



**Universidad
del Valle**



Proyecto Educativo de Programas -P.E.P.

*Programa Académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y
Electrónica*

CONSEJO SUPERIOR

Clara Luz Roldán González

*Gobernadora del Departamento del Valle del Cauca
Presidente del Consejo Superior*

Karen Yirleth Grisales Rivera

Representante Presidente de la República

Ana Carolina Quijano Valencia

Delegada de la Ministra de Educación Nacional

Jesús Alberto Hernández Silva

Representante Directivos Académicos

Leonor Cuellar Gómez

Representante Profesoral

Laura Isabel Vera Zapata

Representante Estudiantil

Rafael Isidro Rodríguez Umaña

Representante de los Egresados

Oscar Isaza Benjumea

Representante Sector Productivo

Óscar Rojas Rentería

Representante Ex-Rectores

Edgar Varela Barrios

Rector

Luis Carlos Castillo Gómez

Secretario General

CONSEJO

Edgar Varela Barrios
Rector

Liliana Arias Castillo
Vicerrectora Académica

Rubén Darío Echeverry Romero
Vicerrector Administrativo

Héctor Cadavid Ramírez
Vicerrector de Investigaciones

Guillermo Murillo Vargas
Vicerrector de Bienestar Universitario

Fátima Díaz Bambula
Vicerrectora de Extensión y Proyección Social

Jesús Alberto Hernández Silva
Decano de la Facultad de Salud

Johannio Marulanda Casas
Decano de la Facultad de Ingeniería

Cristian David Chamorro Rodríguez
Decano de la Facultad de Artes Integradas

Darío Henao Restrepo
Decano de la Facultad de Humanidades

Inés María Ulloa Villegas
Decana de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas

José Raúl Quintero Henao
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas

ACADÉMICO

Omar de Jesús Montilla Galvis
Decano de la Facultad de Ciencias de la Administración

Javier Fayad Sierra
Decano de la Facultad de Educación y Pedagogía

Nelson Molina Valencia
Decano de la Facultad de Psicología

Raquel Ceballos Molano
Decana de la Facultad de Derecho y Ciencia Política

Luis Aurelio Ordoñez Burbano
Representante Profesoral

Roberto Lucien Larmat González
Representante Profesoral

María Guadalupe Flórez Narváez
Representante Estudiantil Principal

Victoria Pereira Cunha
Representante Estudiantil Principal

Diana Marcela Rengifo Arias
Representante Directores Programas Académicos

Maira Alexandra Prieto Padilla
Jefe de la Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional

Edwin Arango Espinal
Director de Regionalización (E)

Luis Carlos Castillo Gómez
Secretario General

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

Dirección de Autoevaluación y Calidad Académica

Claudia María Payán Villamizar
Directora

Harold Manzano Sánchez
Subdirector

FACULTAD DE INGENIERÍA

Johannio Marulanda Casas
Decano

Beatriz Eugenia Florián Gaviria
Vicedecana Académica

Joao Luis Ealo Cuello
Vicedecano de Investigaciones y Posgrado

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA (EIEE)

Ferley Castro Aranda
Director de Escuela

Esteban Emilio Rosero García
*Director del Programa de Posgrados
en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*

COMITÉ DEL PROGRAMA DE POSGRADOS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Ferley Castro Aranda

Esteban Emilio Rosero García

Martha Lucía Orozco Gutiérrez

Oscar Polanco Sarmiento

Jairo Arcesio Palacios Peñaranda

Álvaro Bernal Noreña

COMITÉ DE MODIFICACIÓN Y RENOVACIÓN DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Esteban Emilio Rosero García

Edinson Franco Mejía

Carlos Arturo Lozano Moncada

Humberto Loaiza Correa

Jaime Velasco Medina

Jairo Arcesio Palacios Peñaranda

Álvaro Bernal Noreña

Oscar Polanco Sarmiento

Ferley Castro Aranda

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	5
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	6
1.1 INFORMACIÓN GENERAL	6
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	8
1.2 JUSTIFICACIÓN	10
1.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	11
2. PROPÓSITO Y PERTINENCIA DEL PROGRAMA ACADÉMICO	12
2.1 MISIÓN	13
2.2 VISIÓN	13
2.3 OBJETIVOS	14
2.4 PERFIL DE EGRESO	14
2.5 PERFIL OCUPACIONAL	15
2.6 PROSPECTIVA	15
3. ORGANIZACIÓN Y ESTRATEGIA CURRICULAR	16
3.1 LINEAMIENTOS INSTITUCIONALES DEL CURRÍCULO	16
3.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS	19
3.4 ENFOQUE PEDAGÓGICO	28
3.5 ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS	28
4 ARTICULACIÓN CON EL MEDIO	30
4.1 PASANTÍAS DE INVESTIGACIÓN	31
4.2 INVESTIGACIÓN	31
4.3 MOVILIDAD ACADÉMICA	33
4.4 RELACIÓN CON LOS EGRESADOS	35
5 BIBLIOGRAFÍA	37

PRESENTACIÓN

El Proyecto Educativo del Programa (PEP) de pregrado y posgrado establece la identidad del mismo y funciona como guía para orientar las acciones formativas en el marco misional de la Universidad. El PEP hace parte de la estructura institucional en el cual se expresan las características generales, los propósitos y pertinencia social, la organización curricular y las relaciones con el medio.

La participación es uno de los principios del Proyecto Educativo Institucional de la Universidad del Valle. Por lo tanto, la construcción del PEP debe involucrar a los distintos actores del programa académico tales como profesores, estudiantes, egresados y personal administrativo. Mediante el diálogo, los actores determinan el sentido y la pertinencia de la formación a la cual se aspira, así como las estrategias que facilitan el cumplimiento de los objetivos del programa y del perfil de egreso. Es fundamental reconocer el contexto en el que se inscribe el programa, sus dinámicas y sus relaciones sociales, políticas y culturales. En tal sentido la construcción y revisión del PEP debe reconocer las demandas, necesidades y potencialidades del entorno para sustentar los procesos formativos, investigativos y de proyección social.

El PEP es un documento dinámico y de reflexión continua, que le permite al programa académico reconocer su historicidad, su relación con el entorno, sus objetivos de formación, los enfoques disciplinares, curriculares y pedagógicos, para la concreción de los resultados de aprendizaje, de investigación y de proyección social. El PEP sustenta la manera cómo el programa académico se compromete con el desarrollo de la región, la conservación y el respeto del medio ambiente y la construcción de una sociedad más justa y democrática, tal como lo define la misión de la Universidad del Valle.

El PEP debe ser periódicamente revisado con el fin de examinar si sus fundamentos y procesos siguen siendo pertinentes frente a las realidades del contexto, a los lineamientos institucionales y las normativas vigentes. Los procesos de autoevaluación del programa son momentos propicios para realizar su actualización. El Comité del Programa de Posgrados de la Facultad avala la creación y actualización de los PEP por solicitud del comité del programa académico respectivo.

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el proyecto educativo del programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica desde la normatividad institucional y las orientaciones de la Vicerrectoría Académica. En su construcción se contó con la participación del *Comité de modificación y renovación del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*, adscrito a la Facultad de Ingeniería.

El PEP está organizado en cuatro apartados. En el primero se presenta la identidad y las características generales del programa académico: información general, reseña histórica, justificación y fundamentos teóricos. En el segundo se presentan los propósitos y pertinencia del programa académico: misión, visión, objetivos y perfiles. En el tercero se describe la organización y la estrategia curricular: lineamientos curriculares, plan de estudios, enfoques y estrategias pedagógicas y metodológicas y evaluación. El último apartado corresponde a la articulación con el medio: movilidad estudiantil, prácticas y pasantías, articulación con la investigación y con los egresados.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

El programa académico Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, adscrito a la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, se desarrolla en la(s) sede(s) Meléndez y busca contribuir al desarrollo social y productivo mediante la formación de investigadores a nivel doctoral para impulsar desarrollos en el campo de la ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática, capaces de desarrollar proyectos de investigación, innovación o desarrollo tecnológico considerando aspectos éticos y normativos, de generar nuevo conocimiento y proponer soluciones innovadoras y sostenibles. El doctorado se estructuró acorde a los estándares internacionales y busca que el egresado esté en capacidad de participar y liderar proyectos de desarrollo científico y tecnológico en el contexto regional, nacional o internacional.

1.1 Información general

Tabla 1. Características específicas del programa

CAMPO SACES – NO MODIFICAR					
Información básica del programa					
Nombre del programa	Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica				
El programa está adscrito a	Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica				
Título que otorga el programa	Doctor en Ingeniería Eléctrica y Electrónica				
Nivel académico de posgrado	Doctorado				
SNIES	106464				
Registro calificado único (marcar con una equis)	Si		No	X	
Lugar de desarrollo vigente (marcar con una equis)	Departamento	Valle		Municipio	Cali
Periodicidad de admisión al programa	Semestral				
Jornada de ofrecimiento	Diurna				
Tiempo de dedicación del estudiante al programa	Tiempo completo				
Cupo máximo de estudiantes aprobado por el MEN	20				
Duración estimada del programa	Cuatro (4) años				
Vigencia del lugar de desarrollo	27/01/2024				
Modalidad	Presencial				
Campo Amplio	Ingeniería, Industria y Construcción				
Campo Específico	Ingeniería y profesiones afines				
Campo Detallado	Electricidad y energía Electrónica y automatización				
Creación del programa					
Norma interna de creación del programa (Consejo Superior)	Resolución N° 092 del 25 de noviembre de 2016 expedida por Consejo Superior				

CAMPO SACES – NO MODIFICAR										
Documento interno de creación de la estructura curricular (Consejo Académico)					Resolución N° 146 del 17 de noviembre de 2016 expedida por Consejo Académico					
Créditos del programa										
Se modifica créditos del programa (marcar con una equis)					Si	X	No			
Cuáles son los créditos del nuevo cambio					102					
Cubrimiento del programa					Principal				Convenio	
Convenio					N.A.					
					Fecha inicio	N.A.		Fecha fin	N.A.	
En caso de convenio responder:					Nacional	N.A.		Internacional	N.A.	
					País	N.A.		Ciudad	N.A.	
Nombre de la institución en convenio					N.A.					
Dirección de la infraestructura física					N.A.					
Correo electrónico					N.A.					
Tipo de titulación					Doble titulación	N.A.		Conjunta	N.A.	
Título que otorga					N.A.					
Acreditada					Si	N.A.		No	N.A.	
Fecha inicio					N.A.					
Fecha fin					N.A.					
Acreditación en alta calidad										
Programa con acreditación en alta calidad (marcar con una equis)					Si			No	X	
Número de la Resolución de Alta Calidad del Programa					N.A.					
Fecha de la Resolución de Alta Calidad del Programa					N.A.					
Vigencia Acreditación en Alta Calidad del Programa (Número de años)					N.A.					
Fecha de inicio de la vigencia de la Acreditación en Alta Calidad del Programa					N.A.					
Fecha de Fin de la vigencia de la acreditación en Alta Calidad del Programa					N.A.					
Idiomas										
¿El programa tiene requisitos de idioma para el ingreso de estudiantes? (marcar con una equis). En caso de que la respuesta sea positiva responder idioma y nivel, en caso contrario colocar N.A.					Si		No	X	Idioma	
									Nivel	
¿El programa tiene requisitos de idioma para el egreso de estudiantes? (marcar con una equis). En caso de que la respuesta sea positiva responder idioma y nivel, en caso contrario colocar N.A.					Si	X	No		Idioma	Inglés
									Nivel	B2

1.1 Reseña histórica

El Programa de Posgrados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, nace a raíz de la convocatoria de principio de los años ochenta del Programa ICFES-BID, de apoyo a la creación de planes de estudio de Posgrado con énfasis en actividades investigativas.

El programa inicia con la creación de una Maestría en Sistemas de Generación de Energía Eléctrica, por considerar que esta era un área de poco desarrollo teórico e investigativo en el país. Fue aprobada por el Consejo Superior de la Universidad, mediante Resolución 071 de mayo 21 de 1984 y en diciembre 13 de 1984, el ICFES le concedió autorización de funcionamiento, con lo que en el primer semestre de 1985 se realizaron procesos de difusión, inscripciones y admisiones.

El PPIEE siguió creciendo gracias a la creación de los Planes de Especialización en Computadores y Sistemas Digitales, y la Especialización en Redes de Comunicación, los cuales fueron aprobados por el Consejo Superior de la Universidad del Valle mediante Resolución 094 de junio de 1985 y autorizados por el ICFES para funcionar, mediante el Acuerdo 295 de diciembre de 1985. La Especialización en Computadores y Sistemas Digitales recibió sus primeros estudiantes en 1989, mientras que la Especialización en Redes de Comunicación inició en 1991. La Especialización en Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica fue aprobada por Resolución 144, de octubre de 1988, del Consejo Académico de la Universidad, y su funcionamiento fue aprobado por el ICFES, mediante Acuerdo 016 de 1990, año en el cual inicio labores esta Especialización.

Por último, mediante los Acuerdos ICFES Nos. 191 y 192 de septiembre de 1992, fue autorizado el funcionamiento de los Planes de Maestría en Automática y la Especialización en Automatización Industrial, los cuales iniciaron labores en 1993.

En 1998 el Ministerio de Educación Nacional aprobó el Programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad del Valle mediante Resolución No. 2419 del 13 de Julio y que fue registrado en el ICFES bajo el No. 78103. El doctorado inicio sus actividades con dos áreas de énfasis: en Computación y en Ingeniería Eléctrica y Electrónica. En el año 2002, se llevó a cabo el proceso de actualización de las maestrías de la facultad de ingenierías y el doctorado en ingenierías ante la Comisión Nacional de Maestrías y Doctorados, según el Decreto 0916 del 22 de mayo de 2001. Como resultado de este proceso se recomendó la creación de un programa de maestría genérico que obtuvo su autorización mediante el Resolución 057 de Septiembre 17 de 2002 del Consejo Superior; simultáneamente, se adelantó el trámite de creación de la Maestría en Ingeniería Electrónica, la cual finalmente se aprobó como área de énfasis de la maestría en ingeniería, mediante Resolución 2930 del 16 de diciembre de 2002 del ICFES y Resolución 141 del 17 diciembre de 2002 del Consejo de Facultad de Ingeniería (Resolución 585 de marzo 2 de 2004 del Ministerio de Educación Nacional, por la cual se adiciona a la Resolución 2930 de 18 de diciembre de 2002, autorizando la nueva área de énfasis en Ingeniería Electrónica en la Maestría en Ingeniería). Con esta nueva área de énfasis, el Programa de Posgrados

en Ingeniería Eléctrica y Electrónica tiene tres (3) énfasis de la Maestría en Ingeniería: énfasis en Ingeniería Eléctrica, énfasis en Ingeniería Electrónica y énfasis en Automática.

En el año 2010 por Resolución 078 de noviembre 26 (Anexo A22), se modifica la Resolución previa, la No. 022 de marzo 25 de 1992 y se actualizan las áreas de énfasis del Programa de Doctorado aumentando de dos a ocho énfasis, consolidándose de facto como un Programa de Doctorado genérico adscrito a la Facultad de Ingeniería. En el año 2011 por Resolución 3829 del 11 de mayo del MEN, se recibió la renovación del Registro Calificado de sus 8 áreas de énfasis por un tiempo de 8 años.

A raíz del proceso de renovación de registro calificado del Doctorado en Ingeniería y la posterior autoevaluación llevada a cabo por el énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el 2012, con el objetivo de presentarse al escrutinio por parte de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP), proceso del cual obtuvo una mención de honor, se generó un plan de mejoramiento orientado a acrecentar las estructuras académico/administrativas que dan soporte al énfasis y que ha servido como guía para el seguimiento, ajustes y fortalecimiento del mismo. Una de las metas consiste en atender una de las recomendaciones hechas por los pares evaluadores de la AUIP de constituirse como un Programa de Doctorado Específico a fin de “separar las líneas de énfasis pertenecientes a la EIEE de la concepción genérica del Programa”.

Finalmente, en el año 2014, el Programa Doctorado de la Facultad de Ingeniería emprende acciones encaminadas a lograr la acreditación de alta calidad, la cual le fue otorgada el 19 de agosto de 2015 mediante resolución No. 12746 por un período de diez años, el cual es el máximo período que el MEN acredita a programas académicos e instituciones. Durante este proceso de acreditación en el mismo año 2014 se inicia el proceso de creación del Programa de Doctorado específico atendiendo las sugerencias de los evaluadores de la AUIP, en el cual participaron en el comité de autoevaluación del Programa según quedó consignado en el documento de creación los profesores Álvaro Bernal Noreña, Humberto Loaiza Correa, Esteban Emilio Rosero García y Jairo Palacios Peñaranda, profesores de cada uno de los énfasis que conformarían el nuevo Programa.

El programa de Doctorado específico en Ingeniería Eléctrica y Electrónica (DIEE) quedaría adscrito al Programa de Posgrados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, y sería la respuesta fundamentalmente a tres recomendaciones: la primera consistió en la sugerencia expresada por los pares académicos de la AUIP en el proceso de escrutinio, de independizar cada uno de los énfasis del Programa de Doctorado genérico, la segunda provino de directrices institucionales que apuntaban a la separación de los énfasis y la tercera buscaba mejorar indicadores institucionales aumentando la visibilidad de la Universidad y la Escuela en materia de oferta de Programas de Doctorado.

El Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica después de satisfacer todos los requerimientos institucionales fue creado por el Consejo Superior mediante la Resolución No. 092 de noviembre 25 de 2016, bajo el objetivo de formar profesionales aptos para desempeñarse en las ramas de la ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática, con un alto nivel de conocimiento, rigor

intelectual, curiosidad científica y creatividad, capaces de ser autónomos intelectualmente y competitivos a nivel internacional, que lleven a cabo actividades de investigación que permitan avanzar el conocimiento en los campos mencionados, proponiendo soluciones innovadoras a problemas nacionales y regionales.

Al momento de su origen, el programa se proyectó a ser reconocido a nivel regional/nacional/internacional como un programa de posgrado con estándares de calidad internacionales, capaz de formar investigadores con capacitados al más alto nivel para desempeñar actividades que contribuyan al desarrollo regional, nacional e internacional. El programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica se ha caracterizado en medio de la oferta universitaria por el desarrollo de proyectos de investigación, así como por su enfoque y líneas de acción en investigación en alta tensión, control industrial, percepción y sistemas inteligentes, conversión de energía, bionanoelectrónica, arquitecturas digitales y microelectrónica, sistemas de hidrogenación.

Durante su trayectoria el programa ha contribuido en el fortalecimiento de la Universidad del Valle a través de un importante trabajo interdisciplinario y en red con enfoque de región a través de proyectos de investigación que impactan de diferentes formas a la comunidad. Estos proyectos han permitido abordar diferentes problemáticas en un espectro de campos muy amplio que incluye trabajos orientados a optimizar la prestación del servicio eléctrico en la región, el uso de la robótica en terapias e intervenciones médicas, la detección de minas antipersonas en el marco de la transición que vive el país, la participación en procesos médicos para personas con problemáticas cardiovasculares, la rehabilitación de la marcha humana, el apoyo para generar mejoras en el sector industrial de la región y la construcción de didácticas de aprendizaje en campos específicos del conocimiento.

1.2 Justificación

Los procesos de globalización exigen que, al desaparecer las fronteras, los desarrollos deben ponerse al alcance de la crítica internacional. Estas consideraciones se aplican también al contexto educativo requiriéndose para el desarrollo de los programas de doctorado en Colombia, definir e implementar políticas y estrategias de cooperación académica internacional.

El Programa de Posgrados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica y los grupos de investigación que sustentan la plataforma de investigación del Programa de Doctorado en IEE, se han caracterizado por su liderazgo en las líneas del conocimiento propias de la gran área de energía y por su fuerte interacción por ejemplo con el sector de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica (Grupos Gralta y Convergía). Sus aportes en el sector industrial trascienden a nivel internacional, con investigaciones sobre todo en los temas relacionados con los transformadores de energía eléctrica y los sistemas asociados; la eficiencia energética y las máquinas usadas para la transformación de la energía. Igualmente se distingue el Grupo PSI que trabaja temas puntuales de los sistemas inteligentes y bioinspirados, temas de robótica móvil y visión artificial, su trabajo ha sido reconocido nacionalmente y tiene interacción con otros grupos nacionales como internacionales. El

Grupo de investigación en Control industrial, se caracteriza por su trabajo en la generación de soluciones asociadas a las necesidades de automatización de procesos del sector industrial, sus trabajos se han caracterizado por ser multidisciplinarios, se identifican investigaciones conjuntas con grupos de Ingeniería de Alimentos, de Ingeniería Civil y Geomática. Los grupos de Bionanoelectrónica, y de Sistemas Digitales y Microelectrónica abordan temas de investigación poco visibles para la comunidad nacional por el poco desarrollo de su industria, pero de alta importancia y vigencia en el entorno académico mundial (criptografía, domótica, sistemas embebidos, bio-electrónica, comunicaciones móviles, laboratorios remotos etc.).

Desde el punto de vista de los requerimientos educativos del país, el Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica responde a las exigencias del Ministerio de Educación Nacional y a las del Consejo de Educación Superior (CESU) que resaltan la importancia de la formación doctoral y la necesidad de creación de nuevos programas Doctorales en el país. La relevancia de la formación doctoral en los énfasis de la Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y Automática, no sólo ha sido reconocida por entidades como el ICFES y MINCIENCIAS, también hace parte de las políticas y estrategias de desarrollo económico y social y se inscribe dentro de los programas de Ciencia y Tecnología que promueve el Estado Colombiano. De otro lado la creación del Programa específico obedece a las líneas de acción contempladas por los planes de desarrollo tanto institucionales como de la misma Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y su Programa de Posgrados.

1.3 Fundamentos teóricos

A lo largo de su trayectoria académica, el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica ha basado su trabajo en los campos disciplinares de la ingeniería eléctrica, electrónica y automática. Cada uno de ellos se encuentra sólidamente definido en lo que se refiere a su rango de acción y alcance. Así, el primero de ellos engloba la integración de los campos físico y matemático para la creación y diseño de sistemas y equipos de transmisión, distribución y generación de energía eléctrica. Por su parte, la rama de la electrónica se ocupa de la aplicación práctica de la electricidad, los circuitos y sistemas eléctricos, y el equipamiento que surja de ellos. De esta forma, esta rama de la ingeniería se orienta hacia el diseño, la ejecución y la creación de servicios acordes a las necesidades específicas de la sociedad. Finalmente, la automática se fundamenta en el uso de elementos sistemáticos que se relacionan con otro tipo de aplicaciones de la tecnología de la información, enfocados al diseño de sistemas de control industrial de maquinaria, procesos o sistemas.

A partir de estos conceptos teóricos claramente definidos y fundamentados, el programa académico sustenta su accionar a partir de la orientación de las diferentes líneas investigativas de los grupos de investigación que sirven de plataforma para el mismo. Éstas incluyen elementos centrales para el desarrollo del doctorado tales como son la conversión de energía y las redes de comunicaciones. El primer concepto de estos engloba todos los aspectos relacionados con la transformación de energía, tales como la rentabilidad, la eficacia y el rendimiento. Respecto al segundo, el trabajo se enmarca en

el campo de las tecnologías de la información y la comunicación, y las redes de comunicaciones de proveedores al servicio de internet.

Así, están incluidos conceptos relacionados al control electrónico de potencia, de sistemas biológicos, de la industria y la educación en ingeniería; el análisis del comportamiento, operación y los aspectos regulatorios de los sistemas de potencia, el análisis y la aplicación de campos electromagnéticos, los transformadores, equipos y materiales en sistemas eléctricos; la maquinaria eléctrica, los sistemas de generación de energía eléctrica, la movilidad eléctrica, la generación de energía eléctrica con fuentes alternas y eficiencia energética en sistemas eléctricos; el diseño de circuitos electrónicos a partir de hardware reprogramable, los laboratorios remotos para la enseñanza en la educación superior, el diseño de circuitos de bajo consumo y alto desempeño y los sistemas embebidos; las tecnologías de la información y las comunicaciones; la aritmética computacional, la biomedicina, los bionanosistemas, la computación cuántica y la ciberseguridad basada en la criptografía; la arquitectura y concepción de sistemas inteligentes, la percepción artificial y la robótica avanzada, la inteligencia computacional, el procesamiento digital de señales y visión artificial, el reconocimiento de patrones y las redes eléctricas inteligentes.

La malla curricular refleja a través de los espacios formativos, la importancia de formar investigadores con capacidad de extender las fronteras del conocimiento, explorando teorías, modelos, conceptos, nociones y aproximaciones de la actividad investigativa, para la ejecución de proyectos de desarrollo científico y tecnológico. Las diversas líneas de investigación presentes en el Programa Académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica permiten énfasis en ingeniería eléctrica, electrónica, automática o de comunicaciones, teniendo presente la aplicación del método científico, y partiendo de una fundamentación en conceptos de física y matemáticas con el objetivo de diseñar sistemas y equipos para la generación, el transporte, la distribución, el almacenamiento, procesamiento y uso de la energía eléctrica.

2. Propósito y pertinencia del programa académico

El Programa Académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica asume los principios de formación institucionales de la Universidad del Valle definidos en el Anexo 2 del Acuerdo No. 025 de 2015:

- La formación integral como principio fundamental del proceso formativo.
- La flexibilidad académica, pedagógica, curricular y administrativa.
- El respeto por lo público, la convivencia, la solidaridad, y la democratización de los conocimientos, los saberes y las culturas.
- El reconocimiento de la diversidad del contexto institucional y de los actores que participan del proceso formativo.

En cuanto a los propósitos, el Programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica en concordancia con los propósitos de formación institucionales de la Universidad del Valle definidos en el Artículo 26 del Acuerdo No. 025 de 2015, considera los siguientes propósitos:

- I. Formar doctores íntegros, conscientes de la realidad y responsables con su entorno ambiental.
- II. Fomentar en los estudiantes el pensamiento crítico, creativo y sistémico, así como el aprendizaje autónomo y permanente.
- III. Propiciar espacios para fortalecer las prácticas investigativas y de proyección social-extensión en la formación.
- IV. Propiciar espacios que favorezcan la creatividad, la construcción de identidad, el sentido de pertenencia con la Universidad, el desarrollo de la sensibilidad frente al entorno.
- V. Fomentar el aprendizaje para gestionar la información y el conocimiento, el aprendizaje colaborativo y la comunicación con lenguaje visual, mediados por las TIC y otras estrategias o herramientas.
- VI. Estimular en los estudiantes el interés en lengua materna y otras lenguas y en su dominio, enriqueciendo sus capacidades expresivas orales y escritas y de comprensión.
- VII. Estimular una actitud reflexiva, crítica, propositiva, abierta, flexible y una disposición hacia el trabajo con personas de otras disciplinas y saberes, procurando el desarrollo libre, autónomo y responsable de los estudiantes.
- VIII. Promover el trabajo intelectual, el mejoramiento y la cualificación de las prácticas de estudio en los estudiantes, la conformación de equipos de profesores y la realización de actividades que contribuyan a despertar el interés por la cultura académica.
- IX. Favorecer la relación teoría-práctica a lo largo de los ciclos, mediante la revisión de las formas de interacción con el conocimiento, las modalidades pedagógicas y los métodos de trabajo.

2.1 Misión

La misión del Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica es: Formar investigadores a nivel de doctorado en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica o Automática con un alto nivel de conocimiento, rigor intelectual, curiosidad científica, creatividad, autonomía y competitivos a nivel nacional e internacional, que lleven a cabo actividades de investigación teórica o aplicada, para proponer soluciones innovadoras y sostenibles a los problemas de ingeniería, y con capacidades para el trabajo en equipo y la comunicación asertiva en proyectos e iniciativas en áreas como ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática, a través de metodologías activas centradas en el estudiante basadas en un modelo pedagógico para el logro de Sensibilidades, Capacidades y Competencias.

2.2 Visión

La visión del programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica es continuar siendo un referente de formación científica a nivel nacional, pertinente y actualizado, y en cinco años

alcanzar el reconocimiento internacional como líder en generación de conocimiento en las áreas de ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática. Lo anterior cumpliendo estándares de calidad, generando soluciones innovadoras y aportando egresados a la sociedad con capacidad investigativa para desempeñarse en diferentes organizaciones y sectores.

2.3 Objetivos

De acuerdo con la Misión y la Visión de la Universidad del Valle, el programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica tiene como objetivos:

Objetivo General

Formar investigadores a nivel doctoral en las ramas de la ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática con un alto nivel de conocimiento, rigor intelectual, curiosidad científica, creatividad, autonomía y competitivos a nivel nacional e internacional, que lleven a cabo actividades de investigación teórica o aplicada, para proponer soluciones innovadoras y sostenibles a los problemas de ingeniería en su área de conocimiento, que permitan extender las fronteras del conocimiento.

Objetivos específicos

- Proporcionar al estudiante las herramientas que le permitan apropiarse y generar nuevos conocimientos en el área de investigación a partir de la revisión del estado del arte y la aplicación del método científico
- Formar doctores con capacidad para desarrollar actividades y proyectos de investigación, innovación o desarrollo tecnológico en su área de conocimiento, considerando aspectos éticos y normativos, con la posibilidad de incluir aspectos interdisciplinarios
- Formar investigadores para resolver problemas desde el enfoque de la ingeniería en su área de conocimiento, de manera creativa, autónoma e innovadora
- Formar doctores capaces de transferir y comunicar asertivamente en forma oral y escrita, conocimientos o resultados de investigación a la comunidad académica, empresarial y la sociedad en general

2.4 Perfil de egreso

El(la) Doctor(a) en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle, tendrá las capacidades y competencias específicas descritas a continuación:

Capacidades:

- Cp1. Generar nuevos conocimientos en el área de investigación a partir de la revisión del estado del arte y la aplicación del método científico

- Cp2. Comunicar asertivamente en forma oral y escrita a la comunidad académica, empresarial y la sociedad en general, conocimientos o resultados de investigación
- Cp3. Aplicar métodos de investigación para resolver problemas desde el enfoque de la ingeniería, de manera creativa, autónoma e innovadora considerando críticamente la literatura científica de su área de conocimiento

Competencias:

- Cm2. Desarrollar proyectos de investigación, innovación o desarrollo tecnológico en su área de conocimiento, considerando aspectos éticos y normativos
- Cm3. Ejecutar actividades de investigación y desarrollo que consideran aspectos del dominio de investigación elegido, con la posibilidad de incluir elementos de investigación interdisciplinaria

2.5 Perfil ocupacional

El (La) Doctor(a) en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle podrá ejercer su actividad en entidades privadas y públicas en las áreas de ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática a nivel nacional e internacional, desempeñando cargos como:

- Administrador y gestor de proyectos de investigación
- Investigador en proyectos de desarrollo científico y tecnológico
- Asesor o consultor en entidades y organismos nacionales o internacionales dedicados a la generación de ciencia, tecnología, investigación e innovación
- Docente universitario a niveles de pregrado y posgrado liderando innovaciones en el desempeño y proyección académica
- Director, gerente o coordinador de dependencias públicas o privadas encargadas de elaborar e implementar planes, programas y proyectos estratégicos, en áreas tecnológicas, científicas e industriales

2.6 Prospectiva

Tras una evaluación de las necesidades y directrices que presenta la formación de profesionales en los campos disciplinares de la ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática, dentro de su marco social de acción y teniendo en cuenta las tendencias políticas, económicas, sociales, ambientales que la implican; el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica traza una ruta a futuro que responda a las problemáticas o retos que se prevén desde el hoy relacionados con los problemas de ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática.

El programa académico sostiene su compromiso frente a su contexto con el objetivo de continuar manteniendo su posición como referente de formación científica a nivel nacional, buscando

permanentemente el reconocimiento internacional como líder en generación de conocimiento con altos estándares de calidad y la generación de soluciones innovadoras que aporten soluciones reales a las problemáticas del contexto.

3. Organización y estrategia curricular

A continuación, se describen los lineamientos básicos del currículo, estructura del plan de estudios, desarrollo curricular, actualización del currículo y las estrategias pedagógicas del programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

3.1 Lineamientos institucionales del currículo

El Acuerdo 025 de 2015 del Consejo Superior plantea que es necesario incorporar la interdisciplinariedad, la complementariedad, la transversalidad, la flexibilidad, la integralidad y la evaluación como principios y condiciones metodológicas del trabajo académico.

El ciclo de fundamentación y profundización en el programa propende por la adquisición de conocimientos concernientes al análisis y la resolución de problemas que permitan establecer propuestas creativas acordes a las soluciones requeridas para las problemáticas de ingeniería elegidas en el marco del proyecto de investigación.

Durante el ciclo de investigación se atienden aspectos relacionados con la generación de nuevos conocimientos a partir de la revisión del estado del arte y la aplicación del método científico; el desarrollo de proyectos de investigación; la ejecución de actividades investigativas que pueden tener un carácter interdisciplinario; la aplicación de métodos de investigación con el objetivo de resolver problemas de ingeniería; la comunicación asertiva a nivel oral y escrito. Este ciclo está dividido en dos ejes: Investigación e Investigación Doctoral.

En el eje de Investigación el estudiante – en calidad de aspirante – adquirirá capacidades relacionadas con la clasificación de literatura científica, la realización de análisis comparativos para proponer escenarios de investigación, la argumentación crítica y el planteamiento de problemas de investigación que derivarán en la formulación completa de la propuesta de investigación doctoral que permita tener claridad en la hoja de ruta que guiará el trabajo investigativo.

Finalmente, durante el eje de Investigación Doctoral el estudiante – en calidad de Candidato – se capacitará en la generación de nuevos conocimientos a través mediante la realización de proyectos de investigación; la aplicación de una metodología específica para el desarrollo de dichos proyectos, y la aplicación de principios científicos con posibilidad de incluir otras disciplinas en la investigación; la aplicación de métodos cuantitativos y cualitativos y la gestión del proceso de diseño metodológico en todas sus fases; así mismo, tendrá competencias para utilizar modelos matemáticos y

computacionales, entendiendo sus limitaciones, con el objetivo de representar y analizar un problema investigativo; la evaluación del desempeño de las soluciones propuestas a través de diferentes metodologías; el empleo de recursos informáticos adecuados que permitan comunicar, publicar y divulgar, utilizando un lenguaje técnico-científico, los resultados de investigación obtenidos.

Por su parte, la formación se orienta hacia la fundamentación teórica y los campos de aplicación relacionados con la electricidad, la electrónica y la automatización, aplicando el método científico, y teniendo como fundamentación los conceptos de la física y las matemáticas para diseñar sistemas y equipos para generar, transportar, distribuir, almacenar, procesar y utilizar la energía eléctrica. La ingeniería eléctrica abarca un sinnúmero de disciplinas que incluyen la electrotecnia, la electrónica, los sistemas de control, el procesamiento de señales, la microelectrónica, las telecomunicaciones, etc. Sin embargo, dada la gran evolución que en los últimos años han tenido los sistemas y la industria electrónica, el término ingeniería eléctrica en la actualidad, no es suficiente para abarcar a la ingeniería electrónica, la que surge como una subdivisión de la misma. Al establecer esta diferenciación, se puede considerar a la ingeniería eléctrica como aquella rama que aborda las acciones descritas en el párrafo anterior, pero manejando señales de grandes órdenes de magnitud, en tanto que la ingeniería electrónica se considera como aquella que trabaja con pequeños órdenes de magnitud; en este rango se encuentran los sistemas de telecomunicaciones, el control y procesamiento de señales, el almacenamiento y procesamiento de la información a través de elementos semiconductores y circuitos integrados. La automatización, por su lado, consiste en el uso de la tecnología que la ejecución de tareas con un menor componente humano. Esto implica las soluciones robóticas, la automatización de sistemas industriales, los sistemas secuenciales aplicados al mando de sistemas o procesos, el diseño e implementación de estrategias de control, el análisis de sistemas de control lineal análogos y digitales, la selección de sensores y actuadores según las necesidades de los sistemas y procesos, entre otros.

La formación práctica se alcanza mediante tres componentes: laboratorios, simulaciones y trabajos de campo. A su vez, el aspecto técnico se atiende en relación con el trabajo desarrollado al interior de los grupos de investigación y cada una de las líneas de investigación que los componen. Esto incluye aspectos relacionados con el control electrónico de potencia, de sistemas biológicos, de la industria y la educación en ingeniería; el análisis del comportamiento, operación y los aspectos regulatorios de los sistemas de potencia, el análisis y la aplicación de campos electromagnéticos, los transformadores, equipos y materiales en sistemas eléctricos; la maquinaria eléctrica, los sistemas de generación de energía eléctrica, la movilidad eléctrica, la generación de energía eléctrica con fuentes alternas y eficiencia energética en sistemas eléctricos; el diseño de circuitos electrónicos a partir de hardware reprogramable, los laboratorios remotos para la enseñanza en la educación superior, el diseño de circuitos de bajo consumo y alto desempeño y los sistemas embebidos; las tecnologías de la información y las comunicaciones; la aritmética computacional, la biomedicina, los bionanosistemas, la computación cuántica y la ciberseguridad basada en la criptografía; la arquitectura y concepción de sistemas inteligentes, la percepción artificial y la robótica avanzada, la inteligencia computacional, el

procesamiento digital de señales y visión artificial, el reconocimiento de patrones y las redes eléctricas inteligentes.

Entendiendo que el panorama regional demuestra una necesidad de formar docentes universitarios y profesionales del sector productivo al más alto nivel científico y técnico, el programa asume la interdisciplinariedad del currículo como elemento central que permita la adquisición de conocimientos integrales en las diferentes especificidades temáticas del área de la energía. La estructura curricular permite que el estudiante curse asignaturas que presenten contenidos transversales a los diferentes énfasis, mediante los componentes de fundamentación avanzada y de profundización.

Del mismo modo, la interdisciplinariedad y la transversalidad se atienden durante el desarrollo de la tesis de grado de cada estudiante, pues la misma se realiza en el marco de la ejecución de proyectos internos de los grupos de investigación; las mismas necesidades que el trabajo de grado vaya indicando pueden llevar al estudiante a cursar asignaturas de otros énfasis que le permitan adquirir las competencias necesarias para culminarlo. Finalmente, las asociaciones tejidas entre los diferentes grupos de investigación asociados a la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, y grupos de otras instituciones del ámbito nacional e internacional, terminan por brindar elementos fundamentales de interdisciplinariedad al currículo.

En relación con el artículo 6 del Acuerdo 025 de 2015 del Consejo Superior, la formación ofrecida por el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica se vincula con la investigación y la proyección social-extensión mediante espacios académicos que permitan la posibilidad de realizar salidas de campo, en las cuales, los estudiantes se enfrentan a problemáticas y temáticas de manera directa, es decir, se ponen en contacto con el mundo real, y mediante la observación in situ adquieren una visión más crítica del problema para proponer posibles soluciones. Adicionalmente existen las pasantías en instituciones extranjeras de gran reconocimiento, en donde el estudiante compara y valida en laboratorios especializados los avances de su trabajo de investigación.

De otro lado se resalta la investigación formativa y la evaluación de sus estrategias de enseñanza y aprendizaje a través de procesos como:

- Las experiencias metodológicas de investigación apropiadas por los docentes en donde se aplican metodologías como, Aprendizaje Basado en Problemas –ABP-, aprendizaje basado en proyectos, metodologías activas donde el estudiante participa resolviendo interrogantes de las temáticas y las actividades de investigación que se desarrollan desde las asignaturas y desde la vinculación de los estudiantes a los proyectos de los grupos investigación.
- Asistentes de Docencia: Creado y modificado por las Resoluciones 008 de marzo de 1999, 048 de julio 9 de 2004 del Consejo Superior² (Anexo A31) y 056 de diciembre 14 de 2007 del Consejo Superior³ (Anexo A32). El PPIEE cuenta en la actualidad con un cupo de once asistencias de docencia que beneficiarían a los estudiantes del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

- Programa de Asistentes de Investigación: Creado y modificado por las Resoluciones 054 de junio de 1987 y 032 de septiembre 11 de 2009 del Consejo Superior⁴ (Anexo A33). Su número está ligado a la aprobación de proyectos de investigación en el período académico y a su duración.

Con las anteriores estrategias se busca fomentar que los estudiantes se vinculen a actividades y proyectos de investigación como parte fundamental de su formación académica y profesional.

El programa está estructurado en torno a los grupos de investigación. Los grupos de investigación se constituyen en el espacio donde los estudiantes desarrollan su investigación, reciben orientación, tutoría, financiación, apoyo en infraestructura, insumos, material bibliográfico. Los grupos de investigación que respaldan el Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica están registrados y escalonados por Colciencias, con trayectoria en investigación, financiados mediante el apoyo de instituciones nacionales e internacionales.

Los ciclos en los que se divide la propuesta curricular del programa se estructuran de la siguiente manera: el ciclo de fundamentación y profundización otorga el 19.6% de los créditos académicos requeridos, mientras el ciclo de investigación concede el 80.4%. Este último está dividido a su vez en dos ejes: el primer eje es el “Eje de formación en Investigación” que tiene lugar durante la etapa de Aspirante que cursa el estudiante, y contiene un total de 22 créditos distribuidos en 4 asignaturas (21.6%). Luego de presentar su propuesta de investigación doctoral, evaluada por un comité evaluador y el estudiante acceda a la etapa de Candidato, el estudiante comienza a cursar el “Eje de Investigación Doctoral” que contiene un total 60 créditos distribuidos en 5 asignaturas (58.8%).

3.2 Estructura del plan de estudios

Los lineamientos anteriormente referidos se organizan en el plan de estudios del programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, en un conjunto de experiencias académicas, pedagógicas e investigativas orientadas al desarrollo de capacidades, sensibilidades y competencias requeridas para atender las expectativas, necesidades y proyecciones de formación profesional y tecnológica de la región y el país en el campo de la ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática.

En búsqueda de ello, el programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica requiere un total de **102** créditos académicos mínimos como requisito parcial para optar por el título de Doctor(a) en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el plan de estudios del programa está estructurado para alcanzar tal cantidad de créditos en 8 semestres académicos.

En la tabla 2, se presenta la estructura curricular del programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica la cual se encuentra actualizada mediante la Resolución No. 218 de diciembre 01 de 2022 del Consejo Académico.

Tabla 2. Estructura curricular del programa académico Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Organización curricular	Asignaturas/ Componentes	No. créditos	Tipo de asignatura (Básica / Profesional / Electiva)	Prerrequisitos
Fundamentación y profundización	Asignatura de fundamentación I	4	Electiva	
	Asignatura de fundamentación II	4	Electiva	
	Asignatura de profundización I	4	Electiva	
	Asignatura de profundización II	4	Electiva	
	Asignatura de profundización III	4	Electiva	
Total eje de fundamentación y profundización		20		
Formación en Investigación	Seminario de investigación I	4	Obligatorio	
	Investigación I	6	Obligatorio	Seminario de investigación I
	Investigación II	6	Obligatorio	Investigación I
	Investigación III	6	Obligatorio	Investigación II
Total eje de investigación		22		
Investigación doctoral	Investigación doctoral I	12	Obligatorio	Investigación III
	Investigación doctoral II	12	Obligatorio	Investigación doctoral I
	Investigación doctoral III	12	Obligatorio	Investigación doctoral II
	Investigación doctoral IV	12	Obligatorio	Investigación doctoral III
	Investigación doctoral V	12	Obligatorio	Investigación doctoral IV
Total eje de investigación doctoral		60		
Total		102		

De acuerdo con la flexibilidad establecida en la Política de Formación de la Universidad del Valle, concebida como “la posibilidad de integrar diferentes opciones en el proceso de formación y el currículo, en las relaciones pedagógicas, en los contenidos, en las modalidades de docencia, en los métodos de trabajo y en la evaluación” (Artículo 04), la estructura curricular del programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica brinda tales posibilidades mediante el ajuste, por ejemplo, en términos de áreas temáticas, en asignaturas de profundización o de fundamentación en las cuales el estudiante puede elegir asignaturas que se ofrecen en los tres énfasis de su propio programa, o asignaturas ofrecidas por énfasis ofertados por programas de otras Escuelas o Institutos de la Facultad de Ingeniería, de otras Facultades o Universidades, lo que permite a los estudiantes establecer una malla en relación estrecha a sus intereses académicos e investigativos.

En cumplimiento del mismo Acuerdo, el plan de estudios del programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica favorece la interdisciplinariedad y la transversalidad como principios metodológicos del trabajo académico, en aspectos como:

1. La conformación de grupos profesorales de diferentes disciplinas con el propósito de abarcar los problemas objeto de estudio desde diferentes perspectivas epistemológicas.
2. La movilidad académica tanto de estudiantes como docentes que posibilita vivir la experiencia formativa e investigativa en otro contexto, el incremento de la visibilización del programa, el fomento de la Proyección Social y la Extensión.
3. La participación de los estudiantes en los grupos de investigación afines con los propósitos formativos del programa académico.
4. Revisión y actualización de los programas de curso en los que participan profesores de diferentes disciplinas para actualizar los contenidos curriculares.
5. La vinculación de los egresados tanto en proyectos como en el sector productivo a nivel nacional e internacional.

Con el fin de mostrar el desarrollo de la formación a lo largo de los semestres, la tabla 3 presenta el plan de estudios de manera secuencial con la descripción de los créditos y las horas de acompañamiento del profesor y las horas de trabajo independiente del estudiante.

Tabla 1. Organización curricular por semestres

Actividad Formativa / Asignatura	Créditos académicos	Horas de acompañamiento del profesor	Horas de trabajo independiente del estudiante
Semestre I			
Seminario de Investigación	4	48	144
Investigación I	6	48	240
Asignatura de Fundamentación I	4	48	144
Semestre II			
Investigación II	6	48	240
Asignatura de Fundamentación II	4	48	144
Asignatura de Profundización I	4	48	144
Semestre III			
Investigación III	6	48	240
Asignatura de Profundización II	4	48	144
Asignatura de Profundización III	4	48	144
Semestre IV			
Investigación Doctoral I	12	48	528
Semestre V			
Investigación Doctoral II	12	48	528
Semestre VI			
Investigación Doctoral III	12	48	528
Semestre VII			
Investigación Doctoral IV	12	48	528

Semestre VIII			
Investigación Doctoral V	12	48	528
Total número de créditos del programa	102	672	4.224
Total porcentaje de créditos	100%	13.73%	86.27%

En la etapa de aspirante

- El estudiante de doctorado se inicia en la investigación haciendo parte de un grupo de investigación y participando en los proyectos del grupo concertados con el tutor del proyecto de investigación en una línea de investigación determinada. En el semestre 1, el estudiante tomará el curso de Seminario de investigación, de cuatro (4) créditos, en el cual el estudiante se formará en la estructuración de propuestas de investigación doctoral y, a la vez, desarrollará y demostrará capacidad de análisis crítico y síntesis en la elaboración del estado del arte en el tema de su interés investigativo.
- El estudiante de doctorado deberá cursar y aprobar al menos ocho (8) créditos de asignaturas de fundamentación. Los créditos correspondientes a las asignaturas de fundamentación tienen como objetivo ofrecer una sólida preparación en los conceptos teóricos y metodológicos relevantes en el área en la cual se enmarca su propuesta doctoral.
- El estudiante de doctorado también deberá cursar y aprobar al menos doce (12) créditos de asignaturas de profundización. Los créditos correspondientes a las asignaturas de profundización tienen como objetivo complementar la formación del aspirante en su área de investigación.
- En el primero y segundo semestre, en los cursos de Investigación I e Investigación II, respectivamente, el estudiante de doctorado preparará una propuesta de investigación doctoral. En esta etapa, el aspirante complementará su formación mediante asignaturas de fundamentación y de profundización de carácter general y específico del área en la cual se enmarca su propuesta doctoral.
- El estudiante de doctorado estructurará y formulará su propuesta de investigación doctoral durante las asignaturas de Investigación I e Investigación II, que representan un total de doce (12) créditos de Investigación, bajo la supervisión de su tutor.
- Finalizada la asignatura de Investigación II, el estudiante deberá hacer entrega de su propuesta de investigación doctoral, avalada por el tutor, al comité del Programa de Posgrados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, para su respectivo proceso de evaluación. En caso de no entregar la propuesta de investigación doctoral y, en casos debidamente justificados, el estudiante puede solicitar una prórroga hasta por un semestre ante el comité del Programa. En caso de no entregar la propuesta doctoral, el estudiante no podrá matricular la asignatura Investigación Doctoral I.
- La propuesta de investigación doctoral deberá evaluarse por un comité evaluador conformado por al menos (2) evaluadores con título de doctorado externos al grupo de investigación al cual pertenece el estudiante y preferiblemente uno de ellos internacional. La presentación pública de la propuesta doctoral se realizará una vez se haya recibido la aprobación de los dos jurados y la programará el Comité de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- En la asignatura Investigación III, el estudiante de doctorado empezará a desarrollar las primeras actividades de la propuesta de investigación, mientras se finaliza la evaluación y se realiza la presentación pública de la propuesta de investigación doctoral. La calificación de

la asignatura Investigación III depende de la aprobación de la propuesta de investigación doctoral.

- Si la propuesta NO es APROBADA, el estudiante tendrá un plazo no mayor a tres (3) meses para replantear su propuesta y someterla nuevamente a evaluación. La no aprobación de la propuesta de investigación doctoral por segunda vez implica la reprobación de la asignatura Investigación III.

Para pasar de la etapa de aspirante a candidato, el estudiante debe cumplir:

- Aprobar el número de créditos correspondiente a los componentes de fundamentación, profundización y de investigación de la etapa de aspirante.
- Acreditar un promedio ponderado no inferior a tres punto cinco (3.5).
- Entregar, aprobar y presentar públicamente la propuesta de investigación doctoral.
- El propósito de los créditos del componente de Investigación de la etapa de candidato (Investigación doctoral I a V) es que el candidato desarrolle todas las actividades inherentes a la investigación doctoral para la culminación de su tesis. Finalizada la asignatura Investigación doctoral V, el candidato deberá hacer entrega de la tesis al programa académico, la cual debe ser avalada por su tutor.
- Para matricular la asignatura Investigación doctoral I, el estudiante deberá haber aprobado la asignatura Investigación III.
- La calificación de la asignatura Investigación doctoral V está relacionada con la entrega de la tesis doctoral al Comité del Programa de Posgrados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica para la evaluación por el comité evaluador y la correspondiente sustentación y aprobación.
- Al estudiante que haya tenido un avance significativo a juicio del Comité del Programa de Posgrados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, o tenga su tesis doctoral en proceso de evaluación, se le asignará la calificación incompleta (I.C) la cual será modificada en el momento de aprobación de la tesis doctoral.
- La tesis de investigación doctoral debe constituir un aporte original e individual a la ciencia o a su aplicación en ingeniería. Debe evaluarse y aprobarse por un comité evaluador, conformado por al menos (2) miembros con título de doctor, donde al menos uno sea externo a la Universidad del Valle y al menos uno de ellos internacional. Los jurados no podrán hacer parte del grupo de investigación al cual pertenece el estudiante.
- La tesis doctoral se considerará como APROBADA con el concepto favorable de al menos dos de los jurados y en ese caso, se puede programar la sustentación pública de la tesis doctoral, en la cual deben participar al menos dos (2) evaluadores y el (los) tutor(es) de la tesis.
- Si la tesis doctoral NO es APROBADA por los dos evaluadores, el estudiante pierde su vinculación con el programa de Doctorado.
- La tesis doctoral con calificación APROBADA podrá tener mención de “Meritoria” o “Laureada”, y se registrará por la reglamentación vigente definida por el Consejo Académico para los programas de doctorado de la Facultad de Ingeniería.

REQUISITOS DE GRADO. Para optar al título de Doctor(a) en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el estudiante debe:

- Ser candidato a Doctor.
- Presentar, aprobar y realizar la sustentación pública de la tesis doctoral.

- Haber publicado un artículo en cuartil Q3 o superior y tener sometido un segundo artículo en cuartil Q3 o superior en una revista científica indexada en ISI o SCOPUS. Los artículos versarán sobre el tema objeto de la tesis doctoral en coautoría con sus tutores y al menos uno de ellos deberá estar en idioma inglés.
- Demostrar proficiencia del idioma inglés en el nivel B2 de acuerdo con el estándar internacional del marco común europeo de referencia para las lenguas, a juicio de la Escuela de Ciencias del Lenguaje de la Universidad del Valle.
- Haber sido estudiante regular en el programa, por lo menos durante el tiempo mínimo que exija la normatividad vigente de la Universidad que reglamenta los programas académicos de posgrado.
- Acreditar un promedio ponderado no inferior al establecido en la normatividad vigente de la Universidad que reglamenta los programas académicos de posgrado.

Una vez aceptada y sustentada públicamente la tesis doctoral, el candidato deberá entregar la versión definitiva de la tesis doctoral al comité del Programa de Posgrados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica y a la biblioteca de la Universidad del Valle en las fechas establecidas y en las instancias definidas en la normatividad vigente de la Universidad que reglamenta los programas académicos de posgrado.

3.3 Integración curricular

Para dar cumplimiento a los lineamientos de la formación integral propuestos en el Acuerdo 025 de 2015 del Consejo Superior y del Decreto 1330 de 2019 del MEN, el programa académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica presenta la articulación entre los objetivos de programa, las sensibilidades, capacidades y competencias descritas en el perfil de egreso, los resultados de aprendizaje y las actividades formativas.

Para ello, el programa suscribe la definición de Resultados de Aprendizaje que hace la Universidad del Valle. Así, se entiende que un Resultado de Aprendizaje (RA) en términos generales es una meta esperada de aprendizaje que se desea que los estudiantes alcancen y se pueda demostrar al término de un proceso formativo que tiene un intervalo de tiempo definido (Centre for Teaching and Learning, 2020). Existen RA al culminar todo un plan de estudios (RA de nivel mesocurricular), también existen RA al culminar una asignatura dentro de ese plan de estudios (RA de nivel microcurricular), incluso se puede tener RA al culminar una unidad de aprendizaje dentro de un curso (RA de nivel lección).

En la Tabla 2 se presenta la estructura general que articula entre las Sensibilidades, Capacidades y Competencias definidas por el programa académico y descritas en el perfil de egreso, con los Resultados de Aprendizaje de cada una de las asignaturas del plan de estudios.

Cabe destacar que, debido a la variedad existente de asignaturas de profundización y fundamentación, las cuales tienen además la posibilidad de convertirse en cursos electivos, los resultados de aprendizaje de los mismos no se incluyen en esta tabla. Sin embargo, están diseñados para que aporten y contribuyan al logro de todas las SCC del programa académico.

Tabla 2. Resultados de aprendizaje y su articulación con el perfil de egreso

Sensibilidades, Capacidades y Competencias del perfil de egreso	Asignatura	Resultados de aprendizaje
Generar nuevos conocimientos en el área de investigación a partir de la revisión del estado del arte y la aplicación del método científico	Seminario de investigación	Clasifica la literatura científica para el análisis y solución de un problema de investigación
		Revisa la situación actual de conocimiento de la producción investigativa haciendo un análisis comparativo para proponer escenarios de investigación en los respectivos campos de interés
	Investigación I	Argumenta críticamente la literatura científica y técnica de su área de conocimiento delineando estrategias de indagación
		Plantea un problema de investigación y la pregunta problematizadora de manera crítica y creativa, estableciendo el alcance de la solución
	Investigación Doctoral V	Genera nuevos conocimientos en su área de énfasis a través del desarrollo de proyectos de investigación
Desarrollar proyectos de investigación, innovación o desarrollo tecnológico en su área de conocimiento, considerando aspectos éticos y normativos	Seminario de investigación	Distingue los requisitos normativos pertinentes que rigen las actividades de la investigación en ingeniería y los considera en la solución del problema doctoral
		Reconoce la importancia de identificar los riesgos que puedan presentarse en el desarrollo de la tesis doctoral para seleccionar las soluciones de ingeniería que sean convenientes
	Investigación I	Plantea los objetivos y antecedentes considerando las políticas y normas nacionales e internacionales vigentes, identificando las restricciones que le competen, para dimensionar su magnitud y posibles formas de abordarlo.
		Reconoce la importancia de considerar los aspectos del desarrollo ambientalmente sostenible en actividades de ingeniería que hacen parte de la solución del problema de investigación doctoral
	Investigación II	Aplica una conducta ética profesional en la ingeniería, considerando los dilemas éticos de su propia disciplina, con el fin de identificar alternativas y limitaciones en el ejercicio de su profesión
		Identifica en la propuesta de tesis doctoral, los posibles impactos de la solución científica de ingeniería con el fin de revisar su viabilidad
		Plantea la metodología, justificación, alcance, resultados esperados, cronograma y presupuesto, considerando las políticas y normas nacionales e internacionales vigentes, identificando las restricciones que le competen, para obtener la versión completa de la propuesta
		Somete la propuesta de investigación doctoral en las áreas de ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica o automática, para dar inicio al proceso de evaluación ante un comité evaluador
	Investigación III	Aplica una metodología para la ejecución de proyectos de investigación, innovación o desarrollo tecnológico para alcanzar los objetivos planteados
Ejecutar actividades de investigación y desarrollo que consideran aspectos del dominio de investigación elegido,	Investigación Doctoral I	Aplica principios científicos y metodológicos que sustentan la formación en su disciplina con la posibilidad de incluir los de otras disciplinas relacionadas, para el análisis y solución del problema doctoral

con la posibilidad de incluir elementos de investigación interdisciplinaria	Investigación Doctoral II	Aplica métodos cuantitativos o cualitativos, utilizando enfoques alternativos y comprendiendo sus limitaciones, con el fin de analizar y resolver el problema doctoral Gestiona el proceso de diseño metodológico en todas sus fases, con el fin de lograr un desarrollo pertinente al problema doctoral
	Investigación Doctoral III	Aborda problemas complejos integrando conceptos, metodologías y herramientas propias de su disciplina o interdisciplinarias de manera crítica y eficaz para realizar el proyecto doctoral
Aplicar métodos de investigación para resolver problemas desde el enfoque de la ingeniería, de manera creativa, autónoma e innovadora considerando críticamente la literatura científica de su área de conocimiento	Investigación III	Utiliza los modelos matemáticos o computacionales, entendiendo sus limitaciones, para representar y analizar el problema doctoral
	Investigación Doctoral I	Utiliza técnicas, teorías, prácticas y herramientas científicas modernas para resolver el problema doctoral de forma innovadora
	Investigación Doctoral IV	Evalúa el desempeño de las soluciones propuestas para elegir la más adecuada en el contexto del proyecto doctoral, mediante el uso de métodos o herramientas analíticas, numéricas o experimentales
Comunicar asertivamente en forma oral y escrita a la comunidad académica, empresarial y la sociedad en general, conocimientos o resultados de investigación	Investigación Doctoral I	Emplea los recursos informáticos adecuados, con el fin de comunicar los resultados, trabajar en equipo y organizar la información relacionada con su proyecto doctoral
	Investigación Doctoral III	Publica los resultados de su investigación en revistas o eventos científicos a nivel nacional e internacional para divulgar aportes significativos de su tesis doctoral
	Investigación Doctoral IV	Participa en actividades al interior de su grupo de investigación o grupos interdisciplinarios con el fin de propiciar el intercambio de ideas y resultados de avances de investigación
	Investigación Doctoral V	Utiliza un lenguaje técnico-científico para divulgar los resultados de su investigación a través de presentaciones orales e informes escritos

3.4 Enfoque pedagógico

El programa académico basa su formación en un enfoque pedagógico activo donde los estudiantes aprenden haciendo. En este sentido, el alumno es sujeto activo de su formación y el tutor juega el papel de orientador. En todo el proceso de formación del doctorado, se fijan objetivos de formación formulados con precisión, desarrollados con cierto control y reforzados en forma minuciosa. Para el logro de los resultados de aprendizaje formulados en cada asignatura, se utilizan estrategias pedagógicas que estimulen el aprendizaje autónomo, la crítica permanente, la búsqueda y la confrontación de conceptos y teorías respaldados en la literatura científica. Se utilizan como estrategias pedagógicas, entre otras: la conferencia, el análisis de textos, la preparación de ensayos sobre temas específicos, el seminario, la caracterización de situaciones concretas, proyectos dirigidos, la formulación de problemas y de alternativas de solución, el trabajo de laboratorio, estandarización de protocolos y la evaluación de proyectos. De esta manera, la formación se orienta a que el estudiante pueda desarrollar su Tesis Doctoral dentro de los proyectos que ejecutan las líneas de investigación o desarrollo que poseen los grupos de investigación que soportan el Posgrado, en los cuales los participantes encuentran dirección, infraestructura, insumos, material bibliográfico y lo más importante, masa crítica para la ejecución de las Tesis. El estudiante del Doctorado desarrolla su Tesis en el marco de un ambiente académico - científico - tecnológico, apoyado por trabajo en equipo, con asesores nacionales e internacionales, pero respondiendo por su propio proyecto. Esta estrategia de investigación está posibilitando formar doctores con alto nivel de cualificación y autonomía, generándose verdaderas escuelas de conocimiento en las Unidades Académicas.

3.5 Estrategias pedagógicas

En consonancia con los propósitos establecidos en el artículo 26 del Acuerdo 025 del 2015 del Consejo Superior con el fin de posibilitar la interdisciplinariedad, flexibilidad, integralidad y transversalidad; el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica diseña e implementa diversas estrategias pedagógicas que permiten cumplir con los propósitos descritos en los objetivos del programa.

Dichas estrategias permiten fomentar otros modos de conocer, a través de formas expresivas y creativas que favorecen el desarrollo de la sensibilidad frente a otros seres de la naturaleza con los que se interactúa; además, propician espacios para favorecer la regeneración de las fuerzas intelectuales, la construcción de identidad, la búsqueda de la felicidad y el fomento del sentido de pertenencia por la Universidad que permitan que las ideas propias afloren a partir del sustrato de conocimientos adquiridos. Finalmente, propiciando la relación teórica – práctica mediante la revisión de las formas de interacción con el conocimiento, las modalidades pedagógicas y los métodos de trabajo.

Por lo anterior y basados en las prácticas revisadas por el grupo de proponentes, así como los recursos disponibles en la Universidad, las estrategias pedagógicas definidas para el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, que incluyen conferencias, talleres, foros, pasantías de

investigación, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, laboratorios, seminarios, congresos y clases magistrales; son desarrolladas a través de las actividades formativas como centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, a partir de las cuales los profesores no se concentran en la elaboración y/o transmisión de contenidos, sino en la construcción de situaciones problema y espacios de aprendizaje que permitan a los estudiantes interactuar con éstos. Dichas actividades pueden consultarse en la Tabla 3.

Tabla 3. Organización de las actividades pedagógicas según las estrategias pedagógicas asumidas por el Programa Académico

Lineamientos pedagógicos y didácticos	Implementación
Congresos	Se trata de una estrategia donde estudiantes y profesores pueden reunirse como pares para debatir y profundizar en diferentes campos del conocimiento. Dichas discusiones se realizan alrededor de algunas exposiciones seleccionadas que muestran el fruto del trabajo de diversos investigadores a nivel regional, nacional e internacional, los cuales pueden ser presentados bajo diferentes formatos y soportes, facilitados en muchos casos por la ayuda tecnológica.
Clases magistrales	A través de esta estrategia se busca que el docente pueda exponer y presentar los temas de interés a los estudiantes, incluyendo en caso de requerido, apoyos audiovisuales u otras formas de interacción entre éste y los estudiantes. Esta estrategia puede ser desarrollada de forma sincrónica o asincrónica, ayudándose de apoyos tecnológicos que permitan grabar y proyectar la clase en cualquier momento, facilitando así el aprendizaje ajustado a los tiempos de cada estudiante.
Conferencia	Esta estrategia se centra en la comunicación profesor - estudiante mediante conferencia o presentación magistral. El estudiante recibe el conocimiento y lo relaciona con los propios, además de interrogar y explorar posibles respuestas a las inquietudes que surjan durante la exposición. Se orienta principalmente al conocimiento y la comprensión teórica de principios y problemas de un campo del conocimiento.
Talleres	Estrategia formativa en el cual el aprendizaje es de tipo práctico, donde predominan actividades de diseño, planeación y ejecución. Se desarrollan asimismo actividades de resolución de problemas y ejercicios (teóricos o aplicados), con orientación del docente, que implique una actividad de reflexión y ejercitación de las habilidades intelectuales y de destrezas expresivas y lingüísticas.
Aprendizaje basado en proyectos	Se usa la estrategia de aprendizaje por proyectos, ya sea un proyecto dividido en diferentes etapas o varios proyectos pequeños que permiten a los estudiantes llevar a la práctica cada una de las grandes temáticas del curso. Se realizan sustentaciones parciales del proyecto para retroalimentación temprana y una entrega final con todo corregido. El proyecto, además de las habilidades técnicas, también evalúa la forma en que los estudiantes documentan el proceso y sus productos y cómo presentan los resultados de manera verbal y/o escrita.
Seminarios	En el seminario predomina la interacción horizontal entre los estudiantes y el profesor, con dirección de este. Se desarrollan actividades de sistematización de conocimientos, elaboración de informes y su presentación para ser socializados y discutidos en clase. Además, el seminario como práctica pedagógica permite juego de roles y es en sí mismo un espacio para el despliegue de competencias argumentativas, interpretativas y propositivas.
Laboratorios	Constituye una estrategia formativa donde las unidades de aprendizaje requieren de material e instrumental especializado. La actividad predominante es la experimentación y la verificación de hipótesis de trabajo como la estimación de impacto de diversas variables en el resultado. Los procesos pueden ser inductivos (de los hechos a la teoría) o deductivos (validez de la teoría en los hechos).

Lineamientos pedagógicos y didácticos	Implementación
Aprendizaje colaborativo	El aprendizaje colaborativo se lo considera como una estrategia de enseñanza y aprendizaje, donde como mínimo dos usuarios y el tutor se comunican para discutir, reflexionar y tomar decisiones, construir aprendizajes mediados por las herramientas digitales, adquiriendo habilidades de trabajo en equipo, negociación, relaciones sociales y administración de sus tareas.
Foros	Los foros se consolidan como una estrategia que permite la construcción de espacios para interactuar con los pares y con el docente, resolver dudas o desarrollar discusiones (debates) sobre temas del curso de forma asincrónica. La intervención de los estudiantes puede darse mediante el formato de texto o de audio, propiciando el desarrollo de habilidades de autorregulación.
Pasantías de investigación	Consiste en la vinculación de los estudiantes a grupos y proyectos de investigación a cargo de un profesor o grupo de profesores. Esta estrategia también puede incluir la movilidad de los estudiantes a otras instituciones educativas del contexto local, regional, nacional o internacional, en la medida que contribuyan al desarrollo de la propuesta de investigación doctoral de cada uno.

4 Articulación con el medio

El Programa Académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle, se guía por el principio de responsabilidad, compromiso social, la promoción de relaciones de cooperación e intercambio con los sectores públicos y privados con el fin de impulsar el desarrollo regional y fortalecer las relaciones interinstitucionales a través de diferentes campos sociales, culturales, educativos, investigativos, entre otros.

El programa interactúa con el sector externo mediante la comunicación constante de sus procesos, la oferta de conferencias y cursos de extensión, y con el aporte a los sectores relacionados y a la sociedad en general de métodos, herramientas o instrumentos para la solución de problemas reales de ingeniería en las áreas de ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y automática, como resultado de los trabajos de investigación en el marco de proyectos de proyección social-extensión e investigación de los grupos relacionados.

Los mecanismos definidos por el Programa Académico de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica para lograr la articulación de los profesores y estudiantes con la dinámica social, productiva, creativa y cultural de su contexto, en coherencia con el proceso formativo y la investigación/creación, son:

- Realización de proyectos de proyección social y extensión
- Realización de proyectos de cooperación académica o consultoría
- Ejecución de trabajos de investigación enmarcados en temáticas de interés del sector productivo privado y público; de la misma manera que con entidades del sector.

- Conferencias abiertas al público en temáticas relacionadas con la investigación en las áreas de eléctrica, electrónica y automática.

A continuación, se describen los aspectos que tienen relación con el medio y permiten el fortalecimiento de diversas actividades académicas, investigativas y de extensión y proyección social.

4.1 Pasantías de investigación

Las pasantías de investigación se organizan a partir de convenios de marco general, bajo el modelo facilitado por la Oficina de Relaciones Internacionales de la Universidad del Valle. Estos convenios se estructuran en la medida que surge la necesidad, a partir de los contactos labrados por profesores y/o estudiantes, de forma tal que puedan ajustarse a los intereses particulares de unos y otros. De esta manera, el programa se asegura que las pasantías de investigación tengan un amplio nivel de flexibilidad y un amplio marco de posibilidades. Además, aparte de fortalecer las competencias profesionales de los estudiantes, este modelo permite estrechar las relaciones entre el Programa de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y los diferentes sectores, de manera que se impulse el desarrollo regional mediante múltiples actividades en los campos académicos, investigativos y sociales, para contribuir a la solución de problemas del entorno, mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad y realización de proyectos de interés público.

4.2 Investigación

La política de Investigación y producción intelectual en las Ciencias, las Artes, las Tecnologías y la Innovación de la Universidad del Valle, integra las actividades de investigación y creación artística con las demás actividades misionales para consolidar agendas que promuevan la producción intelectual y permitan la formación de talento humano capacitado para la generación de nuevos conocimientos, en las ciencias, en las artes, las humanidades, el desarrollo tecnológico y la innovación, que contribuyan a la transformación social, económica y cultural del país. Así mismo, el Acuerdo 025 de 2015 del Consejo Superior establece la investigación y la proyección social-extensión como funciones universitarias y fundamentos de la formación que exigen su inserción en el Proyecto Formativo y en el currículo de cada programa.

La Universidad del Valle promueve la creación y el trabajo permanente de los grupos de investigación, fomentando la actividad investigativa en todos los procesos de formación que permitan vincular estudiantes de posgrado a las actividades de los mismos. También impulsa la investigación interdisciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar en áreas estratégicas y temáticas afines. En la Universidad del Valle existen 237 grupos de investigación, siendo "A1" la calificación más alta y "D" la calificación más baja.

De acuerdo con lo anterior, los grupos de investigación que soportan el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica se pueden ver en la tabla 6. Se puede apreciar que de acuerdo con

la última medición de grupos de investigación por parte de MINCIENCIAS 2 grupos están en categoría A1, 3 grupos están la categoría A, y 1 en categoría C. El grupo de investigación en sistemas de telecomunicaciones (SISTEL-UV) apoya al Programa de Doctorado debido a que el grupo no tiene profesores con doctorado.

Tabla 4. Grupos de investigación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Líneas de Investigación				
Facultad/ Instituto	Grupo de investigación	Líneas de investigación	Unidad académica	Clasificación Colciencias (año 2021)
Ingeniería	Alta Tensión, GRALTA	Análisis y Aplicación de los Campos Electromagnéticos Análisis del comportamiento y operación de sistemas de potencia Transformadores, equipos y materiales en sistemas eléctricos	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	A1
	Grupo de Investigación en Control Industrial	Educación en Ingeniería Electrónica de potencia Control de sistemas biológicos Control industrial	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	A
	Percepción y Sistemas Inteligentes	Inteligencia computacional Robótica móvil Visión artificial Instrumentación Comunicaciones industriales Procesamiento digital de señales	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	A1
	Bionanoelectrónica	Bionanosistemas Biohardware y Computación Cuántica Criptografía Sistemas Integrados Complejos Sistemas Integrados Robustos Citocomputación	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	A
	Arquitecturas Digitales y Microelectrónicas	Diseño de sistemas digitales usando arquitecturas reprogramables Diseño de circuitos integrados de alto desempeño y bajo consumo	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	C

	SISTEL-UV* (Grupo de Investigación en Sistemas de Telecomunicaciones)	Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Redes de próxima generación (NGN) Seguridad en redes de computadores corporativas Sistemas de comunicaciones móviles y tecnologías inalámbricas Tecnologías de acceso y conectividad en banda ancha Educación en telecomunicaciones	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	C
	Sistemas Hidroeléctricos de Generación - SHG	Recursos hidroenergéticos Aplicación de máquinas reversibles Evaluación hidroenergética y financiera de proyectos de PCH's Generación hidroeléctrica	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	No categorizado
	Grupo de Investigación en Conversión de Energía - CONVERGÍA	Generación de Energía Eléctrica. Máquinas Eléctricas Rotativas. Uso Eficiente de la Energía.	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	A

*Con el apoyo del grupo SISTEL UV, categoría C.

4.3 Movilidad académica

La Universidad del Valle ofrece a sus estudiantes la posibilidad de enriquecer su experiencia académica y cultural participando en los programas académicos de diferentes universidades nacionales e internacionales a través de convenios de movilidad. La movilidad estudiantil es una estrategia formativa que se incluye en las estrategias de flexibilidad curricular, ya que se constituye en la oportunidad para convivir con formas de trabajo académico y formación profesional diferente y exitosa, y aprender de ellas. Es una oportunidad para acercar culturas, estilos de vida, intercambiar resultados de investigaciones, conocimientos e información, así como para ampliar la visión de los estudiantes a través de experiencias formativas y conocimiento de procesos académicos diversos.

En este sentido, el programa académico participa en los convenios nacionales e internacionales de movilidad que se relacionan en la Tabla 5.

Tabla 5. Instituciones con las que el programa tiene convenios activos

Institución	País
Universidad Politécnica de Valencia	España
Universidad de Melbourne	Australia
Universidad de Sao Paulo	Brasil
Centro de Investigaciones Metalúrgicas – CENIM	España
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja – IET	España
Argonne Laboratories	Estados Unidos

Centro de Ciencias Medioambientales – CCMA	España
Centro de Investigación Científica de Yucatán	México
Instituto Tecnológico del Plástico	Francia
Institute de Recherche Coordination Acoustique Musique – IRCAM	Francia
Universidad Politécnica de Madrid	España
Universidad de Londres	Inglaterra
Université Catolique de Louvain	Bélgica
Programa ALECOL (Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Eafit, Universidad de los Andes, Universidad Industrial de Santander)	Colombia
The Nanotechnology Center at North Western University	Estados Unidos
Thini Film and Nanoscience Group at University of California	Estados Unidos
The International Center for Interdisciplinary Research in Materials – CIMAT	Chile
University of Michigan Department of Civil and Environmental Engineering	Estados Unidos
Universidad de Zulia	Venezuela
Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Instituto de Tecnología Cerámica, Universidad Jaime I	España
Centro de Investigación y Estudios Avanzados – Querétaro	México
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Brasil
Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Universidad de Antioquia	Colombia
Universidad de Los Andes	Colombia
Universidad Tecnológico de Pereira	Colombia
Universidad del Quindío	Colombia
Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium - Unicatólica	Colombia
Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Colombia
Universidad Federal de Paraíba	Brasil
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Ecuador
Federico Santa María	Chile
Universidad Central Marta Abreu de las Villas	Cuba
University of Illinois at Chicago	Estados Unidos
University of Illinois – Urbana-Champaign	Estados Unidos
Universidad Rey Juan Carlos de Madrid	España
Universidad Carlos III de Madrid	España
Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón	España
Université des Antilles et de la Guyane	Francia
Universitat Politècnica de Catalunya	España
Universidad de Valladolid	España
Universidad AIZU	Japón
Universidad de Guanajuato	México
Technische Universitat Dortmund	Alemania
Universidad Tor Vergata de Roma	Italia
École Nationale Supérieure de l'Électronique et de ses Applications - ENSEA	Francia
Club de Leones Cruz del Sur	Chile

Con estos convenios el estudiante del programa académico Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica tiene la oportunidad de cursar asignaturas, realizar prácticas y pasantías, cursos u otras estrategias académicas que permiten fortalecer su formación.

4.4 Relación con los egresados

La Universidad del Valle mediante la Resolución No 004 del Consejo Superior el 28 de enero de 2005 creó el Programa Institucional de egresados (PIE), como una estrategia de proyección social para mantener, mejorar y promocionar las relaciones de la Universidad con sus graduados. Este Programa se encuentra adscrito a la Vicerrectoría Académica, bajo la dirección de Extensión y Educación continua. Las actividades de esta dependencia universitaria incluyen jornadas de empleabilidad, intermediación laboral (bolsa de empleo), participación en espacios del orden nacional regional y local de orden público y privado, prevaleciendo la búsqueda de oportunidades de trabajo para los egresados.

Este Programa Institucional de Egresados se encuentra enlazado con el Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional y otra de sus estrategias es fortalecer la comunicación con los egresados a través del correo electrónico programa.egresados@correounivalle.edu.co, en donde se busca promover los servicios del Programa de egresados en los estamentos de la Universidad; además de contar con su participación en la implementación de procesos de mejora continua y coordinar las acciones que adelanten las facultades e institutos a favor de sus egresados y en donde sus políticas y actividades generales estén debidamente articuladas como parte de una estrategia institucional global.

Destaca la participación de los egresados activamente en eventos y actividades como las jornadas culturales y deportivas, en los procesos de autoevaluación de Programas Académicos y Programas de educación no formal como diplomados, cursos y seminarios ofrecidos por la Universidad. Por otro lado, se resalta la representación y la participación activa de los egresados ante los Comités de Programa, como una estrategia de articular el medio externo a los desarrollos institucionales desde los procesos de formación, investigación y proyección social hasta la toma de decisiones.

Estos espacios de participación son importantes y especialmente en los comités de Programa, pues es el primer eslabón de la cadena de formación de los estudiantes y es la instancia que actúa directamente sobre este proceso; por ejemplo, nuevas alternativas de formación y ofertas académicas o laborales que para el Programa de Posgrados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica han sido gestadas, analizadas y creadas debido a los estudios realizados por el Comité de Programa en donde la participación de los egresados es fundamental. Esta condición permite plantear la necesidad de reforzar las estrategias buscando fomentar y aumentar el concurso de los egresados en los comités de Programas Académicos de la Universidad. Así mismo, se desarrollan actividades como cursos de educación continua o cursos complementarios involucrando egresados, seminarios para socializar los trabajos de grado, encuentro cada dos años de egresados y ocasionalmente se hacen encuestas que buscan establecer la experiencia laboral de los egresados; en su conjunto, estas actividades logran establecer una relación constante con los profesionales egresados del programa.

Para reforzar todas estas labores y permitir una comunicación permanente y fluida con los egresados, el Programa de Posgrados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica mantiene una base de datos permanentemente actualizada con información de todos los egresados de los programas a su cargo. Esta base de datos contiene la información básica de cada egresado:

- Nombre completo
- Número de identificación
- Número telefónico
- Correo electrónico
- Empresa dónde labora

Dicha información se actualiza de forma semestral con cada promoción de egresados por programa académico. Esta actualización se realiza de forma manual, revisando la base de datos que se tiene en formato excel y actualizando el grupo de Google Groups al cual se agregan dichos egresados y por la cual se les envía información de interés. La información que se envía a través de este grupo tiene que ver con divulgación de sustentaciones, invitaciones a conferencias, charlas y seminarios, ofertas laborales, entre otros. Adicionalmente a la divulgación a través de Google Groups, esta información siempre se envía vía correo electrónico a los egresados según las direcciones de e-mail que constan en la base de datos en cuestión.

5 Bibliografía

EcuRed. (2019). Ingeniería automática. Recuperado de:
https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa_autom%C3%A1tica

Euroinnova. International Online Education. (2022). Ingeniería eléctrica. Recuperado de:
<https://www.euroinnova.co/blog/que-es-la-ingenieria-electrica#el-concepto-de-ingenieriacutea-eleacutectrica>

Fundación Endesa. (2022). La energía. Recuperado de:
<https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/que-es-la-energia>

HarperCollins (s.f.). En CollinsDictionary.com. Recuperado de:
<https://www.collinsdictionary.com/es/diccionario/ingles-espanol/electronic-engineer>

Universidad del Valle. (2015). Acuerdo 025 de septiembre 25 de 2015 del Consejo Superior. Recuperado de:
<https://drive.google.com/file/d/1qviw3nobn5jFuKuS6tAhFLJYoVmYSSLT/view?usp=sharing>

Universidad del Valle. (2018). Resolución No. 157 del 22 de diciembre del 2018 del Consejo de la Facultad de Ingeniería. Cali: Universidad del Valle. Recuperado de:
https://drive.google.com/file/d/1MAatkEzbyJ_h4VaizQEKpZCVb1PsgNwj/view?usp=sharing