.2 WI-FI: Acceso inalámbrico

Actualmente lo utilizan la red de equipos portátiles y dispositivos móviles de la comunidad, principalmente estudiantes. Se tienen 15 amplias áreas con una cobertura del 70 % en todo el campus de la Escuela.

WIFI:
Acceso inalámbrico del 70 %

5. Generalidades del programa de Doctorado

Institución:	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Nombre del programa:	Doctorado en Ingeniería
Título que otorga:	Doctor en Ingeniería
Nivel del Programa:	Doctorado
Metodología:	Presencial
Duración estimada del programa:	4 años, máximo 8
Número de créditos académicos:	100
Horario:	Diurno



6. Requisitos de admisión en el doctorado

Los procesos de selección, admisión y evaluación de estudiantes que propone la Escuela, responden a la Declaración de Principios formulada por sus Fundadores, quienes exponen la política de no discriminar a quienes aspiren a formarse en la institución, por causa distinta a la de su capacidad, su rendimiento académico y su interés por obtener una formación integral.



6.1 Perfil del aspirante al programa de Doctorado en Ingeniería

El aspirante al programa de Doctorado en Ingeniería es un profesional con título universitario (pregrado o posgrado) en el área de ingeniería y vocación por la investigación científica. Deberá poseer las siguientes características:

1. Demostrar habilidades para:
 - Expresarse correctamente de forma oral y escrita en español e inglés.
 - Aptitud para la investigación científica.
2. Tener aptitudes de:
 - Trabajo en equipo.
 - Compromiso y responsabilidad social.
 - Responsabilidad.

Adicionalmente, deberá tener intereses por solucionar problemas de ingeniería, aplicando el método científico; y por la identificación de problemáticas en las industrias y la transformación de las mismas como resultado de un proceso de investigación.

6.2 Selección y admisión de los aspirantes

Para la definición de los criterios de selección y admisión, la Escuela ha tenido en cuenta, por una parte, que la educación en Colombia se fundamenta en el derecho que tiene a ella toda persona, en las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra, y en su carácter de servicio público; y, por otra parte, a su Declaración de Principios y su misión.

Este proceso tiene como propósito admitir racional y objetivamente a las personas que cumplen con el perfil del aspirante definido para el programa. La determinación de los niveles mínimos, ya sea de competencias, conocimientos o personales, es responsabilidad de la Escuela, de acuerdo con las políticas internas fijadas en ese sentido.

6.3 Proceso de admisión al Doctorado en Ingeniería

Antes de cada convocatoria, el programa acordará con las oficinas de Admisiones y de Registro la respectiva programación, en la cual se definen las fechas y los procedimientos para la inscripción, selección y admisión, matrícula y registro.

La Oficina de Admisiones es la responsable de preparar todos los aspectos relacionados con el óptimo funcionamiento de la

solicitud de admisión en el sitio web y de disponer los instructivos necesarios para informar a los aspirantes acerca de los pasos a seguir, desde que se inscriben hasta que inician las clases. El contenido de estos instructivos se acuerda previamente con la Dirección del Doctorado en Ingeniería.



6.4 Admisiones

Para realizar la admisión al programa de Doctorado, el aspirante debe realizar los siguientes pasos:

1. Diligenciar el formulario de inscripción.
 2. Presentar y aprobar el Examen institucional de conocimientos y competencias
 3. Presentar una entrevista ante el Comité del Programa de Doctorado
 4. Entregar la siguiente documentación:
 - Fotocopia legible y ampliada al 150% del documento de identidad según sea el caso.
 - Fotocopia de la tarjeta profesional
 - Fotocopia legible del diploma o el acta de grado que acredite el grado de profesional y de posgrado si es el caso
 - Fotocopia del certificado de notas de las calificaciones de pregrado que incluya el promedio de la carrera y posgrado si es el caso
 - Hoja de vida con fotografía 3×4, en la que se evidencien:
 - Publicaciones, memorias, ponencias y congresos
 - Otras experiencias relevantes en investigación
 - Proporcionar en un escrito de motivación, de máximo dos páginas, evidencia sobre:
 - Área de interés del doctorado: describir qué actividades ha realizado en esta área que lo hayan motivado a realizar el doctorado y cómo se ha preparado.
- Alineación del tema de investigación que espera desarrollar con las líneas de investigación de los grupos de investigación de la Escuela.
 - Contactos con profesores del doctorado en el tema de investigación.
 - Aval del director de grupo de investigación al cual pertenece la línea de investigación.
 - Aval del profesor que lo apoyó en la propuesta
- Propuesta de investigación que detalle objetivos científicos, metodología de trabajo, resultados esperados, recursos físicos y financieros, cronograma de actividades y plan de financiación.
 - Soporte de publicaciones científicas, si las tiene.
 - Resultado del examen del idioma inglés (según clasificación del Marco Común Europeo), Toefl, Michigan, Oxford o Ielts. Vigencia inferior de dos años.
 - Dos cartas de recomendación, en la que se resalten su experiencia y habilidades como estudiante, así como su capacidad para convertirse en estudiante de doctorado.
 - Información sobre la financiación del programa doctoral.

7. Estructura curricular

El plan general de estudios que se propone para el Programa de Doctorado en Ingeniería considera ocho semestres con una carga académica entre 12 y 14 créditos, como se muestra en la figura 1. Tal como se ha planteado, el programa que propone la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito incluye las siguientes áreas: Ingeniería Civil e Ingeniería Electrónica.

Semestres							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Formación en matemáticas 4 créditos	Formación en matemáticas 4 créditos	Electivas 12 créditos	Electiva Interdisciplinaria 2 créditos	Tesis 12 créditos	Tesis 12 créditos	Tesis 12 créditos	Tesis 14 créditos
Electivas 8 créditos	Electivas 8 créditos		Electiva 2 créditos				
			Tesis 6 créditos				
	Seminarios 1 crédito	Seminarios 1 crédito	Seminarios 1 crédito	Seminarios 1 crédito			
Total 12 créditos	Total 13 créditos	Total 13 créditos	Total 11 créditos	Total 13 créditos	Total 12 créditos	Total 12 créditos	Total 14 créditos

Figura 1. Plan de estudios del Programa de Doctorado en Ingeniería

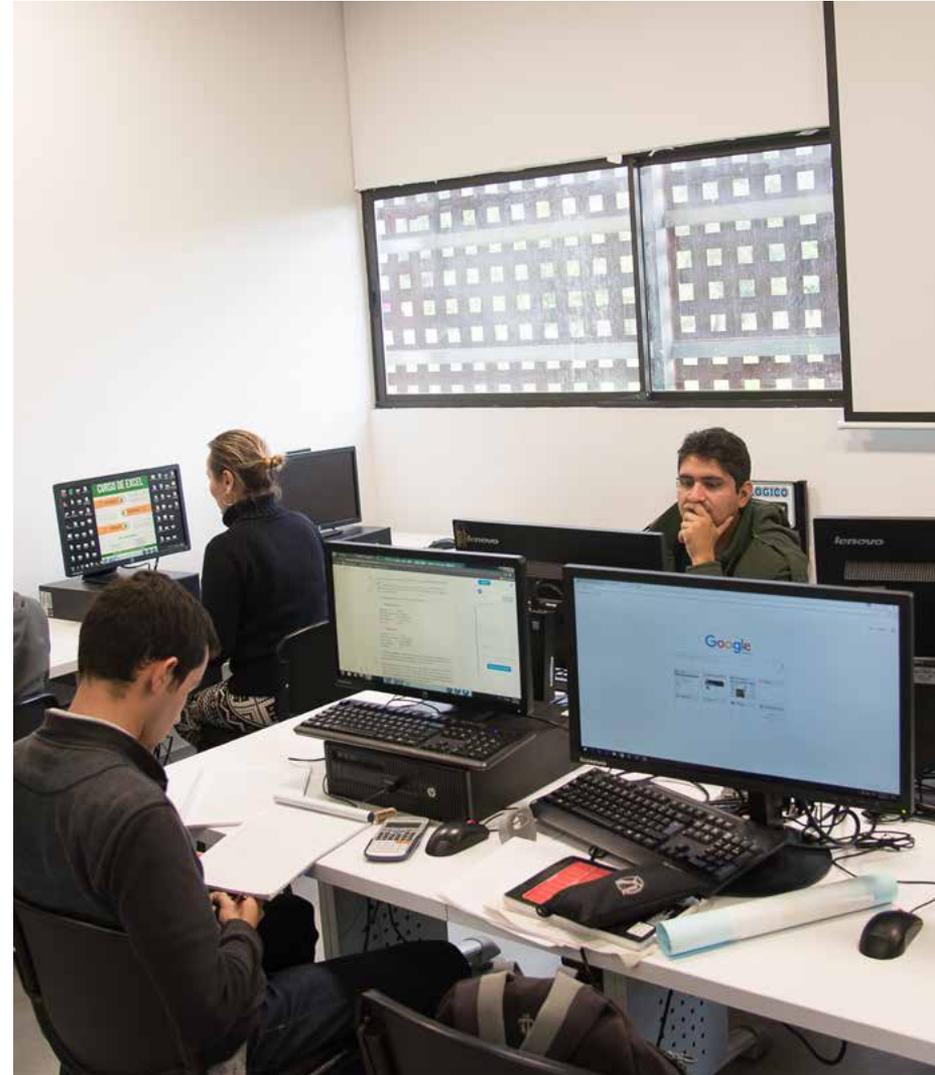
Fuente: Grupo Base del Doctorado



En la elaboración de la estructura curricular y del plan de estudios personalizado, el estudiante debe atender los siguientes criterios y principios institucionales, los cuales son coherentes con los propósitos de formación del programa y el perfil del graduado:

- Para optar por el título doctor, el estudiante requiere un mínimo de 100 créditos en el nivel de posgrado, de los cuales mínimo 60 créditos deben ser dedicados a las actividades de investigación asociadas al trabajo de grado y 40 a asignaturas de posgrado.
- Los estudiantes que hayan finalizado en la Escuela o en otra universidad programas de maestría, tanto en la modalidad de investigación como de profundización, podrán homologar un máximo de 28 créditos de asignaturas. El trabajo de grado de la maestría no es homologable.
- Teniendo en cuenta que es esencial una formación matemática avanzada en el doctorado, los estudiantes deberán cursar de manera obligatoria al menos ocho créditos de asignaturas del núcleo de formación en dicha disciplina.
- Los estudiantes deberán cursar al menos 30 créditos de asignaturas electivas, que buscan brindarles formación teórica en los temas relacionados con su área; no obstante, el director del trabajo dará al estudiante su aval para inscribir dichas asignaturas, de manera que éstas contribuyan al desarrollo del trabajo de grado.

- Para promover la interdisciplinariedad, el estudiante deberá cursar al menos dos créditos de asignaturas en un área diferente de la seleccionada.
- Teniendo en cuenta los requerimientos de comunicación a nivel científico y tecnológico en el mundo globalizado, el estudiante debe demostrar nivel B2 del idioma inglés (según clasificación del Marco Común Europeo): TOEFL, Michigan, o IELTS con antigüedad máxima de dos años.
- Las actividades de investigación estarán complementadas por cuatro seminarios de un crédito, en los que los estudiantes conocerán los elementos metodológicos de los procesos de investigación, se generarán espacios de discusiones académicas, se presentarán sus avances, y asistirán a conferencias de investigadores externos nacionales e internacionales. Estas actividades estarán apoyadas por 25 profesores de planta con doctorado y la calificación será aprobado o reprobado.
- El trabajo de investigación encaminado al desarrollo de la tesis doctoral estará guiado por el director de tesis, quien apoyará al estudiante en el planteamiento del plan de investigación y orientará su proceso con comentarios, críticas y correcciones, velando por que se cumpla con las normas éticas y las políticas de derechos de autor.
- Así mismo, podrá contar con un codirector de tesis doctoral que se encargará de orientar el trabajo de tesis con temáticas de los grupos de investigación asociados a la Escuela y apoyar las actividades del director, si éste se ausenta.



- El programa de doctorado incluye una pasantía académica y de investigación de mínimo un semestre académico en una institución reconocida en el exterior. Durante esa pasantía, el estudiante deberá adelantar parte de su tesis y el profesor que tenga a cargo la dirección de la misma actuará como asesor de tesis, al menos durante el periodo de la pasantía. En ésta, el estudiante podrá tomar cursos que serán homologables; sin embargo, antes del viaje, el estudiante deberá presentar una propuesta de actividades que deberá ser aprobada por el Comité del Programa de Doctorado. La pasantía será calificada con nota aprobado o reprobado, de acuerdo con la evaluación que otorgue el director de tesis al informe semestral que presenta el estudiante al finalizar cada periodo académico.
- Para culminar la fase de formación, el estudiante deberá enfrentarse a un examen cuyo propósito será evaluar la articulación de los conocimientos adquiridos en las asignaturas con su trabajo de tesis. Este examen deberá realizarse máximo un año después de finalizar la fase de asignaturas.
- Para iniciar las actividades de investigación correspondientes al desarrollo de la tesis doctoral, el estudiante debe presentar ante el jurado evaluador una propuesta de tesis doctoral, con el fin de evaluar si el plan de investigación desarrollado lo llevará a finalizar de forma exitosa su proceso formativo. En esta propuesta, deberá mostrar la pertinencia del tema de investigación elegido, su im-

portancia en la solución de un problema, así como sus capacidades y conocimientos para desarrollar el tema.

- La presentación de esta propuesta debe realizarse máximo un año antes de finalizar el programa doctoral. El jurado evaluador podrá aceptar la propuesta y hacer recomendaciones sobre ella, o no aceptarla. Si la propuesta no es aceptada por el jurado, el estudiante deberá reestructurar su plan de investigación con la ayuda de su director de tesis y presentarlo en el siguiente semestre académico.
- Al finalizar la tesis doctoral, y con la aprobación del director respectivo y el codirector, si lo hay, el estudiante deberá solicitar al Comité del Programa de Doctorado autorización para realizar la defensa pública de sus resultados de investigación. El Comité del Programa de Doctorado asignará una comisión evaluadora para el acto y se desarrollará según lo estipulado en el presente documento.

Se incluyen las siguientes áreas y líneas:

Ingeniería Civil:

- **Infraestructura Sostenible**
- **Materiales para Ingeniería**

Ingeniería Electrónica

- **Sistemas de Información y Computación**
- **Robótica y Control Industrial**
- **Biomédica**

8. Hitos del doctorado

El estudiante de doctorado de la Escuela es responsable de su formación y del aprendizaje autónomo de los temas fundamentales de su dominio, así como de la investigación y el avance del estado del arte. Para lograr sus objetivos, deberá diseñar, en conjunto con su director de tesis, el programa curricular que deberá seguir para avanzar en el conocimiento del estado del arte teórico y experimental relacionado con su proyecto de tesis doctoral. Igualmente, es responsable de realizar la investigación durante sus periodos de investigación en la Escuela y durante su estadía de investigación en un laboratorio internacional.

El estudiante de doctorado deberá planear y ejecutar un programa de estudios coherente, que tenga en cuenta el cumplimiento de los requerimientos curriculares y los hitos del doctorado. Entre estos hitos están:

- **Propuesta de tesis doctoral:** Para iniciar las actividades de investigación correspondientes al desarrollo de la tesis doctoral, el estudiante deberá presentar ante el jurado evaluador una propuesta de tesis doctoral, con el fin de evaluar si el plan de investigación desarrollado lo llevará a finalizar de forma exitosa su proceso formativo.
- **Pasantía en un laboratorio internacional:** constituye la primera experiencia internacional del estudiante de

doctorado en laboratorios, grupos, centros, institutos de investigación diferentes de los grupos de la Escuela. Adicionalmente, es una oportunidad para realizar colaboraciones efectivas con el propósito de publicar artículos de investigación e intercambiar nuevas ideas en el campo de estudio.

- **Examen de conocimientos:** tiene como propósito evaluar la articulación de los conocimientos adquiridos en las asignaturas con el trabajo de tesis. Este examen deberá presentarse máximo un año antes de finalizar el programa doctoral.
- **Publicaciones:** el programa de doctorado promueve la participación del estudiante en conferencias y eventos de alto nivel científico, al igual que en la publicación temprana de artículos científicos que presenten sus resultados en eventos y revistas calificadas que sometan los trabajos a revisión de pares.
- **Defensa pública de la tesis:** al finalizar la tesis doctoral, y con la aprobación del director respectivo y del codirector, si lo hay, el estudiante deberá solicitar al Comité del Programa de Doctorado autorización para realizar la defensa pública de sus resultados de investigación.

Semestres								Requisito de Grado
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Formación en matemáticas 4 créditos	Formación en matemáticas 4 créditos	Electivas 12 créditos	Electiva Interdisciplinaria 2 créditos					
Electivas 8 créditos	Electivas 8 créditos		Electiva 2 créditos		Exámen de conocimientos			
	Seminarios 1 crédito	Seminarios 1 crédito	Seminarios 1 crédito	Seminarios 1 crédito				
				Evaluación de propuesta de tesis doctoral		Pasantía internacional		
			Tesis 6 créditos	Tesis 12 créditos	Tesis 12 créditos	Tesis 12 créditos	Tesis 14 créditos	Defensa de Tesis
Total 12 créditos	Total 13 créditos	Total 13 créditos	Total 11 créditos	Total 13 créditos	Total 12 créditos	Total 12 créditos	Total 14 créditos	

Figura 2. Tabla de tiempo sobre los hitos del Doctorado
Fuente: Grupo Base del Doctorado

9. Registro y estados del estudiante en el doctorado

9.1 Estado de los estudiantes ante la Escuela

■ 9.1.1 Estudiante regular

Es estudiante regular de posgrado el nacional o extranjero que posea matrícula académica vigente en un programa de este nivel ofrecido por la Escuela.

La categoría de estudiante regular de posgrado de la Escuela se adquiere mediante el acto voluntario de la matrícula. Al matricularse, el estudiante adquiere el compromiso de conocer y respetar los estatutos y reglamentos de la Escuela y cumplir las normas de tipo académico, administrativo y disciplinario estipuladas en este reglamento.

■ 9.1.2 Pérdida de la calidad de estudiante regular

El estudiante regular de un programa de posgrado de la Escuela pierde esta calidad cuando: a) Culmina el plan de estudios correspondiente al programa de formación. b) Se retira en forma voluntaria, bien sea de modo temporal o definitivo. c) Pierde el derecho a permanecer en la Escuela por bajo rendimiento académico. d) Es suspendido. e) Es expulsado. f) Excede el tiempo permitido para completar el programa o incumple alguna otra condición contemplada en el reglamento.



9.2 Estados del estudiante de doctorado

El estudiante de doctorado tiene dos estados dentro del programa: estudiante de doctorado y candidato a doctor.

■ 9.2.1 Estudiante de doctorado

Es el estudiante admitido al programa de doctorado que aún no ha alcanzado el estado de candidato a doctor.

■ 9.2.2 Candidato a doctor

El estudiante de doctorado alcanza el estado de candidato a doctor cuando:

- Presenta y aprueba su examen de candidatura.
- Presenta, defiende y aprueba su proyecto de investigación.

Los dos requisitos se deben cumplir con menos de un año de diferencia y antes del tercer año del doctorado. Una vez adquirido el estado, el candidato a doctor tiene un plazo de cinco años para completar su disertación, someterla a evaluación y recibir su aprobación. En este lapso también debe completar los demás requisitos para optar por el grado de doctor (incluyendo los seis meses de pasantía internacional).

■ 9.2.3 Pérdida de la calidad de estudiante de doctorado o candidato a doctor

Se pierde la calidad de estudiante de doctorado o candidato a doctor cuando: a) Culmina el plan de estudios correspondiente al programa de formación. b) Se retira en forma voluntaria, bien sea de modo temporal o definitivo. c) Pierde el derecho a permanecer en la Escuela por bajo rendimiento académico o por no tener un avance significativo en su proceso de investigación. d) Es suspendido. e) Es expulsado. f) Excede el tiempo permitido para completar el programa o incumple alguna otra condición contemplada en el reglamento.



10. Investigación en el doctorado

En esta sección se describen los componentes esenciales para soportar la investigación en el doctorado, cada uno de los cuales se describe con detalle, mostrando su articulación con los otros.



10.1 Filosofía de la investigación científica en el doctorado

El Programa de Doctorado en Ingeniería de la Escuela adopta una visión crítica y optimista sobre la investigación científica. Así, en el sentido planteado por Karl Popper (1963), el método científico no está basado en la inducción y la experimentación sino, en cambio, en las conjeturas y el criticismo a estas conjeturas. Así, cada idea o teoría se considera refutable y es trabajo del investigador dudar de las teorías y plantear métodos para refutarlas. En este sentido, no se adopta ninguna autoridad científica, ni ningún dogma; ni siquiera la experimentación es una fuente de verdad y, como tal, toda argumentación científica está basada en la posibilidad de refutar las teorías existentes incluyendo las propias. Esta posición de criticismo y la posibilidad de refutar las mejores teorías actuales constituye el método de búsqueda de mejores explicaciones científicas para los problemas de la humanidad.

La visión es optimista en el sentido expresado por el físico David Deutsch en su libro *The beginning of infinity* (Deutsch,

2011). Esto es, que la humanidad siempre afrontará problemas, pero éstos se pueden resolver. La solución depende de la capacidad humana de encontrar mejores explicaciones, mejores teorías y, por supuesto, nuevas teorías para explicar y entender los problemas que afronta y cómo solucionarlos. La visión contraria al optimismo es la visión estática que evita el criticismo que adoptan autoridades de verdad, sean estatales o sociales. El doctorado no da ningún problema por resuelto ni ninguna verdad por absoluta. Les corresponde a los investigadores buscar siempre mejores explicaciones a los problemas de la humanidad y, de manera análoga, suponer que aquellos que parecen difíciles de resolver, lo son porque las mejores teorías aún no están lo suficientemente desarrolladas.

Las dos premisas anteriores son eje fundamental del diseño de la visión del Programa de Doctorado en Ingeniería de la Escuela. Ésta es una visión activa y emprendedora hacia el futuro y hacia los retos que afronta la humanidad. El doctorado no está para profetizar o aceptar la situación actual y sus consecuencias sino, en cambio, para buscar transformar la realidad, mejorar la situación del país y de la humanidad. No acepta dogmas ni autoridades como referentes de verdad; por el contrario, por medio de la crítica y de la duda de las mejores teorías, busca siempre avanzar en el estado del arte y el conocimiento de las disciplinas científicas.

Esta visión no es una posición filosófica superficial, es una posición fundamental sobre la investigación y la ciencia. Moldea el carácter innovador y abierto a las nuevas ideas, a las nuevas teorías, a los nuevos temas de investigación, todo basado en el criticismo del estado del arte y en la creación de mejores explicaciones a partir de las existentes. Esto también implica una total apertura para explorar los temas de frontera, tomar riesgos en las investigaciones y explorar nuevas hipótesis y teorías. No es el objetivo del doctorado formar investigadores impartiendo conocimientos de ciencia sino, por el contrario, avanzar en la ciencia y el estado del arte en los límites de conocimiento humano formando investigadores en el proceso.

El Programa de Doctorado en Ingeniería de la Escuela adopta una visión crítica y optimista sobre la investigación científica.

10.2 Responsabilidad y autonomía investigativa del estudiante de doctorado

El estudiante de doctorado de la Escuela es responsable por su formación y el aprendizaje autónomo de los temas fundamentales de su dominio, y por la investigación y el avance del estado del arte. Para lograr sus objetivos, deberá diseñar en conjunto con su director de tesis, el programa curricular que debe seguir para avanzar en el conocimiento del estado del arte teórico y experimental relacionado con su proyecto de tesis doctoral. Igualmente, es responsable de realizar la investigación durante los respectivos periodos en la Escuela y en su estadía de investigación en un laboratorio internacional.



Cada estudiante es, además, responsable de procurar la publicación de artículos científicos en eventos de alto nivel. Para esto, es necesario que trabaje conjuntamente con su director y codirector de tesis, además de realizar una investigación y experimentación apropiada para el nivel de estudios doctorales.

La autonomía del estudiante de doctorado incluye planear y ejecutar un programa de estudios coherente, que tenga en cuenta el cumplimiento de los requerimientos curriculares y de los hitos del doctorado. Entre éstos se encuentran la presentación de la propuesta de tesis, la pasantía en un laboratorio internacional, la presentación del documento de tesis, y la defensa pública de ésta, así como otros que se definan en los documentos reglamentarios.

En lo posible, el estudiante deberá realizar su investigación de manera presencial en la Escuela. Las asignaturas de disertación tendrán una calificación de aprobado o reprobado, a criterio del director de tesis, y según el plan acordado al inicio del semestre o del periodo intersemestral; sin embargo, la nota final de la tesis de doctorado será la evaluación del Comité Evaluador con respecto al documento de tesis y a la defensa de la misma.

10.3 Grupos de Investigación

Cada estudiante seleccionará un grupo de investigación donde desarrollará su investigación. En este grupo el estudiante estará rodeado de investigadores y será su principal fuente de consulta y apoyo para el desarrollo de su proyecto de investigación. En la actualidad la escuela cuenta con los siguientes grupos y líneas de investigación:

Áreas	Líneas	Maestrías	Grupos
Ingeniería Electrónica	Sistemas de información y computación Robótica y Control Industrial Biomédica	Ingeniería Electrónica Gestión de Información	Ecitrónica (A) GIBIOME (C) CTG-Informática (B) Diseño sostenible en Ingeniería Mecánica – DSIM (C)
Ingeniería Civil	Infraestructura Sostenible Materiales para Ingeniería	Ingeniería Civil Ingeniería Industrial Ingeniería Eléctrica	Estructuras y materiales (C) Diseño sostenible en Ingeniería Mecánica – DSIM (C) Geotecnia (C) Centro de Investigaciones en Manufactura y Servicios – CIMSER (B) Centro de Estudios Hidráulicos (B)

10.4 Profesores del Programa de Doctorado

Los siguientes profesores con título de Doctor serán los encargados de apoyar las actividades de investigación del programa.

Áreas	Líneas	Doctores
Ingeniería Electrónica	<p>Sistemas de información y computación</p> <p>Robótica y Control Industrial</p> <p>Biomédica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dr. Alexander Pérez Ruíz, Doctorado en Automatización Avanzada y Robótica. • Dr. Javier Chaparro Preciado, Doctorado en Ingeniería Biomédica (Junior). • Dr. Javier Soto Vargas, Doctorado en Ingeniería Electrónica (Junior). • Dr. Hernán Paz Penagos, Doctorado en Educación (Asociado). • Dr. Carlos Cifuentes García, Doutor em Engenharia Eléctrica (Junior). • Dra. Marcela Múnera Ramírez, Docteur en Mecanique des solides, genie mecanique, productique, transport et genie civil (Junior). • Dr. Luis Eduardo Rodríguez Cheu, Doctorado en Ingeniería Biomedica (Asociado). • Dra. Victoria Ospina Becerra, Doctorado en Reseaux Connaissances Organizations. • Dr. Luis Daniel Benavides Navarro, Docteur en Sciences et Technologies de l'information (Asociado). • Dr. Miguel Montoya Vallejo, Doctorado en Ingeniería Mecánica. • Dr. Daniel Orlando Díaz López, Doctorado en Informática (Junior). • Dr. Oswaldo Castillo Navetty, Doctorado en Redes, Conocimientos y Organizaciones.
Ingeniería Civil	<p>Infraestructura Sostenible</p> <p>Materiales para Ingeniería</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dra. Nancy Torres Castellanos, Doctorado en Ingeniería (Junior). • Dra. Sandra Jerez Barbosa, Doctorado en Ingeniería Civil. • Dr. Pedro Nel Quiroga Saavedra, Doctor of Philosophy. • Dr. Jairo Uribe Escamilla, Doctorado en Filosofía. • Dr. Miguel Montoya Vallejo, Doctorado en Ingeniería Mecánica. • Dr. German Santos Granados, Doctor of Philosophy. • Dra. Catalina Lozada López, Doctorado en Ingeniería Civil. • Dra. Mónica Suarez Pradilla, Doctorado en Gestión y Valoración Urbana y Arquitectónica. • Dr. Óscar Venegas Pereira, Doctorado en Sistemas Propulsivos en Medios de Transporte (Junior). • Dr. Agustín Marulanda Guerra, Doctorado en Ingeniería Eléctrica. • Dr. Iván Camilo Duran Tovar, Doctorado en Ingeniería (Junior). • Dr. Camilo Hernández Acevedo, Doctorado en Ingeniería (Junior). • Dra. Adriana Esguerra Arce, Doctorado en Ingeniería (Junior).



10.5 Escritura, defensa y publicación de la tesis de doctorado

El objetivo fundamental de la tesis de doctorado es entrenar al estudiante en el proceso de la investigación académica y la escritura científica bajo la supervisión de investigadores profesionales vinculados a la Escuela. Una vez la tesis de doctorado es aprobada y publicada, se considera que las contribuciones de la investigación son significativas para avanzar el estado del arte en el dominio de la ingeniería y son útiles para la humanidad y otros académicos e investigadores.

La evaluación y calificación de la pertinencia y relevancia de las contribuciones de la tesis de doctorado se realiza mediante una revisión de pares calificados con amplia trayectoria académica e investigativa. En el caso de la Escuela, para la evaluación de cada tesis se conformará un comité de evaluación doctoral. En su tesis, el estudiante presentará, de forma clara, las contribuciones que ha desarrollado durante su investigación doctoral.

Cada estudiante tendrá un director de tesis con quien deberá colaborar estrechamente para el desarrollo de su tesis de doctorado; sin embargo, la responsabilidad del contenido y estructura del documento de tesis es de su autor, y por tanto éste deberá garantizar la originalidad del contenido y la forma del mismo.

10.6 Características y responsabilidades del director y codirector de tesis

El director de tesis debe poseer título de doctorado, ser profesor de planta en la Escuela, tener experiencia en proyectos de investigación, haber dirigido tesis de maestría y contar, por lo menos, con dos (2) publicaciones en revistas indexadas. Es recomendable que el director tenga mínimo un proyecto de investigación aprobado por la dirección de investigación en el área de investigación de la tesis doctoral.

El director es responsable de guiar y asesorar al estudiante de doctorado en el desarrollo de su tesis de doctorado. Debe diseñar, en conjunto con el estudiante, el plan curricular y guiarlo en los procesos y temas de investigación, incentivándolo para hacer publicación temprana de resultados preliminares y definitivos de su trabajo de investigación. Igualmente, debe acompañarlo en el proceso de escritura y revisión del documento final de tesis.

Adicionalmente, es responsabilidad del director de tesis proponer temas de investigación y asignaturas de nivel de posgraduado para que el estudiante conozca los temas de investigación y puedan formarse para afrontarlos.

El estudiante podrá tener, adicionalmente, un codirector de tesis que debe cumplir con los mismos requisitos del director

de tesis, excepto el de pertenecer a la Escuela. El codirector podrá estar vinculado a otra institución e incluso ser parte de la institución internacional donde el estudiante realizará su pasantía. En caso de que el codirector no sea profesor de planta de la Escuela, se deberá proponer y justificar ante el Comité del Programa de Doctorado. La comisión evaluará la solicitud y emitirá concepto sobre la aceptación o rechazo de la solicitud de codirector.

10.7 Colaboración dentro y fuera del grupo de investigación

El grupo de investigación es la unidad fundamental de colaboración y crítica del trabajo científico en el doctorado. El investigador y el estudiante de doctorado colaborarán directamente con los miembros de su grupo de investigación. El grupo es el núcleo formador del nuevo investigador y está encargado de asesorar al estudiante de doctorado en su trabajo. Además, la colaboración directa del estudiante de doctorado con el grupo le permitirá evaluar sus ideas con respecto a diferentes perspectivas y convicciones científicas. El grupo se convierte en el primer par evaluador y contribuye activamente a la formación del doctorando. También constituye la primera fuente de contactos científicos, y permite que el estudiante establezca vínculos con redes científicas y de investigadores,

identifique las mejores revistas y conferencias en su campo, y las últimas tendencias y excelentes investigadores en su área de desempeño.

Igualmente, el estudiante aporta su trabajo y su investigación para aumentar los productos científicos que contribuyen a mejorar la categorización ante entes evaluadores nacionales e internacionales, además de visibilizar el trabajo del grupo y la investigación del Programa de Doctorado en Ingeniería de la Escuela.

El desarrollo obligatorio de la pasantía internacional le permitirá al estudiante generar redes internacionales y estar en contacto con las dinámicas del desarrollo de la ciencia en entornos diferentes al de la Escuela, en procura de tener una visión internacional del desarrollo de sus temas de investigación.

10.8 Escritura y publicación de resultados en revistas, conferencias y otros eventos con revisión de pares

Parte del trabajo de un investigador es someter su trabajo a la crítica de pares científicos. Esto no sólo es fundamental para la formación del nuevo investigador, sino para visibilizar la investigación en el doctorado y permitir que la investigación pueda crecer con la crítica de la comunidad científica. Por esto el programa de doctorado promueve la participación de

sus estudiantes en conferencias y eventos de alto nivel científico, al igual que la publicación temprana de sus resultados en eventos y publicaciones calificadas que sometan los trabajos a revisión de pares.

El doctorado reconoce los problemas sobre la medición de productividad y calidad en la investigación científica y es consciente de que en la actualidad no existe un modelo que permita cierto grado de certidumbre en estas mediciones. Por ejemplo, es claro que los índices para la medición de revistas y conferencias tienen problemas que afectan los resultados de las mediciones realizadas, y es claro que éstas no se generalizan a todos los campos de la ciencia, como se puede ver, por ejemplo, en el estudio realizado en Larsen (2010). Aceptando las limitaciones de los sistemas de medición tanto nacionales como internacionales, el doctorado promueve la publicación de trabajos en eventos y revistas de primer nivel con un alto *ranking* en los sistemas de indexación pero, consciente de la dinámica científica y la aparición de nuevas revistas y eventos científicos, declara la autonomía de los investigadores del doctorado para decidir cuáles son los mejores destinos en cuanto a calidad y cobertura para la publicación de resultados de los estudiantes de doctorado. El criterio último que prima en la evaluación del trabajo del estudiante no es la indexación de sus trabajos sino la evaluación crítica que realizan los pares investigadores, evaluadores externos y profesores del doctorado.

10.9 Énfasis en investigación en el programa curricular

El estudiante y su director de tesis deberán diseñar un currículo acorde con las necesidades del estudiante. Este currículo podrá reforzar los temas básicos en los que el estudiante considere que tiene falencias teóricas o experimentales; sin embargo, el currículo deberá incluir materias de carácter avanzado en la cuales el componente de trabajo autónomo e investigativo del estudiante sea considerable.

Las materias de nivel de posgrado en la Escuela buscan no sólo impartir conocimiento del estado del arte de una disciplina sino promover la experimentación y apropiación del conocimiento autónomo por parte del estudiante. Así, las materias de posgrado tienen un componente importante de investigación con el que conducen al estudiante a explorar el estado del arte, proponer mejoras o críticas, crear experimentos que validen o contradigan sus propuestas con respecto al estado del arte y comunicar de forma oral y escrita los resultados de su investigación.

Este énfasis transversal en investigación en las materias de posgrado estimula el entrenamiento implícito en el método investigativo y ayuda a formar una disciplina científica en los estudiantes de doctorado de la Escuela.



**Énfasis en investigación
para formar una disciplina científica
en los estudiantes del doctorado
de la Escuela**

10.10 Propuesta de tesis

Se impulsa al estudiante a buscar un tema de investigación desde el principio del doctorado. La propuesta de tesis se constituye en un ejercicio indispensable para continuar en el proceso de formación doctoral. Para elaborar la propuesta, el estudiante colabora con los profesores del programa y con su director de tesis con el propósito de definir el tema de investigación de su tesis doctoral.

La propuesta de tesis describe de manera amplia y completa los intereses de investigación del estudiante y su visión actual de las contribuciones que desarrollará en su investigación. Concretamente, cuenta con al menos los siguientes componentes, con algunas variaciones dependiendo del área de estudio:

1. Planteamiento del problema que se estudiará y de su contexto. En general, deberá incluir una justificación de la relevancia del problema en un contexto teórico o de investigación aplicada.
2. Revisión completa de la literatura pertinente para el contexto del problema. Debe mostrar que la bibliografía del campo de estudio se ha revisado a cabalidad, y que las ideas planteadas se construyen a partir de las ideas y aportes de investigaciones previas.
3. Planteamiento del diseño del estudio propuesto y de las posibles contribuciones en el mismo, que debe incluir:
 - Contexto general de la propuesta.
 - Marco teórico de la propuesta.
 - Hipótesis o pregunta de investigación.
4. Si es aplicable, la propuesta debe incluir una solicitud de aprobación del comité de ética para realizar experimentos en seres humanos o seres vivos en general.

La propuesta de tesis se defenderá públicamente ante el comité designado por el programa de doctorado. Esta defensa constituirá una evaluación para el estudiante: le permitirá ejercitar sus habilidades como expositor y recibir retroalimentación sobre el planteamiento del problema y el diseño del estudio propuesto.



10.11 Pasantía en el exterior

La pasantía en el exterior constituye la primera experiencia internacional del estudiante de doctorado en laboratorios, grupos, centros, institutos de investigación diferentes de los grupos de la Escuela. Adicionalmente, es una oportunidad para concretar colaboraciones efectivas para la publicación de artículos de investigación y el intercambio de nuevas ideas en el campo de estudio.

Durante la pasantía, el estudiante de doctorado continuará su investigación y colaborará con los investigadores del equipo externo para desarrollarla y profundizar en los conocimientos de su área.

10.12 Seminarios de investigación

Con el propósito de fortalecer al estudiante de doctorado en las metodologías de investigación, la Escuela implementará los seminarios de investigación como espacios de interacción de los doctorandos, investigadores y profesores del programa. En estos seminarios se presentarán al estudiante métodos de investigación y temas de vanguardia en la investigación en la disciplina de la ingeniería. Los seminarios buscan aportar en la formación de temas transversales a los de trabajo en el doctorado o aportar en la discusión de nuevas tendencias y temas de frontera. La elección de seminarios es responsabilidad del estudiante de doctorado y de su tutor de investigación.

11 Soporte financiero para estudiantes de doctorado

Por la naturaleza de su estructura curricular, administrativa y económica, el Programa de Doctorado en Ingeniería (a diferencia de los de pregrado, especializaciones y maestrías) cuenta con una configuración financiera especial. Esto quiere decir que, antes de iniciar sus estudios en la Escuela, cada estudiante de doctorado debe haber definido opciones de apoyo financiero, por ejemplo:

1. Becas tipo Colciencias.
2. Apoyo financiero por parte de la Escuela – cofinanciación con otras entidades.
3. Apoyo de la Escuela y recursos propios del estudiante.
4. Costos a cargo del estudiante.



INFORMACIÓN Y CONTACTO

Doctorado en Ingeniería

doctorado.ingenieria@escuelaing.edu.co

Línea nacional gratuita [018000112668](tel:018000112668) • *Contact center*: +57(1) 668 3600 Exts. 164-147

Bogotá, D.C., Colombia



ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO