

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

## **DOCTORADO EN INGENIERÍA**

### **PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA**

**Pereira, 01 de febrero del 2020**

### CONTROL DE VERSIONES

---

| ÍNDICE DE REVISIÓN | SECCIÓN MODIFICADA | ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN | COMENTARIO   |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|--|
| 0                  | No aplica          | No aplica                     | Versión original   |
| 1                  | Capítulo 2, 3 y 4  | 01 de febrero del 2021        | Se incorporan los cambios realizados por la reforma curricular aprobada en la renovación del registro calificado del programa del año 2018 |

---

### COMITÉ CURRICULAR DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Harold Salazar Isaza, PhD.            | Director del Doctorado                                |
| Ricardo Andrés Herrera, PhD.          | Representante de la línea de Sistemas Eléctricos      |
| Julián David Echeverry Correa, PhD.   | Representante de la línea de Automática y Electrónica |
| John Jairo Santa Chávez, Ph.D.        | Representante de la línea de Sistemas de Producción   |
| Sandra Estrada Mejía, PhD.            | Representante de la línea de Sistemas de Producción   |
| Libardo Vicente Vanegas Useche, Ph.D. | Representante de la línea de Mecánica                 |
| Julio César Chavárro Porras, PhD.     | Representante de la línea de Ciencias Computacionales |
| Cristhian Daniel Molina Machado.      | Representante de los estudiantes                      |

## TABLA DE CONTENIDO

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.       | INTRODUCCIÓN.....   | 6  |
| 2.       | IDENTIDAD DEL PROGRAMA .....                                | 7  |
| 2.1.     | INFORMACIÓN GENERAL .....                                   | 7  |
| 2.2.     | RESEÑA HISTÓRICA DEL PROGRAMA .....                         | 7  |
| 2.3.     | DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO.....                           | 8  |
| 3.       | PERTINENCIA Y PROPÓSITOS DEL PROGRAMA .....                 | 10 |
| 3.1.     | JUSTIFICACIÓN .....   | 10 |
| 3.2.     | MISIÓN DEL PROGRAMA .....                                   | 11 |
| 3.3.     | VISIÓN DEL PROGRAMA .....                                   | 11 |
| 3.4.     | OBJETIVOS DEL PROGRAMA.....                                 | 11 |
| 3.5.     | PERFIL DEL ASPIRANTE Y EGRESADO.....                        | 11 |
| 4.       | ORGANIZACIÓN Y ESTRATEGIA CURRICULAR.....                   | 14 |
| 4.1.     | ORGANIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PROGRAMA ..... | 14 |
| 4.1.1.   | DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS .....                      | 14 |
| 4.1.1.1. | ASIGNATURAS ELECTIVAS .....                                 | 16 |
| 4.1.1.2. | SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN.....                            | 16 |
| 4.1.1.3. | ASIGNATURAS TESIS DOCTORAL.....                             | 17 |
| 4.1.2.   | ACTIVIDADES DE FORMACIÓN.....                               | 17 |
| 4.1.2.1. | EXAMEN DE CUALIFICACIÓN .....                               | 17 |
| 4.1.2.2. | SUFICIENCIA EN LENGUA EXTRANJERA (INGLÉS).....              | 18 |
| 4.1.2.3. | PASANTÍA .....  | 19 |
| 4.1.3.   | TESIS DOCTORAL .....  | 19 |
| 4.1.3.1. | ASPECTOS GENERALES .....                                    | 19 |
| 4.1.3.2. | EVALUACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL .....                       | 20 |
| 4.1.4.   | REQUISITO DE PERMANENCIA Y REQUISITOS DE GRADO .....        | 22 |
| 4.1.4.1. | REQUISITO DE PERMANENCIA.....                               | 22 |
| 4.1.4.2. | REQUISITOS DE GRADO .....                                   | 23 |

---

---

|      |  |    |
|------|--|----|
| 4.2. | ACTUALIZACIÓN DEL CURRÍCULO .....                        | 24 |
| 5.   | LA INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA.....                       | 25 |
| 5.1. | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS .....      | 25 |
| 5.2. | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA ..... | 26 |
| 5.3. | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN .....   | 27 |
| 5.4. | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN MECÁNICA .....                 | 28 |
| 5.5. | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS COMPUTACIONALES ..... | 29 |
| 6.   | ARTICULACIÓN CON EL MEDIO .....                          | 32 |
| 6.1. | ARTICULACIÓN ACADÉMICA – PASANTÍAS .....                 | 32 |
| 6.2. | LINEAMIENTOS PARA LOS APOYOS ECONÓMICOS.....             | 34 |
| 6.3. | ARTICULACIÓN CON LA INVESTIGACIÓN .....                  | 35 |
| 6.4. | ARTICULACIÓN CON LOS EGRESADOS .....                     | 36 |
| 7.   | APOYO A LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO .....                   | 38 |
| 7.1. | ORGANIZACIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA .....              | 38 |
| 7.2. | PROFESORES .....   | 39 |
| 7.3. | RECURSOS FÍSICOS DE APOYO AL PROGRAMA .....              | 49 |
| 7.4. | RECURSOS FINANCIEROS .....                               | 51 |
| 7.5. | PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN .....                          | 51 |
| 7.6. | PLAN DE MEJORAMIENTO.....                                | 52 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el Proyecto Educativo del Programa del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira, en el cual se describen los principios y políticas que estructuran y dirigen el desarrollo del programa en articulación con el Proyecto de Desarrollo Institucional 2020-2028 de la Universidad<sup>1</sup>.

El documento incluye las recomendaciones de la Vicerrectoría Académica para la elaboración del mismo y hace especial énfasis en la descripción de las líneas de investigación del programa, las cuales se constituyen en las fortalezas del Doctorado. Igualmente, destaca los grupos académicos que soportan todos los desarrollos investigativos del Doctorado. La hoja de ruta –conformada por un plan de estudios y otras actividades a ser desarrolladas por los estudiantes– es igualmente detallada con el fin de dar claridad del proceso formativo establecido por el programa.

Por último, el documento describe la normatividad vigente de la Universidad que regula –entre otros aspectos– la estructura financiera, egresados y proceso de autoevaluación, bajo los cuales se direcciona el Doctorado.

---

<sup>1</sup> Plan de Desarrollo Institucional (PDI). Disponible en:  
<https://media.utp.edu.co/pegatealplan/archivos/docs/Documento%20PDI%20%202020-2028.pdf>

---

## 2. IDENTIDAD DEL PROGRAMA

### 2.1. Información General

Nombre del programa: Doctorado en Ingeniería

Nivel de Formación: Doctorado

Título que otorga: Doctor en Ingeniería

Fecha de creación y/o apertura: Apertura el 01 de agosto del 2011

Sede: Pereira

Código SNIES: 90949

Créditos: 96

Jornada: Diurna

### 2.2. Reseña histórica del programa

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira obtuvo en Resolución Nro. 012606 del 03 de agosto de 2018, del Ministerio de Educación Nacional, la renovación del Registro Calificado por un período de siete años. Inició labores académicas el segundo semestre del 2011 con un total de cinco estudiantes distribuidos en tres líneas de investigación. Desde entonces, el programa ha logrado los siguientes hitos con corte al segundo semestre del 2020:

- Un total de 17 grupos de investigación vinculados al programa, 8 en categoría A1, 5 en categoría A, 3 en categoría B y 1 en categoría C.
- Un cuerpo profesoral compuesto por 36 docentes, todos con formación doctoral, 11 de ellos categoría senior, 11 asociados, 10 junior y 4 sin clasificación.
- Un total de 26 graduados que reportaron, al momento de su defensa de tesis doctoral, 90 publicaciones distribuidas de la siguiente forma: 26 en cuartil Q1, 18 en cuartil Q2, 9 en cuartil Q3, 18 en categoría A1 y 19 en categoría A2. Por lo tanto, cada estudiante al momento de egreso registra, en promedio, alrededor de 3 publicaciones en revistas indexadas (excluyendo publicaciones en congresos).
- Un total de 29 becarios Minciencias (anteriormente Colciencias) y 36 profesores de la UTP; estos últimos con apoyo por parte de la Vicerrectoría Académica de la UTP a través de recursos de formación docente que dispone la Universidad para estos propósitos.
- El diseño e implementación de tres planes de mejoramiento (con cumplimiento de más del 95% de sus metas) y una reforma curricular.
- Un plan de estudio de 96 créditos académicos, 80 de los cuales (correspondientes al 83.3% de los créditos del programa) dedicados a la formulación y desarrollo de la investigación doctoral por parte de los estudiantes.

- Un total de cinco líneas de investigación con amplias temáticas de trabajo.
- Una articulación con las diferentes maestrías de ingeniería de la Universidad que facilitan el paso a una formación doctoral de aquellos estudiantes destacados en procesos de investigación que cursan esas maestrías.
- Una articulación con el sector externo con lo cual se ha podido ejecutar 44 proyectos de extensión.
- Un total de 3 tesis aprobadas supeditadas a laureadas, 16 tesis con nota sobresaliente y 7 con nota de aprobado.

### **2.3. Direccionamiento estratégico**

El programa de Doctorado en Ingeniería es un programa interdisciplinario que fomenta y contribuye al desarrollo de las facultades de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira. En tal sentido, el direccionamiento estratégico está alineado con misiones y visiones de cada una de las facultades que dan origen al programa, las cuales se muestran a continuación.

#### **Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias Computacionales**

##### **Misión**

Es una Facultad de la Universidad Tecnológica de Pereira que centra su actividad en la creación, apropiación, aplicación y transferencia de conocimiento en las áreas de su competencia, con el propósito de contribuir en el desarrollo social y económico de la región y el país; inmersa en la comunidad académica y científica internacional a través de redes y grupos de investigación, que brinda procesos de formación de alta calidad y excelencia académica a niveles de pregrado, postgrado y educación continuada, y ofrece servicios al sector productivo que propendan por el mejoramiento de su competitividad.

##### **Visión**

En el año 2028, será una facultad reconocida por la excelencia de sus grupos de investigación, su vinculación con el sector productivo en proyectos de desarrollo científico y tecnológico, y la movilidad de sus investigadores, docentes y estudiantes a nivel nacional e internacional; además, caracterizada por ofrecer programas de pregrado, postgrado y educación continuada que respondan a las necesidades de la sociedad, tanto en el ámbito local como internacional, con currículos flexibles, en un ambiente de multilingüismo, adaptados a las nuevas tendencias científicas y tecnológicas, y con acreditación de alta calidad.

#### **Facultad de Ingeniería Mecánica**

##### **Misión**



Crear, gestionar y transmitir conocimiento, a través de sus programas académicos, fomentando el desarrollo de la región y el país, con una formación integral de su comunidad, buscando el bienestar de la sociedad.

**Visión**

Ser en el año 2028 un programa de alta calidad, reconocido y acreditado nacional e internacionalmente; integrado al mundo del conocimiento.

**Facultad de Ciencias Empresariales**

**Misión**

Somos una facultad de alta calidad académica, formada por un equipo pluralista y tolerante que crea, desarrolla, consolida y aplica conocimiento en campos como el científico, tecnológico, económico, social, humanístico, ambiental, empresarial y organizacional.

Somos formadores de líderes empresariales integrales, con alta sensibilidad social, fundamentados en valores y comprometidos con el desarrollo económico y político a nivel regional, nacional e internacional.

**Visión**

Facultad de alta calidad académica, competitiva integralmente en procesos de docencia, investigación y extensión, articulada efectivamente con la comunidad científica nacional e internacional, con un alto reconocimiento para el año 2028.

### **3. PERTINENCIA Y PROPÓSITOS DEL PROGRAMA**

#### **3.1. Justificación**

En una época catalogada como la era del conocimiento, se ha demostrado que el crecimiento económico, el bienestar y la cohesión social de un país dependen de las competencias colectivas que como sociedad se adquieran para generar y transferir el conocimiento de manera responsable, pertinente e innovadora. Eso corresponde a una sociedad con una vocación y cultura de I+D+i. Corea y Singapur son una muestra de ello, donde se destacan sus altos índices de crecimiento económico, productividad, innovación y competitividad, todos ellos como consecuencia de inversión decidida en ciencia y tecnología.

Por otro lado, en la actualidad se observa una demanda de educación superior sin precedentes en nuestro país, acompañada de una gran diversificación de la misma, y una mayor toma de conciencia sobre la importancia fundamental que la educación reviste para el desarrollo sociocultural y económico del país. La Universidad, por lo tanto, no debe ser ajena a esta realidad y responder ofertando programas pertinentes para el desarrollo de la región y el país.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Tecnológica de Pereira 2020-2028, su objetivo principal es avanzar construyendo futuro sobre lo que ya somos, para generar aquello que queremos ser, algunas de sus grandes apuestas están enfocadas a gestionar la generación de conocimiento, los productos de desarrollo tecnológico y los emprendimientos pertinentes con las demandas y necesidades de la sociedad y las fronteras de la ciencia, y consolidar la oferta de servicios de extensión con impacto a nivel regional, nacional e internacional. Asimismo, contribuir al desarrollo regional sostenible mediante el aprovechamiento y la transformación de bienes y servicios, mediante la incidencia en políticas públicas, programas, proyectos y acciones, que sean pertinentes a las capacidades académicas e investigativas de la Universidad.

Reconociendo entonces que estamos en una época del conocimiento, que existe una demanda creciente de educación superior en el país, especialmente de formación de alto nivel en la región, y que el actual Plan de Desarrollo Institucional de la UTP promueve la generación de conocimiento, surge entonces el Doctorado en Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira como un programa que promueve y desarrolla la investigación de la Universidad. Asimismo, como un programa que llena un vacío de formación de alto nivel en la región y que apunta a innovar y profundizar en aspectos científicos y tecnológicos para el bien de la sociedad. Igualmente, un programa que acerca la academia a las necesidades de la sociedad –especialmente del sector productivo– ofreciéndole competencias disciplinarias e interdisciplinarias que promuevan la creación y mejoramiento de sus procesos y procedimientos.

### **3.2. Misión del programa**

El programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira tiene como misión formar investigadores con capacidad de resolver problemas prácticos a partir de la formulación y desarrollo de proyectos de investigación, pioneros e innovadores en el área de la ingeniería, dentro de un ámbito de trabajo académico que contribuyan al crecimiento académico de la Universidad, la región y el país.

### **3.3. Visión del programa**

El programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira será reconocido a nivel nacional e internacional como líder en generación de nuevo conocimiento por medio de la investigación en las áreas de su quehacer académico, que contribuyan a la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería, y se destaque por su gran nivel investigativo, científico, innovador de tecnologías para el bien de la Universidad, la región y el país.

### **3.4. Objetivos del programa**

- Ayudar a trascender el modelo de Universidad profesionalizante por el de una Universidad del saber fundamentada en los procesos de investigación que desarrolle el programa.
- Desarrollar proyectos de investigación con el sector productivo para la elaboración de nuevas tecnologías, productos y procesos que conlleven a un mejoramiento de la competitividad de las empresas de la región y del país.
- Promover y participar la apropiación social de conocimiento, al igual que la divulgación del conocimiento a través de los procesos de investigación que desarrolle el programa.
- Incrementar la presencia de la Universidad en el contexto regional, nacional e internacional.
- Trabajar por el mejoramiento permanente de la calidad académica.

### **3.5. Perfil del aspirante y egresado**

#### **Perfil del aspirante**

---

El aspirante a cursar el Doctorado en Ingeniería deberá ser un profesional con un perfil de investigación quien tendrá que demostrar los siguientes conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes e intereses, que se sintetizan en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Perfil del aspirante para el Doctorado**

| ASPECTO                        | DESCRIPCIÓN   | INDICADOR   |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Conocimiento</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poseer título profesional en Ingeniería o título que esté relacionado con cualquiera de las líneas de investigación ofrecidas por el programa.</li> <li>• Poseer título de maestría que esté relacionado con cualquiera de las líneas de investigación ofrecidas por el programa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de vida</li> <li>- Entrevista</li> <li>- Prueba de ingreso<sup>2</sup></li> <li>- Documento con una propuesta de investigación<sup>3</sup></li> </ul> |
| <b>Habilidades y destrezas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresión oral y escrita en español e inglés.</li> <li>• Aptitud para la investigación en cualquiera de los campos de énfasis del programa.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de vida</li> <li>- Entrevista</li> <li>- Documento con una propuesta de investigación</li> </ul>  |
| <b>Actitudes</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Compromiso y servicio social.</li> <li>• Superación y responsabilidad.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de vida</li> <li>- Entrevista</li> </ul>  |
| <b>Intereses</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación y desarrollo de proyectos de investigación.</li> <li>• Estudio de la problemática del sector productivo desde el punto de vista de la ingeniería.</li> <li>• Participación en procesos de transformación académica.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de vida</li> <li>- Entrevista</li> <li>- Documento con una propuesta de investigación</li> </ul>  |

<sup>2</sup> La prueba de ingreso es un examen escrito cuyo objeto es identificar si los conocimientos previos del aspirante se ajustan a los requerimientos de la línea de investigación en la cual el estudiante pretende desarrollar su doctorado. El examen es elaborado por un grupo de profesores pertenecientes al grupo de investigación relacionado con la línea de investigación del estudiante y para su presentación al aspirante se le darán a conocer los temas generales (referencias bibliográficas) de los cuales saldrá la prueba. Esta prueba se realizará cuando el Comité Curricular lo considere necesario.

<sup>3</sup> La propuesta de investigación es un documento que debe contener los siguientes elementos y ser presentado en letra Times New Roman, tamaño 11 puntos, espacio interlineado sencillo, y de una extensión entre 4.000 y 5.000 palabras. Referencias citadas en formato IEEE.

1. Título de la propuesta de investigación
2. Resumen (en español e inglés)
3. Planteamiento y justificación del problema de investigación
4. Antecedentes del problema con su respectivo estado del arte
5. Objetivo general y objetivos específicos
6. Metodología de investigación para el desarrollo de la propuesta de investigación
7. Productos de CTel esperado como consecuencia del desarrollo de la propuesta de investigación
8. Bibliografía

### **Perfil del egresado**

El egresado del programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira es un profesional con capacidad para:

- Analizar, comprender e interpretar fenómenos y procesos de ingeniería asociados con su área de énfasis.
- Identificar, clasificar y sistematizar literatura científica para el análisis y solución de un problema de investigación.
- Conocer, comprender, interpretar y argumentar críticamente la literatura científica de su área de conocimiento.
- Utilizar y generar técnicas, teorías, prácticas y herramientas científicas modernas para solucionar problemas de ingeniería en su área de énfasis.
- Utilizar apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva para la gestión y desarrollo de proyectos de investigación.
- Aplicar y generar nuevos conocimientos en su área de énfasis a través del desarrollo de proyectos de investigación.
- Identificar y plantear alternativas a problemas asociados a su área de trabajo.
- Producir y publicar resultados de investigaciones de nivel avanzado con aportes significativos al estado del arte.
- Utilizar un lenguaje técnico-científico adecuado en sus exposiciones y en sus informes escritos.
- Presentar los resultados de sus investigaciones en simposios o congresos nacionales e internacionales.
- Formular, desarrollar y dirigir proyectos de investigación.
- Participar en grupos de investigación multidisciplinarios.
- Innovar, evaluar, optimizar y concebir el uso de nuevas metodologías de solución aplicadas a problemas de la vida real en su área de énfasis.
- Reconocer el impacto de las soluciones científicas de ingeniería en el contexto global de la sociedad.
- Reconocer el rigor ético y científico de su trabajo de investigación.
- Incorporar conocimientos de otras disciplinas asociados a las investigaciones que realiza en su área de trabajo.

## 4. ORGANIZACIÓN Y ESTRATEGIA CURRICULAR

Los estudiantes de posgrado de la Universidad Tecnológica de Pereira se rigen por lo establecido en el Reglamento Estudiantil de la Universidad<sup>4</sup> y son profesionales que reciben de la Universidad una formación de alta calidad, lo cual les permite crecer como individuos y aportar a las diferentes áreas del conocimiento. Asimismo, son estudiantes que son beneficiarios de los programas de pasantías nacionales e internacionales y de los proyectos de doble titulación que se establezcan por convenios especiales con el fin de generar redes de conocimiento y realimentar sus procesos de investigación. En su trabajo académico y de extensión, estos estudiantes pertenecen a los grupos de investigación existentes en la Universidad.

Conforme con los principios de flexibilidad curricular, podrán tomar cursos o seminarios ofrecidos por otros posgrados de la Institución o por otras instituciones; los cuales serán homologados de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

### 4.1. Organización de la estructura curricular del programa

La tabla 2 muestra la hoja de ruta del programa de Doctorado en Ingeniería, la cual está conformada por un *plan de estudio* y unas *actividades de formación* que deben ser realizadas por el estudiante para alcanzar el título de Doctor en Ingeniería que otorga la Universidad. La longitud de cada área sombreada -medida en semestres académicos- indica el tiempo en que se debe realizar cada uno de los componentes de la hoja de ruta. Detalles de los aspectos de la tabla serán presentados en esta sección.

#### 4.1.1. Descripción del plan de estudios

La tabla 3 detalla el plan conformado por unas asignaturas electivas, unos seminarios de investigación y unas asignaturas de tesis doctoral que, en total, suman 96 créditos académicos<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Disponible en: <http://www.utp.edu.co/secretaria/reglamentoestudiantil/index>

<sup>5</sup> Sistema de Créditos Académicos. Ministerio de Educación Nacional. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87727.html>

Tabla 2. Hoja de ruta del programa de Doctorado en Ingeniería (plan de estudios y actividades de formación)

| PRIMER AÑO                                 |    | SEGUNDO AÑO                   |    | TERCER AÑO                        |    | CUARTO AÑO       |      |
|--|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|----|------------------|------|
| I  | II | III                           | IV | V                                 | VI | VII              | VIII |
| <b>PLAN DE ESTUDIO</b>                     |    |                               |    |                                   |    |                  |      |
| ASIGNATURAS ELECTIVAS                      |    |                               |    |                                   |    |                  |      |
| ASIGNATURAS DE SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN |    |                               |    |                                   |    |                  |      |
|  |    | ASIGNATURAS DE TESIS DOCTORAL |    |                                   |    |                  |      |
| <b>ACTIVIDADES DE FORMACIÓN</b>            |    |                               |    |                                   |    |                  |      |
|  |    |                               |    | EXAMEN DE CUALIFICACIÓN           |    |                  |      |
|  |    |                               |    | PERIODO SUGERIDO PARA LA PASANTÍA |    |                  |      |
|  |    |                               |    |                                   |    | DEFENSA DE TESIS |      |

Tabla 3. Detalles del plan de estudio

| PRIMER AÑO                                 |   | SEGUNDO AÑO   |   | TERCER AÑO                        |                                  | CUARTO AÑO                      |                                  |
|--|---|---|---|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| I  | II  | III   | IV  | V                                 | VI                               | VII                             | VIII                             |
| <b>PLAN DE ESTUDIO</b>                     |   |   |   |                                   |                                  |                                 |                                  |
| ELECTIVA I<br>4 créditos                   | ELECTIVA III<br>4 créditos                  | Créditos de electivas de formación: 16<br>Créditos de investigación: 80<br>Número total de créditos: 96 |   |                                   |                                  |                                 |                                  |
| ELECTIVA II<br>4 créditos                  | ELECTIVA IV<br>4 créditos                   |   |   |                                   |                                  |                                 |                                  |
| SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I<br>4 créditos | SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II<br>4 créditos |   |   |                                   |                                  |                                 |                                  |
|  |   | SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN III<br>2 créditos  | SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN IV<br>2 créditos |                                   |                                  |                                 |                                  |
|  |   | TESIS DOCTORAL I<br>10 créditos   | TESIS DOCTORAL II<br>10 créditos            | TESIS DOCTORAL III<br>12 créditos | TESIS DOCTORAL IV<br>12 créditos | TESIS DOCTORAL V<br>12 créditos | TESIS DOCTORAL VI<br>12 créditos |

#### **4.1.1.1. Asignaturas electivas**

Son asignaturas que le permiten al estudiante adquirir o fortalecer conceptos específicos en diversas áreas de la ingeniería. En total son cuatro materias electivas –para un total de 12 créditos académicos– las cuales son ofertadas por el programa por solicitud de cada una de las líneas de énfasis del doctorado y respaldadas por los grupos de investigación que soportan el programa.

El estudiante podrá homologar o acreditar cursos que haya aprobado en su maestría u otro doctorado a solicitud de su tutor con carta dirigida al Comité Curricular del doctorado; en total podrá homologar o acreditar hasta un máximo de dos (2) asignaturas. Para esta solicitud, deberá anexar los contenidos de los cursos, así como un certificado oficial expedido por la Universidad en donde se certifique la aprobación del curso indicando la nota del mismo. Para cursos de maestría de la Universidad Tecnológica de Pereira, el certificado de aprobación no es necesario.

#### **4.1.1.2. Seminarios de Investigación**

Son asignaturas de fundamentación metodológica y formulación de la propuesta de investigación. Igualmente, son espacios de análisis y discusión, en los que participan tanto los estudiantes de doctorado como sus respectivos tutores, con el propósito principal de permitirle al estudiante fortalecer su formación como investigador. Los seminarios de investigación tienen el siguiente alcance:

- **Seminario I:** Asignatura orientada a afianzar conceptos relacionados con aspectos metodológicos para el desarrollo de una tesis doctoral.
- **Seminarios II:** Asignatura orientada a una completa revisión del estado del arte e identificación del vacío de conocimiento del tema de investigación.
- **Seminarios III y IV:** Asignaturas orientadas a la preparación y presentación de la prueba de cualificación.

Los seminarios también podrán ser utilizados como espacios en donde se atenderá a conferencias magistrales o paneles de discusión con expertos nacionales e internacionales traídos por el programa o la Universidad.

Los seminarios de investigación I y II equivalen a 4 créditos académicos mientras que los seminarios de investigación III y IV equivale a 2 créditos académicos. Estos seminarios deberán cursarse entre el primer y cuarto semestre. Cada seminario es prerrequisito del siguiente.





---

El comité evaluador (o jurados evaluadores) para la prueba de cualificación estará compuesto por las siguientes dos personas.

- Un evaluador interno profesor de la Universidad Tecnológica de Pereira. Éste podrá ser sustituido por un evaluador nacional o uno internacional.
- Un evaluador nacional. Éste podrá ser sustituido por un evaluador internacional.

Los evaluadores de una prueba de cualificación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estar vinculado a una Universidad, Centro de Investigación o Empresa.
- Tener título de Doctor en una de las líneas de énfasis del Doctorado en Ingeniería.
- Demostrar experiencia académica y/o profesional en la temática relacionada con la tesis doctoral. La experiencia será evaluada por el Comité Curricular del programa.
- No tener un conflicto de interés al ser coautor de un producto de generación de nuevo conocimiento del cual sea parte el evaluado o haber participado en un proyecto de investigación de manera conjunta.

Los anteriores requisitos serán evaluados por el Comité Curricular con base en el CvLAC u hoja de vida (Curriculum Vitae) del evaluador.

- Etapa 2: La presentación oral ante el comité evaluador del tema de investigación consignado en el documento, en la cual el estudiante deberá exponer de una manera clara y sucinta los principales aspectos del documento dando especial énfasis en la razón por la cual el tema seleccionado y el vacío de conocimiento identificado están a nivel doctoral. Asimismo, el estudiante deberá responder a las inquietudes que surjan por parte del jurado durante la presentación. Esta se podrá realizar en español o inglés.

Una vez realizada la presentación, el comité evaluador podrán aprobar el examen, lo cual significa que el tema seleccionado y el vacío de conocimiento identificado son aceptados como propuesta de investigación a nivel doctoral. En este caso, el programa considera al estudiante como Candidato a Doctor. Por otro lado, en caso de reprobación la prueba, esta se podrá presentar por una segunda oportunidad atendiendo las sugerencias realizadas por el jurado evaluador.

Entre el examen de cualificación y la defensa de la tesis deberá existir como mínimo un año de diferencia y es un procedimiento que se realiza de manera individual.

#### **4.1.2.2. Suficiencia en lengua extranjera**

Es un examen de suficiencia de inglés el cual es realizado por el Instituto de Lenguas Extranjeras (ILEX) de la Universidad, establecido como requisito de grado por parte de la Universidad y reglamentado por el Acuerdo 055 del 2016 del Consejo Superior Universitario. El estudiante deberá solicitar por escrito al programa de doctorado la decisión de realizar la prueba. El ILEX realiza este tipo de pruebas de manera periódica y el programa anunciará, con debida antelación, las fechas en que se puede presentar este examen. El examen es un requisito de egreso por lo cual podrá presentarse al inicio del programa o durante el desarrollo del mismo.

Algunas consideraciones relacionadas con esta prueba:

- El nivel mínimo que exige el programa y la Universidad es B1.
- El ILEX es el único responsable de elaborar la prueba.
- El estudiante podrá solicitar ante el ILEX un aval (*homologación*) de los resultados de las siguientes pruebas con vigencia no mayor a dos años: TOEFL, FC, CAE y IELTS. En caso de ser aprobada, se da por cumplido este requisito.
- En ningún caso el ILEX homologa cursos de inglés o certificados de culminación de cursos.
- En caso de aprobar la prueba, el ILEX reporta al Centro de Registro y Control con copia al doctorado la nota del examen. En caso de reprobar, el estudiante podrá presentar la prueba en la siguiente fecha.
- La prueba tiene un costo que deberá ser asumido por el estudiante.

#### **4.1.2.3. Pasantía**

La pasantía es una estancia de investigación que realiza el estudiante de Doctorado en una Universidad, centro de investigación o industria con el fin de realimentar su proyecto de investigación. Es recomendable realizar la pasantía entre el cuarto y sexto semestre del programa y siempre se deberá solicitar su aprobación al Comité Curricular diligenciando el formato disponible para este propósito, el cual se encuentra en la página web del programa.

La pasantía es obligatoria para estudiantes becarios de Colciencias y es recomendable para los otros estudiantes. El programa ofrecerá un apoyo económico estipulado por el Comité Curricular para adelantar la pasantía, el cual se debe solicitar diligenciando el formato disponible para ese propósito.

#### **4.1.3. Tesis doctoral**

##### **4.1.3.1. Aspectos generales**

La tesis doctoral es un procedimiento que debe ser realizado en el transcurso del octavo semestre y contar con el examen de cualificación previamente aprobado, consta de las siguientes dos etapas:

---

1. Etapa 1: La presentación de un documento en el cual se muestre el desarrollo y resultados del trabajo de investigación ante un jurado evaluador. Este documento debe contener como mínimo unos objetivos, una identificación del vacío del conocimiento, un planteamiento del problema con la formulación de la pregunta de investigación, una revisión del estado del arte, una metodología de solución, unos resultados numéricos o experimentales, unas conclusiones y un listado de referencias bibliográficas. La tesis podrá ser escrita en español o inglés en la plantilla que tiene disponible el programa para ese propósito y que se puede descargar de su página web. En caso de escribirla en inglés, el estudiante deberá anexar un certificado expedido por un corrector de estilo quien certifique que la tesis cumple con los criterios de calidad de ese idioma.
2. Etapa 2: Una sustentación oral del documento de tesis doctoral frente al jurado evaluador una vez estos consideren que el documento cumple con los requisitos (de forma y fondo) de una tesis doctoral. La presentación podrá ser realizada en español o inglés.

La elaboración del documento de tesis y la defensa oral es un procedimiento que se realiza de manera individual.

#### **4.1.3.2. Evaluación de la tesis doctoral**

Cada una de las etapas anteriores tiene un proceso de evaluación, el cual se describe a continuación:

##### *Evaluación de la etapa 1*

1. El estudiante deberá diligenciar el formato de solicitud de jurados para trabajo de tesis y radicarlo en el Comité Curricular del programa al email ([lazos@utp.edu.co](mailto:lazos@utp.edu.co)) con visto bueno del director y los co-directores. Igualmente, deberá enviar al email ([doctorado@utp.edu.co](mailto:doctorado@utp.edu.co)) una versión electrónica del documento de tesis y las publicaciones derivadas del trabajo de investigación. Bajo ninguna circunstancia se debe enviar copia física de esos documentos.
2. El Comité Curricular procederá a recomendar al Consejo de Facultad de Ingenierías el nombramiento de jurados y a enviar el documento de tesis con las respectivas publicaciones. La composición del comité evaluador para la *tesis doctoral* es el siguiente:
  - Un evaluador interno profesor de la Universidad Tecnológica de Pereira. Este podrá ser sustituido por un evaluador nacional o uno internacional.
  - Un evaluador nacional. Este podrá ser sustituido por uno internacional.
  - Un evaluador internacional.

Cada jurado deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar vinculado a una Universidad, Centro de Investigación o Empresa.
- Tener título de Doctor en una de las líneas de énfasis del Doctorado en Ingeniería.
- Demostrar experiencia académica y/o profesional en la temática relacionada con la tesis doctoral. La experiencia será evaluada por el Comité Curricular del programa.
- No tener un conflicto de interés al ser coautor de un producto de generación de nuevo conocimiento del cual sea parte el evaluado o haber participado en un proyecto de investigación de manera conjunta.

Los anteriores requisitos serán evaluados por el Comité Curricular con base en el CvLAC u hoja de vida (Curriculum Vitae) del evaluador

3. Los jurados evaluarán el documento e indicarán uno de los siguientes aspectos:
  - a. Aprueban la defensa pública oral con ligeras modificaciones al documento o sin modificación alguna.
  - b. Aprueban la defensa pública oral, pero con cambios al documento y se debe dar respuesta formal a los evaluadores indicando los cambios realizados al documento.
  - c. No aprueban la defensa pública oral puesto que el documento requiere cambios sustanciales y se hace necesaria una nueva evaluación del mismo.
  - d. No aprueban la defensa pública oral pues existe evidencia de plagio.

Una vez aprobada la defensa pública oral por parte de *todos* los jurados evaluadores, se procede a la evaluación de la siguiente etapa (etapa 2).

#### *Evaluación de la etapa 2*

El Comité Curricular programará una presentación para que el estudiante exponga su trabajo de investigación apoyándose en los medios tecnológicos con que disponga la Universidad. Una vez el estudiante culmine la presentación, los jurados indicarán la nota de la tesis con base en los siguientes criterios:

- **Reprobada:** cuando, a juicio del jurado calificador, se encuentren graves falencias en la metodología o la sustentación del trabajo.
  - **Aprobada:** cuando, a juicio del jurado calificador, cumple los objetivos propuestos y los requerimientos metodológicos de una formación doctoral. Además, debe demostrar que cumple con uno de los siguientes dos requisitos:
-

- 
- Se tienen dos (2) artículos aprobados en revistas (*journal*) indexadas tipo A (A1 o A2) por MinCiencias y un (1) trabajo aceptado y presentado en un congreso internacional, todos estos productos derivados de su trabajo de tesis doctoral.
  - Se tiene un (1) artículo aprobado en una revista (*journal*) clasificada en cuartil 1 en el año de publicación del artículo y con base en el indicador SJR (SCImago Journal Indicator). Igualmente se debe tener un (1) trabajo aceptado y presentado en un congreso internacional, todos estos productos derivados de su trabajo de tesis doctoral.
- **Sobresaliente:** cuando, a juicio del jurado calificador, se superan los alcances de los objetivos propuestos y se presentan aportes importantes de investigación o innovación por parte del estudiante. Además, por recomendación del Comité Curricular, aunque no sea una condición vinculante, debería demostrar por lo menos la existencia de dos (2) artículos aprobados en revistas (*journals*) clasificados en cuartil 1 en el año de publicación del artículo y con base en el indicador SJR (SCImago Journal Indicator). Igualmente, debería tener un (1) trabajo aceptado y presentado en un congreso internacional, todos estos productos derivados de su trabajo de tesis doctoral.
  - **Laureada:** cuando, a juicio del jurado calificador, se superan los alcances de los objetivos propuestos y se presentan aportes significativos de investigación o innovación por parte del estudiante. Además, por recomendación del Comité Curricular, aunque no sea una condición vinculante, debería demostrar la existencia de por lo menos cuatro (4) artículos aprobados en revistas (*journals*) clasificados en cuartil 1 en el año de publicación del artículo y con base en el indicador SJR (SCImago Journal Indicator). Igualmente, se debería tener (2) trabajos aceptados y presentados en congresos internacionales, todos estos productos derivados de su trabajo de tesis doctoral.

#### 4.1.4. Requisito de permanencia y requisitos de grado

##### 4.1.4.1. Requisito de permanencia

Es un procedimiento administrativo que le permite al estudiante matricularse académicamente como estudiante del doctorado una vez haya culminado el octavo semestre de estudio sin haber concluido su tesis doctoral.

Este procedimiento se debe realizar cada semestre académico a partir del octavo semestre. Para esto, el estudiante debe diligenciar y enviar al Comité Curricular el formato disponible para ese propósito, el cual puede ser descargado de la página web del programa. En este, se deberá describir un plan detallado de trabajo para culminar su tesis doctoral al igual que la fecha estimada de

---

finalización de sus estudios. En caso de no presentar un plan de trabajo, el Comité Curricular procederá a realizar las acciones pertinentes ajustadas al reglamento de la Universidad.

En todo caso, el estudiante no podrá exceder el tiempo límite para presentar su tesis de grado tal cual se indica en artículo 32 del Acuerdo 15 del 2006 (reglamento de posgrados) que señala:

“El tiempo de realización de los estudios, incluyendo la tesis o el trabajo de grado, será máximo el doble de la duración normal del programa, contados a partir de la fecha de su iniciación.

PARAGRAFO: Los estudiantes que se pasen del tiempo estipulado en el artículo 32, por causas debidamente justificadas ante el Consejo de Facultad, podrán culminar sus estudios acogiéndose a las actualizaciones que fije el Comité Curricular del programa y al pago de los correspondientes montos de matrícula por asignatura. El trabajo de grado equivale a una asignatura”.

Para instrumentalizar al parágrafo del artículo 32 del Acuerdo 15 del 2006 del Consejo Superior de la Universidad, el Comité Curricular del Doctorado en Ingeniería establece lo siguiente:

1. El estudiante deberá enviar una comunicación al Comité Curricular del programa en donde explique las razones por las cuales ha excedido el doble de tiempo para la culminación de sus estudios doctorales. Así mismo, deberá enviar un plan detallado de culminación. Una vez el Comité Curricular la apruebe, enviará al Consejo de Facultad una comunicación en donde se indique si el estudiante requiere actualizar algún contenido del programa.
2. El estudiante matriculará la asignatura de tesis doctoral VI con un costo de 10 SMLV; valor que corresponde a un semestre académico del programa.

#### **4.1.4.2. Requisitos de grado**

Los siguientes son los requisitos de grado estipulados por la Universidad:

- Haber cursado y aprobado las asignaturas señaladas en el Plan de Estudios con una nota mínima de 3.0 y un promedio de grado general mayor o igual a 3.5.
- Estar a paz y salvo en todo concepto con el programa y la institución.
- Haber presentado y aprobado la tesis doctoral.
- Demostrar suficiencia en lengua extranjera con competencia equivalente a B1 según lo indicado en el Acuerdo 55 de noviembre del 2016 del Consejo Superior.

#### **4.2. Actualización del currículo**

El Comité Curricular del Programa de Doctorado en Ingeniería es la instancia encargada de velar por la revisión y actualización permanente del plan de estudios y todas las actividades académicas del programa. A través de reuniones periódicas, este comité analiza y hace seguimiento a la buena ejecución curricular. Revisiones a profundidad se realizan por lo menos una vez por año, en donde se toman decisiones sobre los ajustes que requiere el plan de estudios –o la hoja de ruta en general– y que sean necesarias para el buen funcionamiento del programa.

El Comité Curricular sugiere los cambios al plan de estudios ante el Consejo de Facultad de Ingenierías, quien a su vez avala y realiza los trámites correspondientes al interior de la Universidad para que las actualizaciones puedan ser implementadas.



---

## 5. LA INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA

Como fundamento principal, el programa de Doctorado en Ingeniería se centra en fomentar y contribuir a la investigación en las áreas de ingeniería en que tiene fortaleza la Universidad Tecnológica de Pereira. La investigación tiene como principio rector innovar y profundizar en problemáticas que aquejan a los distintos actores de la sociedad, de tal manera que las soluciones de los mismos contribuyan al crecimiento académico de la Universidad y al crecimiento económico de la región y el país.

En tal sentido, y tomando en consideración las fortalezas de los diferentes grupos de investigación de la Universidad y su clasificación en los modelos de medición de Colciencias, el programa tiene las siguientes líneas de énfasis en investigación.

### 5.1. Línea de investigación en sistemas eléctricos

#### Descripción y Justificación de la línea

La energía eléctrica es clave para el desarrollo económico y social de un país, ya que la disponibilidad del servicio eléctrico incide directamente en los sistemas de producción y en la calidad de vida de la población. Por lo tanto, los esfuerzos que se realicen a través de diferentes frentes (académicos e investigativos, gubernamentales, empresariales, etc.), por asegurar un flujo energético constante a través de toda la cadena de producción y suministro es un imperativo para el crecimiento de la economía de cualquier país.

Los sistemas eléctricos de potencia tienen una alta complejidad debido a su tamaño, interrelación entre sus diferentes elementos y su naturaleza dinámica; por lo tanto, su estudio abarca una amplia gama de temas que van desde el modelamiento matemático, el análisis de la dinámica de sistemas, planeación, optimización, operación y regulación.

Los sistemas eléctricos de potencia pueden ser analizados desde un punto de vista puramente matemático (investigación pura), dadas sus características complejas asociadas a su no linealidad, comportamiento dinámico y la necesidad de desarrollar métodos y teorías que consideren el concepto de sistema. Desde el punto de vista de la investigación aplicada, los sistemas de potencia actuales presentan retos asociados a la integración de nuevas fuentes de energía, la eficiencia en los procesos de operación y mantenimiento, el aseguramiento de calidad y el desarrollo de un mercado adecuado que favorezca el desarrollo de los agentes que intervienen y al usuario final.

Por lo anterior, la investigación en sistemas eléctricos de potencia en la UTP contempla el análisis, planeamiento, operación y control de toda la cadena del suministro eléctrico (generación,

---

trasmisión y distribución), así como los elementos asociados a la calidad y el mercado de energía. Las líneas de investigación específicas de esta área incluyen:

- a) Planeamiento de sistemas eléctricos (generación, transmisión y distribución)
- b) Mercados de energía y regulación
- c) Protección, operación y control de sistemas eléctricos
- d) Integración de fuentes de energía no convencionales
- e) Dinámica, control y estabilidad de sistemas eléctricos
- f) Calidad de la energía
- g) Confiabilidad en sistemas eléctricos
- h) Técnicas matemáticas y computacionales aplicadas al estudio de sistemas eléctricos.

### Grupos de investigación que soportan la línea

Los grupos de investigación que soportan esta línea y su categoría se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Grupos de investigación línea en Sistemas Eléctricos**

| GRUPOS DE INVESTIGACIÓN   | CATEGORÍA |
|---|-----------|
| Planeamiento de sistemas eléctricos   | A1        |
| Desarrollo en Investigación Operativa - DINOP   | A1        |
| Investigación en Aplicaciones de Técnicas de Optimización y Procesos Estocásticos - GAOPE | A1        |
| Campos Electromagnéticos y Fenómenos Energéticos (CAFÉ)                                   | A1        |
| Calidad de Energía Eléctrica y Estabilidad - ICE3   | A1        |
| Laboratorio de investigación de desarrollo eléctrico y electrónico - LÍDER                | A         |

## 5.2. Línea de investigación en automática y electrónica

### Descripción y Justificación de la línea

La automática se entiende como el proceso mediante el cual se planifican, diseña, desarrollan, mantienen y optimizan sistemas electrónicos y computarizados programables y/o metodologías computarizadas para identificar, medir, evaluar y/o controlar fenómenos que ocurren a nivel industrial, social, biológico y físico.

La automatización implica temáticas relacionadas con la sensorica y la instrumentación, el procesamiento de señales, el análisis de datos y el control de procesos físicos. El desarrollo exitoso del proceso de automatización involucra los conocimientos propios de las ciencias básicas, como la matemática y la física, y de conocimientos específicos adquiridos en las ingenierías.

El desarrollo del área en Automática y Electrónica dentro del Doctorado en Ingeniería se justifica en el mundo actual, donde la importancia de la medición y el análisis de las mediciones que se adquieren, se convierten en un factor determinante en campos tan disímiles como las ciencias médicas y las ciencias sociales. El mundo actual está sufriendo un cambio de paradigma en el que el factor predominante es el manejo y análisis de datos. La cantidad de datos que se generan en muchos campos como la medicina, la biología y diversas ciencias aplicadas, hace necesario el desarrollo de técnicas y metodologías de análisis, que permitan extraer conocimiento e información sobre los fenómenos que esos datos representan.

Así mismo, el área de automática y electrónica propende por generar, de manera más específica, conocimiento en los diferentes campos de la ingeniería electrónica tales como: la electrónica de potencia, los sistemas de comunicación y los sistemas de control y robótica.

Con relación a la electrónica de potencia esta línea abarcará temáticas como:

- a) Acondicionamiento, control y conversión eficiente de potencia eléctrica utilizando dispositivos semiconductores.
- b) Reducción de costos de producción e incremento de valores nominales de corrientes y voltajes, para su implementación en aplicaciones como: High-Voltage dc Transmission (HVDC), Flexible AC Transmission Systems (FACTS), Active Filtering and Static Compensation.
- c) Smartgrids, microgrids, transformadores inteligentes y otras aplicaciones.

### **Grupos de investigación que soportan la línea**

Los grupos de investigación que soportan esta línea y su categoría se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Grupos de investigación línea en automática y electrónica**

| GRUPOS DE INVESTIGACIÓN                                    | CATEGORÍA |
|--|-----------|
| Control Automático   | A1        |
| Procesos en manufactura y diseño de máquinas               | A1        |
| Automática   | A         |
| Electrónica de potencia                                    | A         |
| Análisis de Datos y Sociología Computacional (GIADS)       | A         |
| Gestión de sistemas eléctricos, electrónicos y automáticos | A         |

### **5.3. Línea de investigación en sistemas de producción**

#### **Descripción y Justificación de la línea**

---

Esta línea de investigación tiene como objetivo investigar y enseñar sobre procesos, técnicas y estrategias requeridas para el mejoramiento de procesos industriales relacionados con la producción eficiente de bienes y la operación óptima de diferentes sistemas de producción y distribución, existentes dentro de la cadena de suministro.

Esta línea se justifica dentro del programa de doctorado principalmente desde dos ópticas. La primera está relacionada con la experiencia adquirida por los grupos de investigación que trabajan en el área, los cuales naturalmente se han venido fortaleciendo con la elaboración de trabajos de pregrado, maestría y actualmente doctorado alrededor de esta área específica. La segunda óptica se relaciona con la gran pertinencia para la comunidad académica y el sector industrial de lo que tiene que ver con investigación y desarrollo en procesos de mejoramiento de los diferentes sistemas de producción y operación. Podría decirse que esta área de énfasis es transversal a los objetivos del Doctorado en Ingeniería y permite la integración de diferentes disciplinas para la solución de problemas comunes, a través de herramientas tales como la investigación de operaciones, optimización exacta y combinatorial, modelado matemático y computación blanda, entre otras.

#### Grupos de investigación que soportan la línea

Los grupos de investigación que soportan esta línea y su categoría se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Grupos de investigación línea en sistemas de producción**

| GRUPOS DE INVESTIGACIÓN   | CATEGORÍA     |
|---|---------------|
| Planeamiento de sistemas eléctricos   | A1            |
| Desarrollo en Investigación Operativa - DINOP   | A1            |
| Investigación en Aplicaciones de Técnicas de Optimización y Procesos Estocásticos – GAOPE | A1            |
| Desarrollo humano y organizacional  | B             |
| Análisis envolvente de datos / Data Envelopment Analysis                                  | B             |
| Administración económica y financiera   | No reconocido |

#### 5.4. Línea de investigación en mecánica

##### Descripción y Justificación de la línea

La Ingeniería Mecánica es un área de la ingeniería que implica el uso de principios físicos para el estudio (análisis, síntesis, diseño, entre otros), fabricación y mantenimiento de sistemas mecánicos. Tradicionalmente, ha sido la rama de la ingeniería que, mediante el conocimiento de principios fundamentales, ha creado dispositivos útiles como: utensilios, herramientas, máquinas y sistemas. El ingeniero mecánico es además responsable de la formulación de proyectos que contribuyan en

aspectos sociales y económicos, y que, para su desarrollo, son necesarias las fases de negociación, planeación, ejecución y mantenimiento de los sistemas instalados, todo dentro de un marco de sostenibilidad y respeto por el ambiente.

Con la línea de Mecánica del Doctorado en Ingeniería de la UTP se propone respaldar los procesos de innovación y desarrollo tecnológico en el campo de la Mecánica, que conlleven a incrementar la competitividad y la productividad de las empresas regionales y nacionales. De otro lado, los desarrollos científicos que tienen profundidad y arraigo exclusivo con la Ingeniería Mecánica, encontrarían su nicho propio, donde se facilitaría la comunicación, sinergia y la mutua calificación entre pares académicos. Los trabajos y aportes alcanzados podrán ser de mayor calado científico y tecnológico, contando con un mayor reconocimiento dentro de la comunidad académica y empresarial.

### Grupos de investigación que soportan la línea

Los grupos de investigación que soportan esta línea y su categoría se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Grupos de investigación línea de mecánica**

| GRUPOS DE INVESTIGACIÓN                           | CATEGORÍA |
|---|-----------|
| Procesos en manufactura y diseño de máquinas      | A1        |
| Automática  | A         |
| Investigación en Gestión Energética (GENERGETICA) | A         |

## 5.5. Línea de investigación en ciencias computacionales

### Descripción y Justificación de la línea

Asistimos a una época caracterizada por una explosión de eventos relacionados con lo que hemos denominado Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Puede afirmarse que no existen campos de saber, disciplinas, quehaceres humanos, donde no se haya permeado su actividad por estas tecnologías. Incluso barreras de lectoescritura han sido superadas por las tecnologías sin sentar o corregir las deficiencias existentes.

Esta condición transversal y universal plantea retos en todos los terrenos, desde la esfera de la Educación como son los que nos atañen, pasando por el impacto en la gestión pública y privada, las políticas de universalización y acceso a estas tecnologías, hasta aspectos filosóficos, estéticos y éticos.

El estado colombiano ha mostrado tener disposición para favorecer esta área. Dos aspectos permiten sustentar esta afirmación: primero, en lo administrativo con el surgimiento del Ministerio de las TIC y las Secretarías TIC en los niveles departamentales y municipales, proyectando la imagen de un estado que entiende, patrocina y fomenta su uso. Segundo, con el aumento exponencial en la inversión en este campo, mostrando que existe disposición clara de convertir el país en un exportador de servicios basados en la mano de obra.

En este entorno, se plantea como reto ofertar servicios de formación doctoral para atender esta demanda. Por ahora, desde la óptica de las potencialidades internas.

La expresión tecnológica no es nuestro objeto de estudio. Las ciencias computacionales son subyacentes a la tecnología y son el elemento determinante que las unifica y sustenta. Las TIC se expresan y permean la sociedad en diferentes formas y equipos que extienden y acompañan las actividades que desarrollamos. Pero son la expresión y no el fondo. Ellas están apoyadas en los fundamentos de la matemática computacional. Este es nuestro objeto de estudio.

Otra perspectiva del mismo problema lo apreciamos al percibir que las ciencias computacionales son transversales a las diferentes áreas del conocimiento y a diferentes disciplinas donde se expresa el conocimiento humano. En este caso, son los retos y condiciones que hacen tratable computacionalmente el problema, nuestro objeto de estudio.

Los problemas abordados por las ciencias de la computación provienen de las TIC y otros son heredados de diversos campos de las ciencias puras y aplicadas.

El espectro es tan amplio que solo podemos abordar un pequeño conjunto de las diferentes áreas que la conforman según la ACM y la IEEE. Algunos focos específicos de esta área son IA, IS, Geometría computacional, persistencia y lenguajes formales.

En el caso colombiano, y el nuestro en particular, se han acomodado en el área problemas relacionados con la teoría de señales y la comunicación, tecnologías de redes, hardware reconfigurable y otros que pueden ser heredados o resultado de la intersección con áreas como la electrónica digital y las comunicaciones electrónicas.

### **Grupos de investigación que soportan la línea**

Los grupos de investigación que soportan esta línea y su categoría se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Grupos de investigación línea en ciencias computacionales**

| GRUPOS DE INVESTIGACIÓN                                 | CATEGORÍA |
|---|-----------|
| SIRIUS  | A1        |
| GIA - Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial | C         |

---

## 6. ARTICULACIÓN CON EL MEDIO

### 6.1. Articulación académica: pasantías

Desde la fecha de creación del Doctorado, se han establecido una serie de vínculos académicos con diferentes profesores de otras instituciones con el fin de facilitar a los estudiantes del programa la realización de pasantías que fortalezcan sus procesos de investigación. Las universidades – internacionales y nacionales– y las empresas con las cuales se dispone de vínculos de movilidad son las siguientes:

#### Universidades Internacionales (por orden alfabético del país)

- Universität Darmstadt, Alemania
  - Instituto de Investigación de la Madera Thünen, Alemania
  - Ghent University, Bélgica
  - Universidad Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – UNESP, Brasil
  - University of Campinas, Brasil
  - Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil
  - Universidad Federal de Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brasil
  - University of Waterloo, Canadá
  - University of Southern Denmark, Dinamarca
  - Universidad Bío-Bío, Chile
  - Universidad de Concepción, Chile
  - Universidad Andrés Bello, Chile
  - Universidad de Talca, Chile
  - Universidad de Chile - Centro de Energía Universidad, Chile
  - Sheffield Institute for Translational Neuroscience, Dinamarca
  - Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca, Ecuador
  - Universidad de Castilla-La Mancha, España
  - Universidad Politécnica de Cataluña UPC, España
  - Universidad Rey Juan Carlos III, España
  - Universidad Politécnica de Valencia, España
  - Universidad de Granada, España
  - Universidad de Washington, Estados Unidos
  - Universidad Estatal de Iowa, Estados Unidos
  - Universidad de Arkansas, Estados Unidos
  - Marquette University, Estados Unidos.
  - Universidad Estatal de Virginia, Estados Unidos
  - Ecole des Mines de Saint Etienne, Francia
-



- Aalto University, Finlandia
- Universiteit Amsterdam, Holanda
- Vrije Universiteit Amsterdam, Holanda
- University Amsterdam, Holanda
- Universidad de Boloña, Italia
- Universidad de Tokio, Japón
- United Nations Environment Programme, Kenya
- Norwegian University of Science and Technology, Noruega
- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), México
- Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey sede Toluca, México
- University College of London, Reino Unido
- Universidad de Sheffield, Reino Unido
- Universidad de los Andes, Venezuela

#### **Universidades Nacionales (por orden alfabético)**

- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá
- Universidad de los Andes, Bogotá
- Universidad de Antioquia, Medellín
- Universidad Javeriana, Cali
- Universidad Libre, Pereira
- Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales
- Universidad del Quindío, Armenia
- Universidad de la Salle, Bogotá
- Universidad del Valle, Cali

#### **Empresas (por orden alfabético)**

- Banco de Comercio Exterior de Colombia S.A. -BANCOLDEX SA.
  - Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
  - Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC)
  - Colombia Challenge Your Knowledge
  - Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)
  - Compañía experta en mercados (X.M S.A. Filial del grupo ISA)
  - Electrohuila
  - Empresa de Energía del Quindío (EDEQ)
  - EPM S.A.
  - INNPULSA – Colombia
  - Instituto de Epilepsia y Parkinson del Eje Cafetero - Neurocentro
-

- Instituto Nacional de Metrología – INM
- Integra S.A. (Operador del transporte masivos)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia
- Ministerio de Transporte – Mintransporte
- Naturgas
- Neurocentro
- Superintendencia General de Puertos
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)

## **6.2. Lineamientos para los apoyos económicos**

Con el fin de facilitar la realización de pasantías de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, el Comité Curricular del programa tiene la siguiente política de apoyos económicos:

- Ser estudiante matriculado académicamente en el programa del Doctorado en Ingeniería.
  - Tener una ponencia debidamente aprobada en un congreso internacional y enmarcada en el tema de la tesis doctoral del estudiante. Congreso internacional es aquel en donde el consejo editorial del evento está compuesto por profesores de universidad extranjeras. No se apoyarán ponencia en congresos de carácter nacional.
  - Tener una carta de invitación para la realización de una pasantía internacional o nacional de una universidad, centro de investigación o industria en donde se realizará la pasantía. La carta deberá contener la fecha de realización de la pasantía junto con el propósito y deberá estar enmarcada dentro del tema de tesis doctoral del estudiante.
  - Realizar la solicitud de apoyo económico diligenciando el formato que el programa disponga para este fin y que se encuentra disponible en su página web.
  - Legalizar el apoyo económico en la dirección del Programa entre los primeros cinco días hábiles seguidos a la fecha de culminación del congreso o la pasantía. Los documentos para la respectiva legalización serán indicados por la Dirección del programa.
  - Cada estudiante podrá realizar una solicitud de apoyo económico para asistencia a congreso y una para pasantía durante el periodo de realización de sus estudios doctorales. Solicitudes adicionales para asistencias a congresos o pasantías serán analizadas por el Comité Curricular y en todo caso siempre se dará prioridad a aquellos estudiantes que hacen su solicitud por primera vez. Los apoyos económicos estarán sujetos a disponibilidad presupuestal y solo tendrán como destino lo estipulado en este numeral.
  - El valor del apoyo económico para la asistencia al congreso o pasantía se establecerá de manera anual por el Comité Curricular del programa según su disponibilidad presupuestal y en todo caso no superará los 6 salarios mínimos legales vigentes.
-

### 6.3. Articulación con la investigación

La articulación de la investigación del programa se realiza a través de las directrices que establece la Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Extensión, quien es la unidad académico-administrativa encargada de dinamizar el proceso de integración de la docencia con la investigación y la proyección social de la Universidad Tecnológica de Pereira. La Vicerrectoría crea y mantiene un ambiente de trabajo académico propicio para que profesores y estudiantes desarrollen sus capacidades investigativas y generen y difundan los conocimientos adquiridos en el proceso investigativo a través del ejercicio docente.

Igualmente, la Vicerrectoría busca que la Universidad se consolide y sea más visible en el ámbito regional, nacional e internacional, en su quehacer investigativo contribuyendo con la expansión del conocimiento en las ciencias naturales, exactas, sociales y humanas. La innovación es uno de los paradigmas que rige el desarrollo de los países, siendo la Universidad un soporte fundamental para contribuir a la sociedad y al sector productivo en particular, con propuestas útiles y nuevo conocimiento que pueda ser apropiado por la sociedad y que se reflejen en el crecimiento económico, distribución equitativa del ingreso, elevación de la calidad de vida, la armonía con el medio ambiente, la democracia efectiva y la protección del patrimonio cultural.

Con lo anterior, a través de la Vicerrectoría se reconocen y apoyan los siguientes grupos de investigación que soportan el programa de Doctorado en Ingeniería.

**Tabla 9. Grupos de investigación y su clasificación que apoyan el programa**

| ÍTEM | GRUPO DE INVESTIGACIÓN  | CLASIFICACIÓN MINCIENCIAS |
|------|---|---------------------------|
| 1    | Planeamiento en Sistemas Eléctricos   | A1                        |
| 2    | Desarrollo en Investigación Operativa (DINOP)   | A1                        |
| 3    | Investigación de Conceptos Emergentes en Energía Eléctrica - ICE3                       | A1                        |
| 4    | Control Automático  | A1                        |
| 5    | Campos Electromagnéticos y Fenómenos Energéticos (CAFÉ)                                 | A1                        |
| 6    | Procesos en manufactura y diseño de máquinas  | A1                        |
| 7    | Investigación en Aplicaciones de Técnicas de Optimización y Procesos Estocásticos GAOPE | A1                        |
| 8    | SIRIUS  | A1                        |
| 9    | Automática  | A                         |
| 10   | Electrónica de Potencia   | A                         |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 11 | Análisis de Datos y Sociología Computacional (GIADS)                         | A |
| 12 | Laboratorio de investigación de desarrollo eléctrico y electrónico.<br>LÍDER | A |
| 13 | Investigación en gestión energética (GENERGETICA)                            | A |
| 14 | Gestión de Sistemas Eléctricos, Electrónicos y Automáticos                   | B |
| 15 | Desarrollo humano y organizacional   | B |
| 16 | Análisis envolvente de datos / Data envelopment analysis                     | B |
| 17 | GIA - Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial                      | C |

#### 6.4. Articulación con los egresados

La articulación con los egresados se realiza a través de la Asociación de Egresados de la Universidad Tecnológica de Pereira, quien es una entidad sin ánimo de lucro cuyo objetivo es fomentar el desarrollo integral de la comunidad, la universidad, la empresa y los egresados. En tal sentido, la visión y misión de la Asociación es la siguiente:

##### Visión de la asociación

La Asociación de Egresados de la Universidad Tecnológica de Pereira, desea trascender y desarrollar sus proyectos para que sus beneficios lleguen no solamente a sus Egresados, sino a un conglomerado mayor de personas. La asociación Nacional de Egresados de la UTP, desea darse a conocer por su actualización científica en todas las ramas del saber, por la óptima calidad de los servicios que presta y por el esmerado desarrollo de los proyectos que emprenda o se le encomienden.

##### Misión de la asociación

La Asociación de Egresados de la Universidad Tecnológica de Pereira es una organización sin ánimo de lucro, de derecho privado y de beneficio común, que busca fomentar el desarrollo integral de la Comunidad, la Universidad, la Empresa y los Egresados estrechando entre sus miembros los vínculos de fraternidad emanados por pertenecer a la misma Alma Máter. En busca de su propósito desarrolla actividades tendientes a incrementar el compañerismo, la ayuda mutua y solidaridad, entre el Egresado y la Comunidad Universitaria, todas ellas orientadas a propiciar el desarrollo y buena imagen de la Universidad Tecnológica de Pereira, mediante la prestación de servicios a los Egresados y a la comunidad en general como:

- Red de empleo
- Base de datos

- Extensión
- Charlas, conferencias y eventos
- Descuentos especiales
- Boletín virtual
- Carnetización
- Capacitación

---

## 7. APOYO A LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO

### 7.1. Organización académico-administrativa

La dirección general de los programas de posgrados, de acuerdo al artículo 03 del Acuerdo 31 del 2017, estará a cargo de la Vicerrectoría Académica y los programas de posgrados estarán adscritos a las Facultades. Cada programa de posgrado contará con un Comité Curricular y un director, en el caso particular del Doctorado en Ingeniería dispone de un Comité Curricular integrado por el director del programa quien lo preside y un profesor con título de Doctorado por cada una de las líneas de investigación del programa (sistemas eléctricos, automática y electrónica, sistemas de producción, mecánica, y ciencias computacionales). Igualmente, tiene un representante de los estudiantes del programa y un egresado. Las funciones del Comité Curricular según el artículo 13 del [Acuerdo 15 de 2006](#) son las siguientes:

1. Definir las competencias del programa de formación.
2. Presentar recomendaciones al Consejo de Facultad sobre la reestructuración y creación de otros Programas.
3. Estudiar y recomendar al Consejo de Facultad la vinculación de profesores para el programa, atendiendo a los criterios y mecanismos fijados por la Universidad.
4. Estudiar y recomendar al Consejo de Facultad la necesidad de recursos que requiera el programa.
5. Establecer los aspectos básicos de los anteproyectos encaminados a la realización de monografías, aplicaciones o investigaciones, presentadas por los estudiantes, conceptuar sobre su adecuación a las competencias del programa, evaluar su factibilidad y recomendar su aprobación al Consejo de Facultad.
6. Recomendar al Consejo de Facultad los nombres de los asesores de los trabajos de grado, tesis y monografías, y los profesores que deban integrar los jurados de las mismas.
7. Recomendar al Consejo de Facultad los cursos de nivelación requeridos por los estudiantes de conformidad con las exigencias del programa, al igual que los cursos de extensión que se considere pertinente establecer.
8. Asesorar al director del programa, o a quien haga sus veces, en la aplicación de los criterios establecidos para la admisión de estudiantes e información a los aspirantes seleccionados y no seleccionados, a través del Centro de Registro y Control Académico.
9. Asesorar al director del programa, o a quien haga sus veces, en la forma como se elaboran las pruebas de suficiencia cuando sean necesarias.
10. Darse su reglamentación para el cumplimiento de sus funciones.

De manera adicional, se cuenta con un Comité Central de Posgrados con las siguientes funciones:

1. Asesorar al Consejo Superior, al Consejo Académico, al Rector y a los Vicerrectores, en todo lo relacionado con los postgrados en la Universidad.
-

2. Proponer al Consejo Académico y al Consejo Superior las políticas generales para los postgrados.
3. Presentar al Consejo Académico y al Consejo Superior las normas para la creación, funcionamiento administrativo y académico, admisión, promoción y evaluación de los postgrados.
4. Recomendar al Consejo Académico y al Consejo Superior la creación, suspensión y fusión de programas de postgrado.
5. Promover la innovación permanente en los modelos de docencia universitaria de postgrados.
6. Asumir las funciones que el Consejo Académico y el Consejo Superior le delegue.

## 7.2. Profesores

El listado de Docentes con los que cuenta el programa se presenta a continuación clasificados por las líneas de investigación.

**Tabla 10. Profesores línea Sistemas eléctricos**

| PROFESORES                  | FORMACIÓN   | LÍNEAS DE INTERÉS   |
|-----------------------------|---|---|
| Sandra Milena Pérez Londoño | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniera Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctora en Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidad de Sistemas Eléctricos.</li> <li>• Máquinas Eléctricas.</li> <li>• Localización de Fallas en Sistemas de Distribución.</li> </ul>                                      |
| Juan José Mora Flórez       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista - Universidad Industrial de Santander – UIS.</li> <li>• Magíster en Potencia Eléctrica – Universidad Industrial de Santander.</li> <li>• Magíster en Tecnologías de Información e Ingeniería Eléctrica - Universitat De Girona, España.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universitat de Girona, España.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización de Fallas en Sistemas de Distribución.</li> <li>• Estabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia.</li> <li>• Protección de Sistema Eléctricos de Potencia.</li> </ul> |
| Harold Salazar Isaza        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Master of Science en Economía - Iowa State University, EEUU.</li> <li>• Doctor of Philosophy en Ingeniería Eléctrica - Iowa State University, EEUU.</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de Mercados de Electricidad.</li> <li>• Análisis de Esquemas de Regulación para el Sector. Eléctrico y de Gas Natural.</li> </ul>   |

|                                  |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| Mauricio Granada Echeverri       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual Paulista (UNESP), SP, Brasil.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de la Teoría de Optimización de Operación.</li> <li>Planificación de los Sistemas de Energía.</li> </ul>   |
| Oscar Gómez Carmona              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería - Universidad de los Andes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo en Tiempo Real de los Sistemas Eléctricos de Potencia.</li> <li>Teoría de Grafos y cálculo de Pérdidas Técnicas y no Técnicas en Sistemas de Distribución.</li> </ul>   |
| Antonio Hernando Escobar Zuluaga | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Brasil.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>Planeamiento de Sistemas de Transmisión en Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>Planeamiento y Operación de Sistemas de Distribución.</li> <li>Confiabilidad de Sistemas de Energía Eléctrica.</li> <li>Armónicos en Sistemas de Energía Eléctrica.</li> <li>Automatización y Control de Procesos Industriales.</li> </ul> |
| Alejandro Garcés Ruíz            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería Eléctrica - Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización y Control de Sistemas de Potencia, Electrónica de Potencia.</li> <li>Energías Renovables, Smart Grids, HVDC.</li> </ul>  |
| Carlos Julio Zapata Grisales     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Magíster en Ingeniería Eléctrica y Doctor en Ingeniería - Universidad de los Andes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Confiabilidad de Sistemas Eléctricos.</li> <li>Confiabilidad en Ingeniería.</li> <li>Procesos Estocásticos.</li> <li>Transmisión.</li> <li>Distribución.</li> </ul>   |
| Ramón Alfonso Gallego Rendón     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Especialización En Gestión de Sistemas Energéticos - Universidad de los Andes.</li> <li>Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planeamiento de Sistemas de Transmisión en Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>Planeamiento y Operación de Sistemas de Distribución.</li> <li>Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>Confiabilidad de Sistemas de Energía Eléctrica.</li> <li>Armónicos en Sistemas de Energía Eléctrica.</li> </ul>   |
| Ricardo Alberto Hincapié Isaza   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Eléctrico, Magíster en Ingeniería Eléctrica y Doctor en Ingeniería - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vehículos Eléctricos.</li> <li>Modelamiento matemático.</li> <li>Planeación de sistemas de distribución.</li> </ul>   |



|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Operación de sistemas de distribución.</li> <li>Integración de sistemas energéticos (Electricidad y Gas Natural).</li> </ul>  |
| Alexander Molina Cabrera                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Eléctrico, Magíster en Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería – Universidad de los Andes.</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas de Transmisión.</li> <li>Campos Electromagnéticos.</li> </ul>  |
| Andrés Ricardo Herrera Orozco             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Eléctrico, Magíster en Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctora en Ingeniería - Universidad Federal de Rio Grande Do Sul.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de la energía eléctrica y estabilidad.</li> <li>Redes eléctricas inteligentes.</li> <li>Protección de microrredes.</li> <li>Sistemas eléctricos de potencia.</li> </ul>   |
| Laura Mónica Escobar Vargas (Catedrática) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniera Eléctrica, Magíster en Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctora en Ingeniería - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planeamiento en sistemas eléctricos.</li> <li>Optimización matemática.</li> <li>Optimización en sistemas eléctricos de potencia.</li> <li>Optimización de los sistemas de transmisión de potencia.</li> <li>Planeamiento en despacho hidrotérmico.</li> </ul> |

**Tabla 11. Profesores línea Automática y Electrónica**

| PROFESORES                    | FORMACIÓN   | LÍNEAS DE INTERÉS   |
|-------------------------------|---|---|
| Álvaro Ángel Orozco Gutiérrez | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Especialista en Sistemas de Transmisión y Distribución - Universidad de los Andes.</li> <li>Doctor en Bioingeniería - Universidad Politécnica de Valencia, España.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Líneas de Control.</li> <li>Instrumentación y Medidas.</li> <li>Tratamiento Digital de Señales y Bioingeniería.</li> </ul>   |
| Mauricio Alexander Álvarez    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electrónico - Universidad Nacional de Colombia.</li> <li>Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ciencias de la Computación - University of Manchester, UK.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Métodos Probabilísticos.</li> <li>Métodos de Kernel y Procesos Estocásticos.</li> </ul>  |
| Eduardo Giraldo Suarez        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de Sistemas.</li> <li>Control Adaptable.</li> <li>Control Óptimo.</li> <li>Problemas Inversos Dinámicos.</li> <li>Estimación de Estados y sus Aplicaciones Sobre una Gran Cantidad de Sistemas Físicos desde Sistemas Biológicos hasta Sistemas de Potencia.</li> </ul> |

|                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| Andrés Escobar Mejía           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista - Universidad Tecnológica de Pereira</li> <li>Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería - University of Arkansas, USA.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Redes Inteligentes.</li> <li>Energía Renovable.</li> <li>Electrónica de Potencia con Énfasis en Convertidores AC-AC.</li> <li>Trasformadores de Estado Sólido y Sistemas HVDC.</li> </ul>  |
| Julián David Echeverry Correa  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electrónico - Universidad Nacional de Colombia.</li> <li>Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Máster en Sistemas Electrónicos y Doctor en Ingeniería de Sistemas Electrónicos Universidad Politécnica de Madrid, España.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocimiento de Patrones.</li> <li>Procesamiento de Lenguaje Natural.</li> </ul>   |
| Yuri Alexander Poveda Quiñones | <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemático y Magíster en Ciencias Matemáticas - Universidad Nacional de Colombia.</li> <li>Doctor en Matemáticas - Universidad de Buenos Aires, Argentina.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Álgebras de la Lógica y Teoría de Categorías.</li> <li>L-groups and MV-algebras, Geometría Algebraica.</li> </ul>  |
| Oscar Alberto Henao Gallo      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciado en Matemáticas y Física y Magíster en Instrumentación Física Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Especialista en Bioingeniería, Magíster en Bioingeniería y</li> <li>Doctor en Bioingeniería - Universidad Politécnica de Valencia, España.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Singularidades de Fase Asociadas a Potenciales Eléctricos.</li> <li>Dinámica no Lineal y Clamp Dinámico en Electrofisiología Cardíaca.</li> <li>Simulación Sistema de Conducción Cardíaco Humano Unidimensional y Tridimensional de forma Anatómica Realista, Entre otras.</li> </ul>  |
| Herman José Serrano López      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemático - Universidad de los Andes</li> <li>Magíster - University Of Notre Dame.</li> <li>Doctor en Matemáticas University Of Notre Dame.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Teoría de subastas.</li> <li>Topología Algebraica.</li> <li>Teoría del descenso.</li> <li>Geometría Algebraica.</li> <li>Aplicaciones de las series de tiempo a problemas ecológicos.</li> <li>Enfermedades genéticas.</li> <li>Caracterización molecular.</li> <li>Mercados de energía eléctrica.</li> <li>Planeamiento de sistemas de transmisión en mercados de energía eléctrica.</li> </ul> |
| Paula Marcela Herrera Gómez    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pregrado Medicina - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Magister Neuropsicología cognitiva - Université de Grenoble - Pierre Mendes France.</li> <li>Doctora en Neurociencias- Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Enfermedades euro metabólicas.</li> <li>Psiquiatría Infantil.</li> <li>Electrofisiología.</li> <li>Neurociencia cognitiva.</li> <li>Comportamiento y conducta.</li> <li>Epilepsia.</li> </ul>  |
| David Augusto Cárdenas Peña    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electrónico,</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Procesamiento de señales.</li> <li>Reconocimiento de patrones.</li> </ul>  |

|                                     |  |  |
|-------------------------------------|--|--|
|                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magíster en Ingeniería - Automatización Industrial y</li> <li>• Doctor en Ingeniería - Automática - Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesamiento de imágenes.</li> </ul>   |
| Mauricio Holguín Londoño            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Eléctrico, Magíster en Ingeniería Eléctrica y Doctor en Ingeniería - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automática.</li> <li>• Mantenimiento y confiabilidad</li> <li>• Instrumentación y control.</li> </ul>   |
| Andrés Marino Álvarez (Catedrático) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electrónico, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologías de Reducción de Dimensión.</li> <li>• Reconocimiento de Patrones.</li> <li>• Aprendizaje de Máquina.</li> <li>• Entrenamiento de Sistemas Predictivos.</li> <li>• Procesamiento de Señales.</li> <li>• Procesamiento de Imágenes y Video.</li> </ul> |

Tabla 12. Profesores línea de Sistema de Producción

| PROFESORES                       | FORMACIÓN  | LÍNEAS DE INTERÉS  |
|----------------------------------|--|--|
| Mauricio Granada Echeverri       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual Paulista (UNESP), SP, Brasil.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de la Teoría de Optimización de Operación.</li> <li>• Planificación de los Sistemas de Energía.</li> </ul>   |
| Antonio Hernando Escobar Zuluaga | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Brasil.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>• Planeamiento de Sistemas de Transmisión en Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>• Planeamiento y Operación de Sistemas de Distribución.</li> <li>• Confiabilidad de Sistemas de Energía Eléctrica.</li> <li>• Armónicos en Sistemas de Energía Eléctrica.</li> <li>• Automatización y Control de Procesos Industriales.</li> </ul> |
| Ramón Alfonso Gallego Rendón     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Especialización en Gestión de Sistemas Energéticos - Universidad de los Andes.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamiento de Sistemas de Transmisión en Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>• Planeamiento y Operación de Sistemas de Distribución.</li> <li>• Mercados de Energía Eléctrica.</li> <li>• Confiabilidad de Sistemas de Energía Eléctrica.</li> <li>• Armónicos en Sistemas de Energía Eléctrica.</li> </ul>   |

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
| Carlos Julio Zapata Grisales | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Magíster en Ingeniería Eléctrica y Doctor en Ingeniería - Universidad de los Andes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Confiabilidad de Sistemas Eléctricos.</li> <li>Confiabilidad en Ingeniería.</li> <li>Procesos Estocásticos.</li> <li>Transmisión.</li> <li>Distribución.</li> </ul>             |
| Sandra Estrada Mejía         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniera de Sistemas – Universidad Autónoma de Manizales.</li> <li>Magíster en Administración Económica y Financiera – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctora en Ciencias Pedagógicas – Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reformas Laborales.</li> <li>Cultura Tecnológica, Productividad y Competitividad.</li> <li>Cambio, Innovación y Liderazgo.</li> </ul>   |
| José Adalberto Soto Mejía    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Físico y Magíster en Ciencias Físico - Univrsidad Estatal de Kharkov Maximo Gorki.</li> <li>Magíster en Investigación Operativa y Estadística – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Engenharia de Computação.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de Medidas de Eficiencia y Productividad.</li> <li>Análisis Multivariado.</li> <li>Simulación Discreta y Continua.</li> </ul>  |
| Oscar Gómez Carmona          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería - Universidad de los Andes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo en Tiempo Real de los Sistemas Eléctricos de Potencia.</li> <li>Teoría de Grafos y cálculo de Pérdidas Técnicas y no Técnicas en Sistemas de Distribución.</li> </ul> |
| Eliana Mirledy Toro Ocampo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniera Industrial, Magíster en Investigación de Operaciones, Magíster en Ingeniería Eléctrica y Doctora en Ingeniería - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transporte.</li> <li>Cadenas de suministro.</li> <li>Optimización exacta.</li> <li>Optimización aproximada.</li> <li>Secuenciamiento de tareas.</li> </ul>                      |
| Jhon Jairo Santa Chávez      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero electricista - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Especialización en Gerencia pública y control fiscal - Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario.</li> <li>Especialización en Administración Financiera - Escuela de Administración de Negocios - E.A.N.</li> <li>Máster en Gestión Empresarial - Universidad Libre de Colombia</li> <li>Magíster en Instrumentación Física, Magíster en Ingeniería Eléctrica y Doctorado en Ingenierías -Universidad Tecnológica de Pereira.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Instrumentación.</li> <li>Matemática Aplicada.</li> </ul>   |
| Ángela María Lanzas Duque    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniera Industrial - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Especialización En Finanzas - Universidad EAFIT.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Finanzas.</li> </ul>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magíster en Administración Económica y Financiera - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctorado - Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad Contaduría Y Administración.</li> </ul>  |  |
| César Augusto Peñuela Meneses (Catedrático) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista y Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica De Pereira.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidad Estadual Paulista, Brasil.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamiento de la Operación y Expansión de Sistemas de Distribución considerando Generación Distribuida.</li> <li>• Investigación de Operaciones en Ingeniería.</li> </ul>   |
| Laura Mónica Escobar Vargas (Catedrática)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería Eléctrica -Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctorado en Ingeniería - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamiento en sistemas eléctricos.</li> <li>• Optimización matemática.</li> <li>• Optimización en sistemas eléctricos de potencia.</li> <li>• Optimización de los sistemas de transmisión de potencia.</li> <li>• Planeamiento en despacho hidrotérmico.</li> </ul> |

Tabla 13. Profesores línea de Mecánica

| PROFESORES                      | FORMACIÓN   | LÍNEAS DE INTERÉS   |
|---------------------------------|---|---|
| Juan Esteban Tibaquirá Giraldo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Mecánica - Universidad de los Andes.</li> <li>• Doctorate of Philosophy in Mechanical Engineering - Arizona State University, USA.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas Térmicos.</li> <li>• Micro-fluidos.</li> </ul>  |
| Álvaro Hernán Restrepo Victoria | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico Universidad Autónoma De Occidente - Sede Valle Del Lili.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Mecánica - Universidad de los Andes.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Mecánica - Universidade Federal De Santa Catarina, Brasil.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso Racional y Eficiente de la Energía.</li> <li>• Análisis de Ciclo de Vida.</li> <li>• Análisis Exergético y Exergoambiental.</li> </ul> |
| Juan Carlos Burbano Jaramillo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico y Magíster en Sistemas automáticos de producción - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Especialización en Administración de Operaciones - Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Mecánica - Universidad de Sao Paulo, Brasil.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas Térmicos e Instrumentación.</li> <li>• Análisis Exergético de Sistemas Térmicos.</li> </ul>                                       |
| Carlos Augusto Estrada Martínez | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigaciones Energéticas.</li> <li>• Arquitectura Bioclimática.</li> </ul>  |

|                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magíster en Ingeniería Mecánica Delft University Of Technology, Netherlands.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Energética y Fluidomecánica - Universidad De Valladolid, España.</li> </ul>   |   |
| Libardo Vicente Vanegas Useche | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Master in Advanced Manufacturing Technology and Systems Mana</li> <li>• University of Manchester Institute of Science and Technology, United Kingdom.</li> <li>• Doctor en Ingeniería - University of Surrey, United Kingdom.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufactura Flexible.</li> <li>• Diseño, Modelado y Reconversión de Sistemas Mecánicos.</li> <li>• Diagnóstico y Pronóstico de Falla en Maquinaria.</li> </ul>   |
| Héctor Fabio Quintero Riaza    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Mecánica Universidad de los Andes.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Mecánica - Universidad Politécnica de Cataluña, España.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de Máquinas.</li> <li>• Vibraciones Mecánicas.</li> <li>• Innovaciones Tecnológicas en el Sector Agroindustrial.</li> </ul>   |
| José Luis Trisancho Reyes      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Metalúrgico - Universidad Industrial de Santander.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Metalúrgica - Universidad Industrial de Santander.</li> <li>• Doctor en Ciencia de Materiales - Centro de Investigación en Materiales Avanzados, México.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosión a Alta Temperatura.</li> <li>• Tribología y Desgaste de Superficies.</li> <li>• Corrosión.</li> <li>• Recubrimientos Metálicos.</li> <li>• Biomateriales.</li> <li>• Metalurgia Mecánica.</li> <li>• Ensayos Destructivos y No Destructivos.</li> <li>• Soldadura.</li> </ul>  |
| Gabriel Calle Trujillo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico con Especialidad Automóviles - Instituto Politécnico de Bielorrusia, Bielorrusia.</li> <li>• Magíster en Ciencias Técnicas y Doctor en Automóviles - Instituto Politécnico de Bielorrusia, Bielorrusia.</li> <li>• Doctor en Automóviles - Academia Politécnica Estatal de Bielorrusia, Bielorrusia.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño Mecánico.</li> <li>• Mecánica Computacional.</li> </ul>   |
| José Luddey Marulanda Arévalo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Metalúrgico y Magíster En Ingeniería Metalúrgica - Universidad Industrial de Santander.</li> <li>• Doctor en Química Avanzada - Universidad Complutense De Madrid, España.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadura.</li> <li>• Corrosión.</li> <li>• Electroquímica.</li> <li>• Corrosión Interna y Externa.</li> <li>• Recubrimientos.</li> <li>• Pruebas no Destructivas.</li> <li>• Rociado Térmico.</li> <li>• Corrosión a Altas Temperaturas.</li> <li>• Inspección de Soldadura.</li> <li>• Materiales de Ingeniería.</li> <li>• Soldabilidad.</li> </ul> |

|                                  |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| Edgar Salazar Marín              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Mecánico y Magíster en Sistemas Automáticos de Producción - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Magíster en Ingeniería Mecánica - Universidad de los Andes.</li> <li>Doctor en Fluidos, Turbomáquinas y Potencia flu - Universidad Politécnica de Cataluña, España.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de un Modelo de Control al Proceso de Inyección de Materiales Termoplásticos.</li> <li>Construcción de Módulos de Control de las Variables Presión.</li> <li>Caudal, Nivel y Temperatura.</li> <li>Inyección de Plásticos.</li> <li>Energías Alternativas.</li> <li>Ingeniería Inversa.</li> </ul>   |
| Carlos Alberto Romero Piedrahita | <ul style="list-style-type: none"> <li>Automotriz y Master of Science - Instituto Politécnico de Bielorrusia, Bielorrusia.</li> <li>Especialización en Instrumentación Física - Universidad Tecnológica De Pereira.</li> <li>Máster Universitario en Motores de Combustión Interna Alternativos y Doctor en Sistemas Propulsivos en Medios de Transporte - Universidad Politécnica de Valencia, España.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de los Motores de Combustión Interna.</li> <li>Potencia Mecánica.</li> </ul>  |
| Alexander Díaz Arias             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Mecánico y Especialización en Instrumentación Física - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Doctor en Ingeniería Agrícola Universidad Agraria de la Habana, Cuba.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Potencia Mecánica.</li> <li>Metrología Dimensional.</li> </ul>  |
| Dairo Hernán Mesa Grajales       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Mecánico - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.</li> <li>Magíster en Engenharia Metalúrgica y Doctor en Ingeniería Metalúrgica y de Materiales. Universidade de São Paulo, Brasil.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Recubrimientos Duros Aplicados por Soldadura.</li> <li>Estudio del Desgaste por Erosión a Seco de Materiales de Ingeniería.</li> <li>Relación entre Desgaste por Cavitación y Orientación Cristalina en Aceros Inoxidables Nitrurados en Alta Temperatura.</li> <li>Evaluación de Propiedades Tribológicas en Aceros Inoxidables de Alto Contenido de Nitrógeno.</li> </ul> |
| Valentina Kallewaard Echeverri   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniera Mecánica - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Magíster en Ciencias en Sistemas de Manufactura - Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.</li> <li>Doctor en Proyectos de Innovación Tecnológica en la Ingeniería de Producto y Proceso - Universidad Politécnica de Cataluña, España.</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos de manufactura</li> </ul>  |
| Jorge Augusto Montoya Arango     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero Mecánico - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo - Universidad Nacional de Colombia sede</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aire/Ruido.</li> <li>Eficiencia Energética,</li> <li>Aguas.</li> </ul>  |

|            |   |   |
|------------|---|---|
| Manizales. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doctor en Ciencias Naturales - Universidad de Hamburgo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de gestión ambiental y calidad empresarial.</li> <li>• Producción más limpia y tecnologías ambientales.</li> <li>• Investigación tecnológica de la guadua.</li> <li>• Secado de madera y procesos industriales de producción de madera.</li> <li>• Secado artificial de la guadua.</li> </ul> |
|------------|---|---|

**Tabla 14. Profesores línea de Ciencias de la Computación**

| PROFESORES                         | FORMACIÓN  | LÍNEA   |
|------------------------------------|--|---|
| Julio César Chavarro Porras        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero de Sistemas - Universidad Distrital "Francisco José De Caldas.</li> <li>• Especialización en Instrumentación Física - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctor en Ingeniería - Universidad del Valle.</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos Semánticos, Ontologías y Gestión del Cambio Ontológico.</li> </ul>   |
| Guillermo Roberto Solarte Martínez | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero de Sistemas - Universidad Cooperativa de Colombia.</li> <li>• Magíster en Ingeniería Industrial - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Magíster en Informática y Doctor en Informática - Universidad Pontificia de Salamanca, España.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligencia Artificial</li> <li>• Minería de Datos.</li> </ul>  |
| Omar Iván Trejos Buritica          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero de Sistemas, Especialización en Instrumentación Física, Magíster en Comunicación Educativa - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctor en Ciencias de la Educación - Red de Universidades del Doctorado en Ciencias de la Educación.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de un Modelo Pedagógico Basado en E-Learning.</li> </ul>  |
| Saulo de Jesús Torres Rengifo      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electricista - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Magíster en Ciencia de los Materiales - Universidad del Quindío, Colombia.</li> <li>• Magíster y Doctor en Informática - Universidad Pontificia de Salamanca, España.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad.</li> </ul>  |
| José Alfredo Jaramillo Villegas    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Electrónico - Pontificia Universidad Javeriana – PUJ - Sede Cali.</li> <li>• Magíster en Instrumentación Física - Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctoral Electrical and Computer Engineering - Purdue University</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computación de Alto Desempeño.</li> <li>• Computación Reconfigurable.</li> <li>• Procesamiento Digital de Señales.</li> <li>• Computación Cuántica.</li> <li>• Machine Learning.</li> <li>• Visión por Computador.</li> <li>• Bioinformática.</li> </ul> |



|                         |  |   |
|-------------------------|--|---|
|                         |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotónica.</li> </ul>   |
| Jovanny Bedoya Guapacha | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Eléctrico y Magíster en Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Especialización en Electrónica Digital – Universidad Tecnológica de Pereira.</li> <li>• Doctor en Ingeniería Eléctrica - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática.</li> </ul> |

### 7.3. Recursos físicos de apoyo al programa

Los siguientes son los recursos físicos que comparte el programa del Doctorado con las distintas facultades, con el fin de desarrollar las actividades asociadas al programa.

**Tabla 15. Recursos físicos de apoyo al programa**

| TIPO DE ESPACIO   | UBICACIÓN                           |
|---|-------------------------------------|
| Sala de estudiantes de doctorado  | 15C-S105B<br>15C-S105C<br>15C-S105D |
| Dos salones para posgrado   | 15C-203<br>15C-204                  |
| Un espacio para profesores visitantes   | 15C-104                             |
| Tres salas de reuniones   | 15C-S102<br>15C-S103<br>15C-108     |
| Una nueva oficina para la administración -dirección y secretaria- del programa  | 15C-104                             |
| Sala de estudiantes de doctorado  | 1B-148                              |
| Grupo de investigación en automático  | 1B-018                              |
| Laboratorio de Investigación en Conversión de Energía y Electrónica de Potencia | 1B-001                              |
| Laboratorio de Relevación y Control N°1   | 1B-020                              |
| Laboratorio de Investigación en Planeamiento de Sistemas Eléctricos             | 1B-144                              |
| Laboratorio de Investigación en Robótica y Automatización                       | 1B - 025                            |
| Grupo de Investigación en Automática  | 1B-018                              |
| Laboratorio de Relevación y Control   | 1B - 020                            |
| Almacén Ingeniería Eléctrica  | 1B - 006                            |
| Laboratorio de Electrónica  | 1B - 008                            |
| Taller de Mantenimiento   | 1B - 014                            |
| Laboratorio de Medidas  | 1B - 015                            |
| Laboratorio de Investigación en Sistemas de Control                             | 1B - 005                            |

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - DOCTORADO EN INGENIERÍA  
PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA

|  |           |
|--|-----------|
| Laboratorio de Máquinas  | 1B-002    |
| Laboratorio de Investigación en Conversión de Energía y Electrónica de Potencia  | 1B - 001  |
| Laboratorio de Fluidos y Máquinas Hidráulicas  | 4 - 102   |
| Laboratorio de Ciencias Térmicas   | 4 - 103   |
| Laboratorio de Resistencia de Materiales   | 013       |
| Laboratorio de Corrosión   | 4 - 108   |
| Laboratorio de Máquinas y Herramientas   | 4 - 112   |
| Laboratorio de Metalografía  | 4 - 110   |
| Laboratorio de Manufactura y Prototipado   | 018       |
| Laboratorio de Sistemas dinámicos  | 019       |
| Laboratorio de Pruebas Dinámicas Automotrices  | 15C -001  |
| Laboratorio de Metrología Dimensional  | 015       |
| Laboratorio de Pruebas y Ensayos de Equipos de Aire Acondicionado  | 016       |
| Taller de Laboratorio de Pruebas Dinámicas Automotrices  | 15C - 002 |
| Laboratorio de Motores de Combustión Interna   | 017       |
| Laboratorio Virtual Facultad de Ingeniería Industrial <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio GEIO (Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones)</li> <li>• Laboratorio de Logística</li> <li>• Laboratorio de Manufactura Flexible</li> </ul> | 5 - 102   |
| Laboratorio Financiero   | 5 - 439   |
| Postgrados en Ingeniería Industrial  | 5 - 209   |
| Salón de Prácticas - Laboratorio   | 5 - 101   |
| Sala de Investigadores Proyectos Especiales Maestrías  | 5 - 445   |
| Sala de Reuniones  | 5 - 428   |
| Laboratorio SIRIUS   | 3 - 003   |

Fuente: Oficina del Programa del Doctorado en Ingeniería

Por otro lado, el Comité Curricular del programa tiene establecidos los siguientes lineamientos para la utilización del escritorio de trabajo de las salas 15C-S108 B, 15C-S108 C, 1515C-S108 D:

- Ser estudiante matriculado académicamente en el programa del Doctorado en Ingeniería.
- Utilizar el escritorio de trabajo únicamente para el desarrollo de la tesis de investigación.
- Reportar en la Dirección del Programa cualquier daño del escritorio o pérdida de las llaves de ingreso o de los cajones del escritorio.
- Retornar el escritorio de trabajo a la Dirección del Programa del Doctorado en iguales condiciones en las cuales le fue entregado.
- Retornar el escritorio de trabajo a la Dirección del Programa del Doctorado cuatro semanas después de la fecha de defensa de la tesis doctoral siempre y cuando el trabajo haya sido aprobado por el comité evaluador de la tesis doctoral. El retorno del espacio implica la

devolución de las llaves de ingreso, del escritorio y sacar todas las pertenencias personales junto con el equipo de cómputo del escritorio.

- Abstenerse de hacer consultas a estudiantes de pregrado o maestría en el escritorio de trabajo.
- Velar por el buen uso del escritorio de trabajo.
- Diligenciar el formato de compromiso que establezca el programa para este fin y que se encuentra disponible en la página web del programa.

El Comité Curricular asignará los espacios de trabajo priorizando a aquellos estudiantes que realmente requieran de un sitio para el desarrollo de su tesis doctoral. En tal sentido, tendrán prioridad los estudiantes que no sean profesores transitorios ocasionales de tiempo completo o medio tiempo de la Universidad.

#### **7.4. Recursos financieros**

La normatividad vigente asociada al manejo financiero del programa y establecida por la Universidad Tecnológica de Pereira es la siguiente:

- Acuerdo 21 de 2007, por medio del cual se reglamentan los proyectos especiales administrados bajo la cuenta de operación comercial y se dictan otras disposiciones relacionadas con los mismos.
- Acuerdo 01 de 2008, por medio del se modifica el acuerdo Nro. 21 de julio del 2007.
- Resolución 210 de 2012, por medio de la cual se modifica unos aspectos de los proyectos especiales, para el caso de solicitud de coordinaciones, asistencias técnicas y asesorías cuando el beneficiario sea el mismo ordenador del proyecto.

#### **7.5. Proceso de autoevaluación**

Para la Universidad Tecnológica de Pereira, y particularmente para el programa de Doctorado en Ingeniería, la autoevaluación es una estrategia de cultura organizacional que se fundamenta en el mejoramiento continuo de los procesos académicos y se refiere a la integralidad de la institución trabajando por la calidad y la excelencia académica. Junto con la autoevaluación, la acreditación es un proceso voluntario por el cual se reconoce la alta excelencia académica y el cumplimiento de los propósitos y metas de los programas académicos de una entidad de educación superior.

Por lo anterior, la Universidad cuenta con el Sistema Integrado de Planeación Académica, Autoevaluación y Mejoramiento Continuo (SIPAME<sup>6</sup>) el cual es una estrategia de cultura organizacional, que tiene como objetivo fortalecer y fomentar los procesos de autoevaluación con fines de acreditación de programas académicos de pregrado y posgrado, así como de la Institución.

---

<sup>6</sup> Detalles en: <http://www.utp.edu.co/acreditacion/autoevaluacion-programas-academicos.html>

---

Esta herramienta le permite al programa de Doctorado seguir los lineamientos institucionales para procesos de autoevaluación.

### **7.6. Plan de mejoramiento**

Para el programa y la Universidad la más efectiva inversión realizada en el contexto de la acreditación no es propiamente la implantación del modelo mismo y de sus procesos evaluativos, sino la aplicación de planes de mejoramiento institucional y del programa. Esos planes están orientados al mejoramiento continuo del programa y se derivan de un proceso de autoevaluación, el cual tiene siguientes principios generales:

- El plan debe propender por un proceso de mejoramiento continuo del programa.
- El plan debe fortalecer las capacidades de las líneas de investigación del programa por medio de las actividades que realizan los grupos de investigación que son el soporte del doctorado.
- El plan debe posicionar el programa como líder en generación del conocimiento por medio de la investigación en las áreas de su quehacer académico.
- El plan debe potencializar los convenios de movilidad del programa para mejorar los vínculos con otras instituciones de investigación.

Con base en lo anterior, los tres planes de mejoramiento realizados por el programa desde su creación se sintetizan en las siguientes tablas<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Detalles de la ejecución de cada uno de estos planes de mejoramiento se pueden consultar directamente con la dirección del programa.

Tabla 16. Plan de mejoramiento 2013-2014

| Factor                          | Característica  | Oportunidad de mejora  | Acciones de mejora   | Meta                                  | Resultados  |
|---------------------------------|---|--|--|---------------------------------------|---|
| <b>Factor 2<br/>Estudiantes</b> | 2. Característica del estudiante en el momento de su ingreso      | Atraer más aspirantes que deseen realizar estudios de formación doctoral en el programa de Doctorado en Ingeniería | <p>Identificar las convocatorias para doctorados nacionales.</p> <p>Participar en las convocatorias de doctorados nacionales.</p> <p>Elaborar los informes de criterios de evaluación, según la convocatoria.</p> <p>Publicar la convocatoria interna.</p> | Seis estudiantes con beca Colciencias | <p>Convocatoria 617 de 2013. 5 becas.</p> <p>Convocatoria 647 de 2014. 3 becas.</p>   |
|                                 | 3. Permanencia y desempeño de los estudiantes durante el posgrado | Diseñar estrategias para apoyos económicos que estén contemplados dentro del presupuesto anual del programa        | Crear políticas para la asignación de apoyos económicos para asistir a eventos internacionales y nacionales  | Un apoyo anual por estudiante         | <p>En acta Nro. 3 del 17 de junio de 2014 del Comité de Gestión Administrativa, se aprobó el rubro de capacitación de \$25.000.000 anual. mar/14 – jun/14.</p> <p>En acta Nro. 4 del 30 de julio de Comité de Gestión Administrativa, se definieron estrategias para la asignación de apoyos económicos. jun/14 – jul/14.</p> <p>Se realizaron los siguientes apoyos: 3 apoyos internacionales y 3 apoyos nacionales (Resoluciones de apoyos económicos) jul/14 – dic/14.</p> |
| <b>Factor 3<br/>Profesores</b>  | 5. Perfil de los profesores                                       | Gestionar recursos para traer profesores visitantes  | Crear un rubro para apoyos económicos de profesores visitantes.  | Dos profesores visitantes             | Profesores visitantes: 2 de Brasil, 2 de Canadá, 1 de EEUU, 3 de España y 7 de Colombia (Comisiones de pago) - 2013.  |

---

|  |              |   |
|--|--------------|---|
| Gestionar recursos en la Institución para traer profesores visitantes. | por semestre | Profesores visitantes: 5 de Brasil y 1 del Reino Unido (Comisiones de pago) – 2014. |
| Contactar profesores extranjeros                                       |              |   |

**Tabla 17. Plan de mejoramiento 2015-2016**

| Factor                          | Característica  | Oportunidad de mejora  | Acciones de mejora   | Meta                                   | Resultados   |
|---------------------------------|---|--|--|--|--|
| <b>Factor 2<br/>Estudiantes</b> | 2. Característica del estudiante en el momento de su ingreso      | Atraer más aspirantes que deseen realizar estudios de formación doctoral en el programa de Doctorado en Ingeniería                               | Identificar convocatorias para doctorados nacionales.<br><br>Elaborar informe plan de mejoramiento convocatoria doctorados nacionales 2015.<br><br>Gestionar reuniones con el Rector, Vicerrectores, Comité Curricular y directivas de las empresas del sector, con el fin de presentar los beneficios de la convocatoria para el sector empresa de Colciencias.<br><br>Elaborar y publicar la convocatoria interna. | 12 estudiantes con beca Colciencias    | Plan de mejoramiento convocatoria 2015.<br><br>Convocatoria 727 de 2015. 7 becas.<br><br>Convocatoria 758 Doctorado Nacional Empresa 2016. 1 beca.                                     |
|                                 | 3. Permanencia y desempeño de los estudiantes durante el posgrado | Realizar apoyos económicos en SMMLV y aumentar el porcentaje anual del rubro de capacitación, según el nivel de porcentaje de aumento del SMMLV. | Elaborar propuesta para aumento porcentual de apoyos económicos.   | Un apoyo anual por estudiante en SMMLV | 8 apoyos internacionales \$2.500.000 c/u (Resoluciones de apoyos económicos) - Valor fijo. 2015.<br><br>9 apoyos internacionales de \$2.500.000 c/u y 2 nacionales de \$1.250.000 c/u. |

|                                |   |  |   |  |  |
|--------------------------------|---|--|---|--|--|
|                                |   |  |   |  | (Resoluciones de apoyos económicos) - Valor fijo. 2016.  |
|                                |   |  |   |  | Presupuesto del programa.  |
|                                | 4. Característica de los graduados del programa | Participar en las convocatorias de becas nacionales de Colciencias, con el fin de atraer más aspirantes que deseen realizar estudios de formación doctoral en el programa de Doctorado en Ingeniería | Proporcionar un mayor espacio para que los estudiantes desarrollen su tesis de investigación doctoral.  | <p>Aumentar un semestre en el plan de estudio.</p> <p>Hacer seguimiento de las actividades de formación de los estudiantes.</p> <p>Articular las asignaturas de seminarios de investigación y tesis doctoral con las actividades de formación.</p> <p>Homologar asignaturas de maestría.</p> <p>Solicitar informe de permanencia a los estudiantes con el visto bueno del tutor.</p> | El programa pasó de 73% a 83% de sus créditos destinados a la investigación.   |
| <b>Factor 3<br/>Profesores</b> | 5. Perfil de los profesores                     | Aumentar el número de profesores visitantes  | <p>Gestionar recursos en la Institución para traer profesores visitantes.</p> <p>Crear contactos con profesores extranjeros y ofrecerles la posibilidad de cortas instancias en la Universidad.</p> | Dos profesores visitantes por semestre   | <p>Profesores visitantes: 1 de Alemania y 1 Finlandia (Comisiones de pago) – 2015.</p> <p>Profesores visitantes: 1 de Finlandia, 1 de Francia y 2 de Brasil.</p> |



|  |  |  |  |                              |  |
|--|--|--|--|------------------------------|--|
|  |  |  |  |                              | (Comisiones de pago) – 2016.   |
| <b>Factor 4<br/>Procesos académicos y lineamientos curriculares</b>                  | 11.Flexibilidad del currículo                | Oferta académica amplia que suministre opciones al estudiante de temas o líneas de investigación en las que puede trabajar.                                  | Crear nuevas líneas de investigación.  | Seis líneas de investigación | Cinco líneas de investigación.   |
| <b>Factor 5<br/>Investigación, generación de conocimiento y producción artística</b> | 14. Los grupos de investigación y sus líneas | Aumentar los grupos de investigación y creación artística relacionados con el programa, clasificados en categoría A1, A y B en el ScientiCol de Colciencias. | Aumentar el número de grupos de investigación que apoyan al Doctorado clasificados en A. | 3 en A1, 1 en A y 5 en B.    | Número de grupos de investigación , clasificados en categoría A1, A y B en el ScientiCol de Colciencias. |

Tabla 18. Plan de mejoramiento 2017-2019

| Factor                          | Característica   | Oportunidad de mejora   | Acciones de mejora  | Meta  | Resultados   |
|---------------------------------|--|---|---|---|--|
| <b>Factor 2<br/>Estudiantes</b> | 1. Característica de los estudiantes en el momento de su ingreso | Establecer un indicador de ingreso al programa, con el fin de que el Comité que evalúa el perfil del aspirante tenga mejores elementos de juicio para realizar la evaluación.                         | Elaborar propuesta para incluir un documento con una propuesta de investigación en el momento de la admisión.<br><br>Definir los elementos que debe contener la propuesta de investigación.   | Todo aspirante debe presentar su propuesta de investigación en el formato definido por el programa. | Número de propuestas de investigación.                                   |
|                                 |  | Participar en las convocatorias de becas nacionales de Colciencias, con el fin de atraer más aspirantes que deseen realizar estudios de formación doctoral en el programa de Doctorado en Ingeniería. | Identificar convocatorias para doctorados nacionales.<br><br>Participar en la convocatoria de becas de excelencia doctoral del Bicentenario primer y segundo corte.<br><br>Realizar reuniones periódicas con la Vicerrectoría Académica, con el fin de definir estrategias para atraer aspirantes de otras regiones que apunten a los focos estratégicos. | Cinco estudiantes para el primer corte.<br><br>Ocho estudiantes para el segundo corte.              | Número de estudiantes con becas de excelencia doctoral del Bicentenario. |
|                                 |  | Realizar apoyos económicos en SMMLV y aumentar el   | Elaborar propuesta para aumento   | Cada estudiante podrá realizar una solicitud  | Número de apoyos económicos realizados                                   |
|                                 |  |   |   |   |  |

|                            |   |  |  |  |  |
|----------------------------|---|--|--|--|--|
|                            | estudiantes durante el posgrado                 | porcentaje anual del rubro de capacitación, según el nivel de porcentaje de aumento del SMMLV.               | porcentual de apoyos económicos.   | de apoyo económico para asistencia a congreso y una para pasantía durante el periodo de realización de sus estudios doctorales. Solicitudes adicionales para asistencias a congresos o pasantías serán analizadas por el Comité Curricular y en todo caso siempre se dará prioridad a aquellos estudiantes que hacen su solicitud por primera vez. | cada año para congresos nacionales e internacionales en SMMLV.                 |
|                            | 3. Característica de los graduados del programa | Establecer el valor a pagar para estudiantes que exceden el doble de tiempo de duración normal del programa. | Proponer el valor a pagar, para dar cumplimiento al parágrafo del artículo 32 del Acuerdo 15 de 2006 del Consejo Superior de la Universidad.<br><br>Solicitar al estudiante una comunicación al Comité Curricular. | Ningún estudiante que sobrepase el tiempo de duración normal del Doctorado.  | Número de estudiantes que excedan el doble de tiempo de duración del programa. |
| <b>Factor 3 Profesores</b> | 3. Relación Estudiante/Tutor                    | Definir políticas sobre asignación de profesores como directores y jurados de tesis.                         | Elaborar propuesta de composición del Comité Evaluador para pruebas de cualificación y tesis doctoral.   | Para pruebas de cualificación:<br>- Un evaluador interno profesor de la Universidad Tecnológica de   | Número de evaluadores internos y externos.                                     |

|                                    |   |  |   |   |
|------------------------------------|---|--|---|---|
|                                    |   |  | <p>Pereira. Este podrá ser sustituido por un evaluador nacional o uno internacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un evaluador nacional. Este podrá ser sustituido por uno internacional.</li> </ul> <p>Para tesis doctoral:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un evaluador interno profesor de la Universidad Tecnológica de Pereira. Este podrá ser sustituido por un evaluador nacional o uno internacional.</li> <li>- Un evaluador nacional. Este podrá ser sustituido por uno internacional.</li> <li>- Un evaluador internacional.</li> </ul> |   |
| <p>5. Perfil de los profesores</p> | <p>Aumentar el número de profesores visitantes.</p> | <p>Gestionar recursos en la Institución para traer profesores visitantes.</p> <p>Crear contactos con profesores extranjeros y ofrecerles la posibilidad de cortas estancias en la Universidad.</p> | <p>Dos profesores visitantes por semestre.</p>  | <p>Número de profesores visitantes.</p> |

|   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
| <p><b>Factor 5<br/>                 Investigación,<br/>                 generación de<br/>                 conocimiento y<br/>                 producción artística</b></p> | <p>14. Los grupos de investigación y sus líneas</p> | <p>Aumentar los grupos de investigación y creación artística relacionados con el programa, clasificados en categoría A1, A y B en el ScientiCol de Colciencias.</p> | <p>Actualizar la información de los CvLAC y GrupLac.<br/><br/>                 Participar en la convocatoria de clasificación de grupos.</p>                                   | <p>9 en A1, 4 en A y 3 en B.</p>                                      | <p>Número de grupos de investigación clasificados en categoría A1, A y B en el ScientiCol de Colciencias.</p> |
| <p><b>Factor 10<br/>                 Recursos Físicos y<br/>                 Gestión Administrativa<br/>                 y Financiera</b></p>                               | <p>1. Infraestructura física adecuada</p>           | <p>Establecer los lineamientos de uso de los escritorios de trabajo para los estudiantes.</p>   | <p>Propuesta para el uso de escritorio de trabajo para los estudiantes del Doctorado.<br/><br/>                 Elaborar formato para la asignación de puestos de trabajo.</p> | <p>Puesto de trabajo para todos los estudiantes que lo requieran.</p> | <p>Número de puestos de trabajo asignados a los estudiantes del Doctorado.</p>                                |

**FIN DEL DOCUMENTO**