



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

"Luz, Ciencia y Verdad"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

Propuesta de modificación del
plan de estudios del
DOCTORADO EN INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA
*Campus de Ciencias Exactas e
Ingenierías*

Julio, 2024



TABLA DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES	4
II. FUNDAMENTACIÓN	6
2.1. Referente social	7
2.2. Referente disciplinar	13
2.3. Referente profesional.....	24
2.4. Referente institucional.....	26
2.5. Resultados de la evaluación interna y externa	29
2.5.1. Evaluación interna.....	29
2.5.2. Evaluación externa	31
2.6. Factibilidad académico-administrativo	32
2.7. Justificación de la propuesta de modificación (o creación, según corresponda) del plan de estudios.....	33
III. OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	36
IV. PERFIL DE INGRESO.....	37
V. PERFIL PROFESIONAL.....	38
5.1. Áreas de competencia.....	38
5.2. Desagregado de competencias.....	38
5.2.1. Competencias específicas.....	38
5.2.2. Competencias genéricas.....	41
5.3. Descripción de las salidas terminales	41
VI. ESTRUCTURA CURRICULAR	44
6.1. Descripción del currículo	44
6.2. Asignaturas obligatorias.....	44
6.3. Asignaturas optativas (listado ilustrativo, no limitativo).....	45
6.4. Asignaturas asociadas a las salidas terminales (si no hay salidas terminales, eliminar este apartado).....	46
6.5. Asignaturas en las que se desarrolla el trabajo terminal.....	47
VII. MALLA CURRICULAR	48
VIII. PROGRAMAS DE ESTUDIO	50
IX. FUNCIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA.....	91
9.1. Ingreso.....	91
9.2. Permanencia.....	92
9.3. Prácticas profesionales	Error! Bookmark not defined.
9.4. Movilidad	93

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

9.5. Egreso	93
9.6. Obtención del grado	93
9.7. Plan de liquidación	93
X. REFERENCIAS.....	95

I. DATOS GENERALES

Nivel en que se imparte el programa educativo

Posgrado

Nombre del programa educativo

Doctorado en Ingeniería

Grado a otorgar

Doctora en Ingeniería opción Ambiental
Doctor en Ingeniería opción Ambiental
Doctora en Ingeniería opción Construcción
Doctor en Ingeniería opción Construcción
Doctora en Ingeniería opción Energías Renovables
Doctor en Ingeniería opción Energías Renovables
Doctora en Ingeniería opción Estructuras
Doctor en Ingeniería opción Estructuras
Doctora en Ingeniería opción Materiales Funcionales
Doctor en Ingeniería opción Materiales Funcionales
Doctora en Ingeniería opción Mecatrónica
Doctor en Ingeniería opción Mecatrónica
Doctora en Ingeniería opción Procesos Sustentables
Doctor en Ingeniería opción Procesos Sustentables

Responsable de la propuesta

Dr. José Ángel Méndez Gamboa, Director.

Cuerpo directivo de la DES

Dr. José Ángel Méndez Gamboa, Director.
Dra. Maritza de Coss Gómez, Secretaria Académica.
M.I.A. José Humberto Osorio Rodríguez, Secretario Administrativo.
Dr. Osvaldo Carvente Muñoz, Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación.

Grupo diseñador de la propuesta

Dra. Marisela Ix-chel Vega De Lille
M.I. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé
Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro
Dr. Luis Josué Ricalde Castellanos
Dra. Inés Margarita Riech Méndez
Dr. Renán Gabriel Quijano Cetina
Dr. Juan Enrique Ruiz Espinoza
M.I. Ana Isabel Rosado Gruintal
Dr. Osvaldo Carvente Muñoz

Asesora de la Dirección General de Desarrollo Académico:

MIE. Norma Alicia Benois Muñoz

Doctorado en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Fecha propuesta de inicio
Agosto, 2024

II. FUNDAMENTACIÓN

El Doctorado en Ingeniería inicia en la Facultad de Ingeniería en 2010 con las opciones terminales en Ambiental, Construcción y Estructuras, en 2016 se incorpora la opción en Energías Renovables. Desde sus inicios, y respaldado por una Maestría en Ingeniería con más de 40 años de trayectoria (esta última actualmente cuenta con opciones en Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales y Mecatrónica), el Doctorado en Ingeniería es, a nivel regional y nacional, un referente en la formación del pensamiento crítico de su estudiantado.

Considerando como bases el análisis, la reflexión, el conocimiento de las ciencias y los resultados del avance científico y tecnológico, el estudiantado desarrolla competencias que les permiten generar y difundir nuevo conocimiento a través de la investigación y el uso responsable de las tecnologías de la información, asimismo, aborda y resuelve de manera innovadora problemas asociados con la consecución de algunos de los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la ONU.

El programa de Doctorado en Ingeniería cuenta con un profesorado de tiempo completo con reconocimiento vigente en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, SNII, mismos que proporcionan acompañamiento continuo al estudiantado durante el desarrollo de su investigación, lo que ha permitido índices de obtención de grado superiores a la media nacional. Por todo lo anterior, el Sistema Nacional de Posgrados, SNP, del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, CONAHCYT, de acuerdo con los lineamientos del SNP (LSNP, 2023), en septiembre de 2023 clasificó al Doctorado en Ingeniería como un programa de Categoría uno: Programas de posgrado impartidos por instituciones públicas orientados a la investigación en ciencias y humanidades, incluidas las disciplinas creativas.

Con el objetivo de garantizar su vigencia, potenciar su calidad y pertinencia social y científica; así como ampliar la oferta con la finalidad de diversificar los campos de investigación en ingeniería, y con ello mantener un programa de vanguardia educativa, en la presente actualización del Plan de Estudios, PE, se mantienen las opciones: **Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras**; y se incorporan tres nuevas: **Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables**, con lo cual se atienden los múltiples y continuos cambios en los referentes social, disciplinar, profesional e institucional. Dicha propuesta de actualización se sustenta en estudios sistemáticos de dichos referentes, que se llevan a cabo a nivel dependencia e institucional, mismos que fueron realizados considerando el marco general del sistema de evaluación y acreditación de la educación superior (2023), el cual deriva de la Ley General de Educación Superior (LGES, 2023).

Así mismo, se integran en la presente actualización los elementos del Modelo Educativo de la UADY. Adicionalmente, y con el propósito de fortalecer la integración de la Maestría y el Doctorado en Ingeniería, se considera el ingreso en modalidad tránsito fluido para el alumnado, con inscripción vigente, de la Maestría en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán interesado en ingresar al

Doctorado en Ingeniería, y que dentro de la duración del correspondiente proceso de selección de ingreso al doctorado hayan aprobado su examen de grado y que no haya transcurrido un periodo mayor a 2.5 años de haber iniciado sus estudios, para que no tengan que participar en el proceso de selección modalidad tránsito normal, contribuyendo así a la continuidad de los trabajos de tesis y a los proyectos de investigación.

A continuación, se presentan los estudios de referentes considerando las 7 opciones terminales del presente PE, Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables, lo que justifica la actualización del presente PE.

2.1. Referente social

La Organización de las Naciones Unidas ha establecido la Agenda 2030 para el Desarrollo, la cual contiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que rigen los esfuerzos de más de 150 países para lograr un mundo sostenible para el año 2030. Los ODS son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Para el logro de estos objetivos, es necesaria una amplia participación de científicos e ingenieros. Dentro de los 17 ODS, aquellos vinculados con los ámbitos de formación del PE del Doctorado en Ingeniería son: educación de calidad, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, industria, innovación e infraestructura, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable, y acción por el clima.

A nivel nacional, tanto el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 - 2024 como el Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2018 - 2024, se encuentran alineados a los ODS. Por su parte, en el PND se plantean las directrices para el cumplimiento de los objetivos generales para el desarrollo del país, que permiten entender el alcance de los objetivos y estrategias del Gobierno Estatal, definidas en el PED. En este último, se promueven las acciones del gobierno que tienen como fin garantizar el desarrollo humano sostenible en el Estado para que las y los ciudadanos, incluyendo los de las generaciones futuras, puedan gozar de una vida digna. Estas acciones abarcan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: social, económica y ambiental. Para el logro de sus objetivos, el PED plantea 9 ejes, los cuales agrupan 27 políticas que coadyuvan a su cumplimiento. Los ejes y sus respectivas políticas que convergen con los quehaceres del PE del Doctorado en Ingeniería son (PED, 2018):

- Yucatán con economía inclusiva: Desarrollo industrial.
- Yucatán con calidad de vida y bienestar social: Acceso a la vivienda.
- Yucatán verde y sustentable: Conservación de recursos naturales, agua limpia y saneamiento, manejo integral de residuos, energía accesible y no contaminante.
- Innovación, conocimiento y tecnología: Educación superior, enseñanza científica y técnica, conocimiento científico, tecnológico e innovación.

- Ciudades y comunidades sostenibles: Inversión pública, conectividad y transporte.

De igual forma, en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) de la UADY 2019 - 2030 se establecen los objetivos estratégicos para hacer realidad la Visión 2030, en la cual se plantea posicionar a la UADY como una universidad internacional, vinculada estratégicamente a lo local, con un amplio nivel de reconocimiento por su relevancia y trascendencia social (UADY, 2019). El PE del Doctorado en Ingeniería se considera esencial para el cumplimiento de dichos objetivos, destacando de manera particular el contribuir con altos estándares de calidad a la atención de problemáticas locales, nacionales y mundiales, al desarrollo del conocimiento y la innovación, y de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, así como de la cuarta revolución industrial; al diseño, aplicación y seguimiento de políticas públicas y de la agenda pública local, y a mejorar el nivel de bienestar de la sociedad yucateca y el país.

Asimismo, la investigación que se desarrolla en el Doctorado en Ingeniería está alineada con las políticas anteriormente mencionadas, y tiene como misión generar conocimiento científico y humanista para ser aplicado en la solución de problemas sociales, tecnológicos y ambientales. El alcance de su quehacer abarca desde generar soberanía tecnológica a nivel nacional como solucionar problemáticas nacionales, regionales y locales.

A continuación, se presentan de manera específica las aportaciones sociales de las diversas opciones terminales.

Ingeniería Ambiental

La investigación en materia de Ingeniería Ambiental es de vital importancia para poder garantizar una buena calidad de vida para las generaciones presentes y futuras. Dentro de las problemáticas que se deben atender, juega un papel esencial el recurso hídrico; cuya escasez afecta actualmente a un cuarto de la población mundial (WEF, 2020). Sin embargo, en México en el año 2021 se trató únicamente el 67.5 % de las aguas residuales municipales recolectadas y el 25.3 % de las aguas residuales industriales (CONAGUA, 2022).

Asimismo, con relación a la emisión de gases de efecto invernadero, causantes a nivel mundial del cambio climático, según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, en el año 2015 México emitió 683 millones de toneladas de CO₂ (INECC, 2018). Por otra parte, en materia de suelos, según el Inventario Nacional de Sitios Contaminados de la SEMARNAT, a diciembre de 2018 existían 756 sitios contaminados en zonas rurales y 157 en zonas urbanas (SEMARNAT, 2021).

Otro problema relevante es la gestión integral de los residuos sólidos, cuya producción en México alcanzó 44.6 millones de toneladas en el año 2017 (SEMARNAT, 2018). Sin embargo, al igual que en otros países en vías de desarrollo, en México es aún común el uso de basureros a cielo abierto, sitios no controlados y rellenos sanitarios que no cumplen con la legislación ambiental.

A nivel local, las problemáticas previamente mencionadas continúan siendo relevantes; destacando principalmente la vulnerabilidad por su naturaleza cárstica del acuífero de la Península de Yucatán, el cual ha sido sujeto a un innegable impacto negativo como consecuencia de las actividades antropogénicas (González-Herrera et al., 2023; Polanco Rodríguez et al., 2018; Pacheco-Avila, 2013).

Por otro lado, es imperante reconocer la necesidad de incorporar a una economía circular todos los procesos de producción que se llevan a cabo. Para este propósito, México cuenta en especial con un alto potencial de biomasa en los subproductos agrícolas y efluentes agroindustriales (Academia Mexicana de Ciencias, 2017).

Ingeniería de la Construcción

El sureste mexicano, una región rica en biodiversidad, cultura y patrimonio histórico, enfrenta desafíos y oportunidades singulares en desarrollo y construcción. Estados como Yucatán, Quintana Roo, Tabasco, Chiapas y Campeche componen esta región, que ha visto un crecimiento notable en turismo e infraestructura. Las ciudades y zonas turísticas del sureste, particularmente Cancún, Playa del Carmen y Mérida, han presenciado un incremento significativo en desarrollo urbano. Según el INEGI (2020), Quintana Roo tuvo una de las mayores tasas de crecimiento demográfico en México, impulsando la necesidad de infraestructura y viviendas adecuadas.

Este crecimiento se ve reflejado en proyectos como el Tren Maya. De acuerdo con la FONATUR (2019), este proyecto busca conectar puntos clave del sureste, fomentando un desarrollo sustentable y turismo integrador. Tal magnitud de desarrollo subraya la importancia de profesionales capacitados en técnicas avanzadas de construcción.

No obstante, el desarrollo en el sureste va más allá de lo urbano. Esta región, con su vasta biodiversidad reconocida por la CONABIO (2018), busca técnicas y materiales de construcción sostenibles. Globalmente, la construcción es responsable de una porción significativa de emisiones de carbono. En ese sentido, el sureste tiene la oportunidad de ser pionero en prácticas de construcción respetuosas con el medio ambiente.

La tecnología en la construcción también juega un papel vital. Innovaciones como el Building Information Modeling (BIM) están redefiniendo la industria. El sureste, para mantenerse a la vanguardia, necesita adaptar y adoptar estas tecnologías. Desde la perspectiva geográfica y climática, la región, ubicada en una zona propensa a huracanes según el CENAPRED (2017), exige construcciones resilientes. Es imperativo formar profesionales que entiendan y actúen ante estos desafíos.

Finalmente, en un mundo globalizado, la formación avanzada es crucial. Regiones en Europa y Asia ya ofrecen programas de doctorado en construcción. Para que el sureste mexicano siga siendo competitivo, es fundamental considerar programas educativos de alto nivel en esta área. Ante el panorama de crecimiento, sostenibilidad, avances tecnológicos y desafíos climáticos, el sureste mexicano se

beneficiaría enormemente de un programa de doctorado en construcción, siendo una respuesta pertinente y oportuna a sus necesidades actuales y futuras.

Ingeniería en Energías Renovables

México es uno de los 172 países que, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015, COP21, firmó el acuerdo de París, presentando su plan de combate al cambio climático y reducción de emisiones ante la ONU. Recientemente, durante la COP27 en 2022, el acuerdo de París ha sido firmado por 194 países y México comprometió una reducción del 35% de las emisiones para el 2030 (México ante el cambio climático, 2022).

La independencia energética es el índice utilizado a nivel internacional para medir, de forma general, el grado en que la demanda de un país es cubierta con producción nacional. Para el 2020 a nivel mundial se registró un descenso de 0.59% en el índice de independencia energética, al colocarse en 1.01. En 2020 México aún muestra dependencia de las importaciones de energía para satisfacer su demanda energética. Al cierre de 2021, México presentó un índice de independencia energética equivalente a 0.68. Es decir, se produjo 32% menos energía de la que se puso a disposición para las diversas actividades de consumo dentro del territorio nacional.

Para solventar este retroceso energético el gobierno de México ha tomado acciones relevantes para fortalecer la autosuficiencia energética. (SENER, 2021). Desde el 2003 hasta el 2018, el índice de independencia energética ha decrecido en 6.50% anualmente, provocado por el incremento de la demanda y la disminución de la producción de energía primaria, la cual ha disminuido en el mismo periodo 3.68% anualmente. En el periodo 2018-2021 se comenzó a presentar un aumento del 0.40% anual y producción de energía primaria ha crecido 0.57% anual.

Actualmente, el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2020-2024 (PRONASE) es el documento rector que articula las políticas de eficiencia y sustentabilidad energética para alcanzar las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y están enfocadas a analizar, integrar e implementar acciones de eficiencia energética, ejecutar programas permanentes para el aprovechamiento sustentable de la energía, identificar áreas prioritarias para la investigación en materia de aprovechamiento sustentable y promover la formación de especialistas en materia de aprovechamiento sustentable, entre otras.

Ingeniería Estructural

Las y los Ingenieros Civiles son quienes diseñan, construyen y mantienen la infraestructura que le da servicio a la sociedad. Ejemplos de esta infraestructura son los caminos, puentes, agua potable, drenaje, sistemas de energía, puertos, aeropuertos, vivienda, entre otros. La industria de la construcción, junto con las industrias de manufactureras, son las más importantes por su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) de México en el sector secundario (INEGI, 2020).

En el diagnóstico del Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán (GEY, 2019) se indica que la industria de la construcción contribuye en un 39.9% al PIB de Yucatán. Las necesidades más urgentes de la sociedad están claramente identificadas en los 17 objetivos del desarrollo sostenible (CEPAL, 2018). Muchos de los objetivos están asociados al desarrollo de infraestructura. La infraestructura puede estar sometida a acciones permanentes, variables y accidentales (GCM, 2017). Pertenecen a las acciones accidentales los sismos y los huracanes, que son eventos que históricamente han causado pérdidas humanas y económicas en muchas partes del mundo. Por lo anterior, se concluye que es relevante para la sociedad contar con especialistas de la Ingeniería Estructural capaces de diseñar la infraestructura para que sea confiable y resiliente. En particular se debe considerar las acciones accidentales producidas por huracanes y sismos. La labor del Ingeniero Estructural permite proteger la vida humana y el patrimonio de las personas.

Ingeniería en Materiales Funcionales

Todos los objetos que nos rodean están relacionados con materiales; gracias a ellos nuestra sociedad se ha hecho más compleja, tecnológica y segura. Los materiales siempre han estado ligados al desarrollo de la humanidad y han sido vitales para el avance tecnológico de ramas como la medicina, la informática, telecomunicaciones, energía y transporte. El avance en la comprensión de cada material es el precursor del progreso de una tecnología, y frecuentemente las ideas científicas y tecnológicas más avanzadas no se materializan hasta encontrar los materiales adecuados. La poca disponibilidad de algunos materiales y su alta demanda hacen necesario el desarrollo de nuevos materiales que puedan sustituirlos o buscar formas de reciclarlos. Si tomamos en cuenta los productos elaborados a partir de estos materiales, observamos que en algunos casos el costo de los materiales representa el 60 % del producto total (OECD, 2019).

El reto que actualmente enfrenta la Ciencia de Materiales es desarrollar productos que cumplan funciones más especializadas para satisfacer necesidades de la sociedad teniendo en cuenta costo, eficiencia y sostenibilidad. Una de las industrias que ha tenido gran avance debido a la investigación en el área de materiales ha sido la industria electrónica. Aplicaciones como sistemas de fibra óptica, circuitos integrados o almacenamiento magnético de información están ampliamente establecidas en la sociedad. Los materiales utilizados para estos propósitos son cada vez más diversos y sofisticados tanto los usados como materia prima, como los nuevos materiales sintetizados en laboratorios. La contribución del estudio de Materiales Funcionales a la sociedad, tanto global como local, es el desarrollo de capacidades industriales, la innovación tecnológica y el aumento de la calidad de vida.

Ingeniería en Mecatrónica

La Industria 4.0 tiene como objetivo integrar la industria, con las personas y los activos (Deloitte, 2017) y propicia nuevas oportunidades de potencializar los sectores económicos y hacerlos productivos. Esta nueva era está marcada por la

Robótica, la Nanotecnología, el *Big Data*, el Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial (IA) y otras tecnologías, que permiten a las empresas del sector industrial optimizar sus procesos productivos, así como generar valor real y constante frente a las necesidades del mercado (Secretaría de Estrategias Sectorial, 2017).

Mediante el desarrollo de la Industria 4.0, en México se propone generar una mayor productividad y competitividad en el ámbito de la innovación y la tecnología. En Yucatán, por su parte, las empresas del sector manufacturero industrial están evolucionando hacia la Industria 4.0 para mejorar la forma en que fabrican y distribuyen sus productos. Los fabricantes están integrando nuevas tecnologías, que incluyen internet de las cosas, computación y análisis en la nube, IA y *Machine Learning* en sus instalaciones de producción y en todas sus operaciones. Estas tecnologías conducen a una mayor automatización, mantenimiento predictivo, optimización automática de mejoras de procesos y, sobre todo, un nuevo nivel de eficiencia y capacidad de respuesta a los clientes, que antes no era posible.

Las y los Doctores en Ingeniería Mecatrónica, implementan las tecnologías previamente mencionadas en favor de la sociedad, aumentando la competitividad de la industria local para favorecer el desarrollo económico de la región. Así mismo, el enfoque de optimización permite reducir significativamente el desperdicio de recursos energéticos y materia prima, así como la cantidad de emisiones contaminantes que se generan durante los procesos industriales, contribuyendo de esta manera a una mejora en la calidad de vida.

Ingeniería de Procesos Sustentables

Las tendencias sociales actuales como el consumo inmoderado de recursos, la adquisición de bienes y demás problemáticas vinculadas a las tres dimensiones del desarrollo sostenible: social, económica y ambiental; han estado asociadas a procesos químicos, bioprocesos, procesos alimentarios y productivos deficientes a nivel local, nacional y mundial. Estas deficiencias en los procesos han generado problemáticas emergentes. Es por ello que, a nivel mundial se llevan a cabo esfuerzos importantes para la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que la sociedad goce de paz y prosperidad (INEGI, 2018).

Los fines de carácter universal de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) así como el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 de México (DOF, 2019) y el Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024 de Yucatán (PED, 2019), en sus ejes generales y sectoriales, respectivamente, alinean esfuerzos a cumplir las metas de la agenda 2030 fomentando el bienestar social al garantizar el derecho a un medio ambiente sano, la sostenibilidad de los ecosistemas y la biodiversidad.

En este sentido, la Ingeniería en Procesos Sustentables brinda las herramientas interdisciplinarias necesarias para evaluar y mejorar los sistemas de procesos químicos, bioprocesos, procesos alimentarios y productivos que coadyuvan para atender el cumplimiento de las metas y objetivos en todos los niveles con un bajo impacto en el medio ambiente y en la sociedad.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Lo anterior refleja la necesidad de contar con Doctores y Doctoras en Ingeniería de Procesos Sustentables capaces de diseñar y mejorar sistemas y procesos innovadores de transformación de materia con técnicas experimentales, tecnologías convencionales y emergentes, modelado y optimización matemática, simulación computacional, análisis tecno-económico y toma de decisiones multicriterio; considerando criterios de sostenibilidad y desde la perspectiva de diferentes escalas y etapas del ciclo de vida para atender a corto, mediano y largo plazo dichas áreas de oportunidad.

2.2. Referente disciplinar

En el PE de Doctorado en Ingeniería se forman recursos humanos de la más alta calidad y con el máximo nivel de habilitación para realizar y comunicar investigación original en el área de la ingeniería. Con el propósito de mantener dicha calidad y nivel, el referente disciplinar considera las experiencias adquiridas durante la operación del programa, tomando en cuenta un análisis riguroso de las tendencias actuales en educación e investigación, nacionales e internacionales, en las áreas de la ingeniería que competen al PE de Doctorado en Ingeniería, así como una comparación con PE afines reconocidos internacionalmente. A continuación, se listan Instituciones con programas de Doctorado en Ingeniería afines, incluyendo sus salidas terminales.

Tabla 1. Instituciones nacionales con programas de Doctorado en Ingeniería

Institución	Programa	Salidas terminales o LGAC afines
Universidad Nacional Autónoma de México	Doctorado en Ingeniería	Ingeniería Ambiental Ingeniería Civil Ingeniería Eléctrica Ingeniería en Energía Ingeniería en Exploración y Explotación de Recursos Naturales Ingeniería Mecánica Ingeniería Química Ingeniería en Sistemas
Universidad Autónoma Metropolitana	Doctorado en Ingeniería Estructural Doctorado en Ingeniería de Procesos	Ambientales de Materiales

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

	Posgrado en Ciencias e Ingeniería Doctorado en Energía y Medio Ambiente	
Universidad Autónoma de Querétaro	Doctorado en Ingeniería Doctorado en ciencias de la energía Doctorado en mecatrónica	Modelación Analítica y Experimental de Sistemas Instrumentación y Mecatrónica Biosistemas Sistemas de transformación de energías a partir de fuentes renovables Diseño Mecánico Procesos Mecatrónicos
Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en ingeniería Doctorado en ingeniería de materiales	Ingeniería Ambiental Materiales de Construcción Desarrollo de materiales Caracterización de propiedades Procesamiento y aplicación de materiales
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Doctorado institucional en ingeniería y ciencia de materiales	Nanomateriales y nanoingeniería Ciencia e Ingeniería de Materiales Biomateriales e Ingeniería Molecular

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Universidad Autónoma del Estado de México	Doctorado en ciencias de la ingeniería	Computación Estructuras Sistemas Dinámicos y Control Sistemas Energéticos
	Doctorado en ciencias ambientales	Calidad ambiental Desarrollo sustentable

Los programas líderes a nivel nacional como el Doctorado en Ingeniería Estructural de la Universidad Autónoma Metropolitana se caracterizan por su impacto en la formación de investigadores e investigadoras de alto nivel, alta eficiencia terminal, el desarrollo de investigaciones que atienden temas prioritarios en la disciplina con resultados publicados en revistas de alto nivel, así como la participación de la comunidad académica en sociedades especializadas. Los programas de doctorado en ciencias de la energía y en mecánica de la UAQ destacan por contar con los logros de su plantilla docente y el estudiantado en la gestión de proyectos, obtención de premios y reconocimientos, y la alta productividad de artículos indizados; también contemplan que las personas egresadas deberá aplicar sus conocimientos en investigaciones de frontera siguiendo los principios institucionales, con integridad y utilidad a la sociedad.

Por tanto, se puede afirmar que el Doctorado en Ingeniería, a nivel nacional, es altamente competitivo, logrando publicaciones de las investigaciones en revistas JCR y una eficiencia terminal superior a la media nacional, equiparable en calidad a los programas listados anteriormente.

El Doctorado en Ingeniería cumple con criterios de calidad que lo equiparan con posgrados afines en universidades internacionales. A continuación, se presenta un listado de posgrados en universidad internacionales con características comunes:

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Tabla 2. Instituciones internacionales con programas de Doctorado en Ingeniería

Institución	Programa	Salidas terminales o LGAC afines
Universidad de California, Berkley (Estados Unidos)	Doctorado en Filosofía en Ingeniería	Ciencia y Tecnología Energética Ingeniería Ambiental Ingeniería Estructural Ingeniería Mecánica Ingeniería Química y Biomolecular Mecánica y Materiales Sistemas de Construcción
Texas A&M (Estados Unidos)	Doctorado en Filosofía	Ciencias de la Construcción Ingeniería Ambiental Ingeniería Eléctrica Ingeniería Estructural Ingeniería de Materiales Ingeniería Mecánica Ingeniería Química
Universidad Técnica de Múnich (Alemania)	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	Ingeniería Civil y Ambiental Ingeniería Mecánica Ingeniería de Materiales Ingeniería Energética y de Procesos
Universidad Técnica de Delft (Holanda)	Doctorado en Filosofía	Ciencia e Ingeniería de Materiales Energía Eléctrica Sustentable Gestión del Agua Ingeniería en Biotecnología Ingeniería Estructural Ingeniería Química Sistemas Inteligentes Sistemas y Control

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Politécnica de Cataluña (España)	Doctorado	Análisis Estructural Automatización, Robótica y Visión Ciencia e Ingeniería de los Materiales Ingeniería Ambiental Ingeniería de la Construcción Ingeniería de Procesos Químicos Sistemas de Energía Eléctrica
-------------------------------------	-----------	--

En el caso de las universidades internacionales analizadas, se detectaron dos tipos de programas: los escolarizados y los no-escolarizados. Los programas escolarizados (Estados Unidos) tienen una estructura similar a la del presente Doctorado en Ingeniería, debiendo cursar un determinado número de créditos como requisito, además de la culminación exitosa de un proyecto de investigación de doctorado. Por otro lado, los programas no-escolarizados se pueden subdividir en dos categorías: aquellos en donde se propone el cursar asignaturas como opcional (Alemania, Holanda) y aquellos en donde las asignaturas son un requisito (España), sin embargo, en ninguno de los dos casos representan valor curricular. Sin importar el tipo de programa, el enfoque principal recae sobre el desarrollo del proyecto de investigación. En este sentido, los temas prioritarios de los programas internacionales afines analizados concuerdan con las LGAC asociadas al presente plan de estudios. Asimismo, se reporta generalmente una duración aproximada de 4 a 5 años para la obtención del grado.

El Doctorado en Ingeniería, comprometido con la excelencia y la vanguardia, incorpora en la presente actualización 3 nuevas salidas terminales, Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables. Estas nuevas opciones, al igual que las 4 anteriores, se impartirán bajo los mismos principios del modelo educativo incorporando la innovación educativa y la flexibilidad para alcanzar los más altos niveles en la calidad educativa y cumplir con el objetivo del PE. Bajo una perspectiva de responsabilidad social, y mediante el uso responsable de las tecnologías de la información, las 7 opciones terminales aportarán a la generación de nuevo conocimiento en las áreas de ingeniería, lo que permitirá afrontar los nuevos retos relacionados con el cuidado y conservación del medio ambiente, la vivienda, las energías limpias y la automatización industrial, el desarrollo de nuevos materiales estructurales y funcionales para aplicaciones como la microrobótica, la salud humana y la creación y/o modificación de procesos químicos y biotecnológicos sustentables.

A continuación, se presentan los referentes disciplinares de cada una de las 7 opciones del Doctorado en Ingeniería.

Ingeniería Ambiental

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021), el mundo se enfrenta a una triple crisis planetaria, relacionada con el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación ambiental.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Por consiguiente, la investigación en materia de Ingeniería Ambiental nunca había sido tan apremiante para la supervivencia y el futuro desarrollo del ser humano como en el presente. Vivimos en un mundo donde la escasez de agua potable es cada vez en mayor medida un denominador común para un gran porcentaje de la población, donde los suelos se encuentran tan contaminados que prácticamente no existe un lugar en el planeta que se encuentre libre de contaminantes, y donde las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por el consumo desmedido de combustibles fósiles convencionales hacen del cambio climático un factor de riesgo inminente.

En consecuencia, se reconoce a nivel mundial la necesidad de incorporar a una economía circular todos los sectores ingenieriles, mediante las cuales los residuos generados sean vistos no sólo como desechos que requieren de un saneamiento, sino como fuente renovable y recuperable de energía, recursos y agua.

Adicionalmente, la pertinencia científica de la Ingeniería Ambiental se puede constatar a partir de las más de 100 revistas indizadas relacionadas con esta disciplina que cuentan con un alto factor de impacto (cuartiles Q1-Q3). Según el índice del Ranking de Revistas de SCImago (SJR, por sus siglas en inglés), el top 5 de revistas académicas bajo la categoría de Ingeniería Ambiental en el 2022 incluía: 1) Water Research, 2) Biofuel Research Journal, 3) Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 4) Journal of Hazardous Materials y 5) Bioresource Technology.

A nivel nacional, destacan las revistas reconocidas por el CONAHCYT mediante el sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMICYT), en las cuales se pueden encontrar trabajos de investigación de gran relevancia tanto para el país como para el mundo. Ejemplos son: la Revista Internacional de Contaminación Ambiental de la UNAM y la Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.

Por otro lado, la Ingeniería Ambiental es un campo amplio y multidisciplinario que involucra diversas disciplinas como son física, química, biología, hidrología y matemáticas. Dentro de estas disciplinas, se identifican como saberes esenciales temas relacionados con biología del medio ambiente, química ambiental, procesos fisicoquímicos y biológicos de tratamiento, protocolos de monitoreo de la contaminación y diseño de experimentos. Posteriormente, el estudio de la Ingeniería Ambiental puede dividirse para su especialización en 4 áreas generales: gestión y tratamiento del agua, manejo integral de residuos sólidos, monitoreo y control de la contaminación atmosférica, y contaminación y restauración de suelos.

Ingeniería de la Construcción

El programa de Doctorado en Ingeniería opción Construcción, por parte de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en la Facultad de Ingeniería, representa un avance disciplinar significativo para el sureste de México, especialmente en Mérida, Yucatán. Este programa no solo satisface una creciente demanda educativa y profesional en el campo de la ingeniería de construcción, sino

que también apunta a llenar un vacío en la formación avanzada especializada en la región. Desde una perspectiva disciplinaria, este programa académico aspira a converger diferentes áreas de estudio relacionadas con la ingeniería de construcción, como la gestión de proyectos, estructuras, materiales avanzados y construcción sostenible. Se prevé que el doctorado incorpore los avances más recientes en ciencia y tecnología aplicadas a la construcción, reflejando las últimas tendencias globales en temas como la digitalización, la modelización de información para la construcción, BIM, (Azhar, 2011; Porwal y Hewage, 2013) así como el uso de materiales ecoeficientes (Díaz, 2023).

En el contexto del sureste mexicano, la importancia de esta la opción Construcción del Doctorado en Ingeniería se manifiesta en varias dimensiones. Primero, se trata de una región con una rica historia cultural y arquitectónica, pero también con retos significativos en infraestructura y desarrollo urbano. Las ciudades están creciendo rápidamente, y con ellas la necesidad de infraestructuras sostenibles y resilientes que puedan soportar el cambio climático y otros desafíos ambientales (INEGI, 2021). La opción Construcción del Doctorado en Ingeniería responde a la necesidad de formar líderes en la investigación y la aplicación de tecnologías y métodos de construcción que son cruciales para el desarrollo sostenible de la región.

A nivel académico, este programa también puede convertirse en un centro de excelencia que atraiga al estudiantado, investigadores e investigadoras no sólo de México, sino también de otras partes de América Latina y el mundo. Esto puede llevar a colaboraciones internacionales y a una mayor visibilidad de la Facultad de Ingeniería de la UADY en la arena global, como por ejemplo el Scimago Institutions Rankings (Elsevier, 2021).

Ingeniería en Energías Renovables

Durante 2019, el 23.8% de las nuevas inversiones realizadas en Latinoamérica para el desarrollo de proyectos de energías renovables se realizó en México, colocándolo en el segundo lugar en la región (Bloomberg New Energy Finance, 2020) solo detrás de Brasil. México tiene un gran potencial en cuanto al uso de recursos renovables, en los últimos 5 años se ha dado un incremento crucial en la generación de energía eléctrica de fuentes alternativas (SENER, 2021). En 2022, se tuvo una participación de las energías limpias de 31.16%, aumentando 1.69 puntos porcentuales respecto al 2021 (106,170.96 GWh), cercano para cumplir la meta al 2024 del 35% de generación de energías limpias establecida por México en la Ley de Transición Energética (SENER, 2015).

La generación por fuentes limpias en nuestro país incluye tecnologías tales como: cogeneración eficiente, energía hidroeléctrica, energía eólica, energía solar fotovoltaica, energía geotérmica, energía nuclear, entre otras. Las tecnologías que mayor crecimiento presentaron fueron la fotovoltaica, la eólica y la cogeneración eficiente. En particular la energía solar tuvo un incremento en la generación de energía de 30.91% con respecto al 2021 (SENER, 2023). En 2023, la capacidad de potencia instalada por fuentes limpias se incrementó 4.5 % (1,487 MW) con respecto al 2022 para un total de 34,048 MW (SENER, 2024). Desde 2016 México ocupa el

sexto lugar a nivel mundial en capacidad geotermoeléctrica instalada. Actualmente, hay cinco centrales geotermoeléctricas en territorio nacional.

El desarrollo actual del mercado energético en México gracias a los proyectos de centrales Eólicas Sureste I-V (1305 MW), fotovoltaicos (1252 MW), geotérmico (117 MW), de ciclo combinado Mérida IV (499 MW) y Riviera Maya (1020 MW), el desarrollo del Gasoducto Puerta al Sureste y Mayakán presenta una excelente área de oportunidad para las y los egresados de la opción en Energías Renovables del Doctorado en Ingeniería, dada la necesidad de personal altamente capacitado para el diseño y desarrollo de proyectos de generación de potencia por tecnologías convencionales de alta eficiencia y fuentes renovables. Por otra parte, es de especial importancia la necesidad de especialistas en gestión energética de la red eléctrica y métodos avanzados de almacenamiento.

En el aspecto científico, las energías renovables han tenido un notable incremento en el número de publicaciones en revistas de alto impacto, lo cual evidencia la pertinencia de las líneas de investigación. Entre 2010 y 2022, de acuerdo con la base de datos Science Direct, el 56% de las publicaciones han sido en el sector energético (Guchhait, 2023). Durante el año 2022, del total de artículos publicados en energías renovables, el 35% se enfocaron a la tecnología del hidrógeno (106,293), 18% energía solar (54,692) y 13% energía eólica (38,532).

Ingeniería Estructural

Existe un gran avance en el conocimiento del comportamiento de materiales, elementos y sistemas estructurales, así como de la determinación de las acciones a las que puede estar sometida una estructura por la acción de sismos y huracanes, entre otros. El vasto desarrollo de la Ingeniería Estructural se puede evidenciar con la significativa evolución que han experimentado los códigos de diseño estructural. El avance tecnológico ha permitido el desarrollo de teorías, modelos, diseños y planos, liberando al ingeniero de actividades rutinarias que han sido automatizadas y ha abierto la puerta a la innovación. En particular, se observa el creciente uso de herramientas de cómputo para el análisis no lineal de estructuras, la incorporación de la resiliencia en la filosofía de diseño sísmico, entre otros desarrollos.

En la Sociedad Americana de Ingeniería Civil (ASCE, 2007) se ha analizado la perspectiva global de la ingeniería civil para el año 2025 y se plantearon las tendencias actuales. Se concluyó que se espera que para el año 2025 la población mundial continuará creciendo, desplazándose desde zonas rurales hacia las zonas urbanas; se requiere la adopción generalizada de los principios de la sostenibilidad asociados a la energía, agua potable, aire limpio, eliminación segura de residuos y transporte. Bajo estas circunstancias se presentan desafíos para las y los ingenieros estructurales, pues la sociedad de hoy requiere de una infraestructura capaz de satisfacer las nuevas características de desarrollo. Entre los retos se encuentran: el crecimiento vertical, edificaciones sostenibles y resilientes, utilización de materiales optimizados y mayor uso de nano materiales.

La pertinencia científica de la Ingeniería Estructural se evidencia con las numerosas revistas indizadas del área en las que se publican resultados científicos,

tales como Journal of Structural Engineering del ASCE, ACI Structural Journal e Engineering Structures de Elsevier. Adicionalmente, están las revistas de la Ingeniería Civil que cubren a la Ingeniería Estructural (e.g. Canadian Journal of Civil Engineering). Asimismo, están las revistas especializadas que abordan temáticas de interés para la Ingeniería Estructural, tales como Ingeniería Sísmica (e.g. Earthquake Spectra), Ingeniería Eólica (e.g. Wind and Structures), Mecánica Computacional (e.g. International Journal of Solids and Structures) y Materiales de Construcción (e.g. ACI Material Journal). Finalmente, la pertinencia científica en México de la Ingeniería Estructural se evidencia en las revistas reconocidas por el CONAHCYT en las que se pueden encontrar trabajos de investigación (e.g. Ingeniería Investigación y Tecnología, y Revista de Ingeniería Sísmica).

La formación de las y los ingenieros en el área estructural se puede organizar en dos grandes áreas: Análisis Estructural y Diseño Estructural. En el área del Análisis Estructural se encuentra como saberes esenciales el análisis y la dinámica estructural, así como el estudio del comportamiento mecánico de las estructuras a través de la Mecánica del Medio Continuo y del Método del Elemento Finito. El área del Diseño Estructural es muy amplia y a nivel posgrado se pone énfasis en el estudio del comportamiento de elementos y sistemas estructurales. Se consideran como conocimientos esenciales del área de diseño el comportamiento de elementos y sistemas estructurales de concreto y acero. Adicionalmente, son saberes esenciales el diseño de estructuras ante acciones accidentales, tales como las acciones sísmicas y eólicas, siendo más frecuente los cursos de Diseño Sísmico a nivel mundial.

Ingeniería en Materiales Funcionales

En la disciplina existe una distinción entre materiales estructurales y funcionales. Los materiales estructurales se seleccionan por su capacidad de carga y los materiales funcionales por la naturaleza de su respuesta a estímulos eléctricos, magnéticos, ópticos o químicos. Actualmente, la Ciencia de Materiales es una disciplina que abarca diversas áreas (Nande et al, 2023). Empleando los principios fundamentales de la Física y Química de la Materia Condensada se modelan la estructura y propiedades de materiales funcionales. Estas técnicas computacionales se utilizan para el diseño de nuevos materiales o modificar propiedades de materiales existentes.

Las principales competencias que se desarrollan en el área de Materiales funcionales son: 1) Diseño de materiales, comenzando desde su composición química, fases constituyentes y microestructura, hasta el conjunto de propiedades requeridas para una aplicación particular. Para esto se utiliza la simulación computacional, la cual a través de modelos describe las propiedades y el comportamiento de los materiales en diversos entornos. 2) Desarrollo de técnicas analíticas: La evolución hacia nuevos materiales en el futuro requiere de técnicas de investigación que permitan examinarlos a escala atómica, a través de técnicas de microscopía o estudiar sus propiedades macroscópicas para predecir su comportamiento de acuerdo con la aplicación.

Otras competencias son: 3) Síntesis y procesamiento: Las técnicas de manufactura y procesamiento en el futuro, tienen la tarea de desarrollar materiales de ingeniería a partir de complejos arreglos de átomos y partículas con la máxima exactitud y control, teniendo en cuenta el costo y la escalabilidad de esta. 4) Desarrollo y aplicación de Nanomateriales para aplicaciones como la microrrobótica, la liberación de medicamentos en el cuerpo humano, nanoelectrónica son algunas de las aplicaciones de estos materiales con propiedades diferentes a los materiales volumétricos. 5) Desarrollo de Materiales inteligentes para la Revolución industrial 4.0, estos pueden cambiar sus propiedades de acuerdo con las condiciones del entorno. Algunos pueden regenerarse, modificarse o destruirse según sea la necesidad, y por último, desarrollo de materiales para la energía que permitan convertir o almacenar energía minimizando el impacto ambiental.

El creciente número de publicaciones en revistas internacionales indexadas en el área de Ciencia de Materiales demuestra la pertinencia científica del tema. Algunas de las más reconocidas por sus altos factores de impacto son: Nature Materials, Carbon, Materials Research Letters, Materials Science and Engineering, Advanced Materials y Physical Review B. Otras como Advanced Functional Materials, Journal of Electronic y Materials and Funtional Materials Letters, están especializadas en los reportes científicos del área de materiales funcionales en particular.

Ingeniería en Mecatrónica

La industria electrónica en México, que es uno de los pilares de la Ingeniería Mecatrónica tiene un gran potencial de crecimiento. Desde el año 2020 la producción de equipos eléctricos y electrónicos en el país alcanzó los 76,540 millones de dólares americanos (INEGI, 2021).

En los próximos cinco años se espera que la participación de los sistemas embebidos incremente sustancialmente en mercados como el automotriz, la automatización industrial, las telecomunicaciones, la electrónica de consumo y el equipamiento médico y de salud (GIR, 2023). Adicionalmente, el mercado mundial del Internet de las Cosas en el sector público superó los 21,300 millones de dólares en 2022; es decir, este segmento se incrementó un 22% respecto al montante esperado para este ejercicio, que es de 17,500 millones de dólares, según un informe de la firma de análisis Globaldata (Thematic Research: Internet of Things, 2019), concluyó que gran parte del crecimiento provendrá de los sistemas electrónicos portables.

Hoy en día es casi imposible imaginar productos y líneas de producción que no se puedan beneficiar de la Automatización y la Robótica. En México, el mercado de automatización industrial basada en robots industriales autónomos ha evolucionado. Sin embargo, China lidera este mercado con un índice de producción 27 veces mayor que el de México. Por lo tanto, es necesario generar programas de doctorado en México que sean competitivos a nivel nacional e internacional, que se especialicen en este tipo de tecnologías, caracterizados por su gran fiabilidad, precisión y repetibilidad, para mejorar la producción industrial.

Para incorporar las nuevas tecnologías en los procesos de producción, las y los Doctores en Mecatrónica deben contar con sólidos conocimientos de las principales áreas que conforman la Ingeniería Mecatrónica como: la Automatización y Control de procesos industriales, el diseño de Sistemas Mecatrónicos, la Instrumentación electrónica, el diseño de productos innovadores, la Simulación y Optimización de procesos, así como el Diseño Asistido por Computadora (CAD) (UNAM, 2023). La correcta aplicación de estos conocimientos va de la mano con la implementación de los 9 pilares de la Industria 4.0 que son: *Big Data*, Simulación, Fabricación Aditiva, Ciberseguridad, Cómputo en la nube, Internet de las Cosas, Robótica Autónoma, Integración de Sistemas, y Realidad Aumentada (Erboz 2017). En específico las áreas de simulación (CAD, CAM Y CAE), Internet de las Cosas, Fabricación Aditiva y Robótica Autónoma son áreas que las y los Doctores en Ingeniería Mecatrónica deben dominar.

La pertinencia científica de la Ingeniería Mecatrónica se evidencia con las numerosas revistas internacionales indizadas en las que se publican los avances del área, como: *Sensors*, *IEEE Transactions on Power Electronics*, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, *IEEE Sensors Journal*, *Mechatronics* y *Automatica* estas últimas dos de la Federación Internacional de Control Automático (IFAC).

Ingeniería de Procesos Sustentables

La ingeniería de procesos se encarga del diseño, operación, control, optimización, el mejoramiento y la intensificación de los procesos químicos, biotecnológicos y de alimentos, a través de un conjunto de operaciones unitarias para llevar a cabo la transformación de una materia prima en un producto (American Chemical Society, 2023), provocando una evolución en la ingeniería de procesos, con enfoques multidisciplinarios. Dichos enfoques son basados en la ingeniería química, ingeniería en biotecnología, ingeniería ambiental, ingeniería de alimentos, ingeniería de sistemas e incluso la ingeniería de materiales (nanotecnología) (Cranfield University, 2023), empleando elementos de economía, síntesis de materiales, matemáticas, técnicas de análisis instrumental complejo y herramientas computacionales como el modelado, la simulación, economía de procesos, dinámica de fluidos computacional y la evaluación del ciclo de vida.

La ingeniería de procesos ha impactado en diferentes sectores tales como la química, producción de energía, petroquímica, mejoramiento de la calidad del agua, alimentos y bebidas, farmacéutica, biotecnología, entre otros.

Sin lugar a duda, la ingeniería de procesos juega un papel fundamental en la generación de productos para la humanidad y la búsqueda para enfrentar los desafíos globales de nuestro planeta tales como la crisis alimentaria, la contaminación ambiental, la disponibilidad de agua y el cambio climático. Es por ello por lo que surge la necesidad de mejorar los procesos actuales y la creación de procesos sustentables que puedan minimizar el impacto sobre el medio ambiente y la salud humana.

En este sentido, los procesos sustentables, son procesos innovadores constituidos por etapas compuestas, las cuales potencializan el aprovechamiento de los materiales y la energía para la producción de bienes o productos útiles, apoyándose en la ingeniería de procesos, así como en disciplinas tales como la química verde, Ingeniería verde, y la ecología industrial. Por lo que los procesos sustentables deben incorporar etapas que sean eficientes, que no contaminen el medio ambiente, generando una menor cantidad de residuos y desechos, así como usando sustancias inocuas para sus productos y subproductos.

Debido a esto, el desarrollo de procesos sustentables son de gran importancia a nivel regional, local, nacional e internacional, siendo el principal objetivo, la producción de bienes y servicios que minimicen el uso de los recursos naturales, la generación de materiales o nanomateriales tóxicos, residuos y emisiones contaminantes, mediante la promoción de una estrategia de gestión productiva que integra la dimensión ambiental a través de un enfoque preventivo de la contaminación y la administración eficiente de los recursos, orientados principalmente a reducir los riesgos para la salud, reducir los impactos al ambiente, disminuir el uso de los recursos, aumentar la competitividad de la actividad empresarial, generar innovación y conocimiento, además de generar información y concientización.

Esto favorecerá el crecimiento económico con la inclusión social y el cuidado del ambiente; promoviendo un desarrollo industrial que no ponga en riesgo las necesidades productivas, sociales y ambientales de las generaciones futuras, a través del manejo racional de los recursos naturales, propiciando su recuperación, conservación, mejoramiento y buen uso, bajo principios éticos y de igualdad, garantizando la vida en todas sus manifestaciones.

2.3. Referente profesional

La aportación de las y los ingenieros y científicos al desarrollo económico y bienestar social de los países es fundamental, contribuyen, a través de la investigación rigurosa, a los avances en el cuidado y restauración del medio ambiente, de la infraestructura, de la producción de bienes y servicios, de la capacidad de innovación, de la creación de nuevas empresas de base tecnológica, de la generación de empleo y, en general, a la mejora de la calidad de vida de la población.

Ingeniería Ambiental

La labor profesional de especialistas en Ingeniería Ambiental comprende actividades de diversa índole como: diseño y optimización de tecnologías de prevención, mitigación y remediación de la contaminación, evaluación de problemáticas ambientales, gestión integral de proyectos ambientales, elaboración de estudios de impacto y riesgo ambiental, entre otras. Las y los egresados del PE del Doctorado en Ingeniería Opción Ambiental se desempeñan principalmente en puestos como: directivos de gestión ambiental en el sector público, personal

altamente calificado en laboratorios de la industria privada, personal docente e investigador en instituciones públicas y privadas, y consultores ambientales (generalmente a través de empresas propias).

Ingeniería de la Construcción

El programa de doctorado en Ingeniería de Construcción, especialmente enfocado en las necesidades y oportunidades del sureste mexicano, es un hito significativo en la formación académica y profesional de la región, y viene a fortalecer un sector que es vital para el desarrollo económico y social del país. En el contexto del sureste mexicano, y más específicamente en Mérida, Yucatán, este doctorado busca abordar problemáticas actuales en campos como la construcción sostenible, infraestructura de transporte, y tecnologías avanzadas de construcción, entre otros. Desde las perspectivas profesional y empresarial, las compañías de construcción en la región se beneficiarán significativamente de este programa de doctorado. En primer lugar, tendrán acceso a un grupo de profesionales altamente capacitados que pueden contribuir en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de construcción. Según el Informe Anual de la Industria de la Construcción, las empresas buscan cada vez más adoptar prácticas sostenibles y tecnologías avanzadas para mantener su competitividad (Informe Anual, 2021).

Ingeniería en Energías Renovables

Las y los egresados de la opción energías renovables tienen un amplio campo laboral disponible ya que puede ejercer como especialistas en el diseño y ejecución de proyectos de sistemas de generación eléctrica por fuentes renovables en el sector público y privado, pueden también realizar consultoría y actividades empresariales especializadas en sistemas de generación, gestión y uso eficiente de la energía, así como realizar investigación y desarrollo tecnológico de sistemas de generación eléctrica por fuentes renovables. En el campo de la investigación, la persona egresada de la opción energías renovables puede integrarse en instituciones de educación superior promoviendo la formación de recursos humanos especializados y proyectos de investigación en tecnologías emergentes para el aprovechamiento y gestión de los recursos energéticos renovables.

Ingeniería Estructural

Los especialistas en Ingeniería Estructural realizan proyectos de diseño de la infraestructura, tales como edificaciones, vivienda, puentes, túneles, entre otros. Su responsabilidad es asegurar que la infraestructura será capaz de desempeñarse satisfactoriamente durante su vida útil, lo cual incluye la capacidad para resistir las acciones que se presentarán en ésta. Pueden trabajar en proyectos nuevos, así como en la rehabilitación, reforzamiento y modificación de la infraestructura existente. Los retos en infraestructura actuales requieren de especialistas que cuenten con mayores competencias que las provistas en los programas de licenciatura y maestría, además de la experiencia que da el ejercicio de la práctica profesional.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Por lo anterior, se puede observar que hay empresas y consultores dedicados a realizar proyectos de Ingeniería Estructural con personal con estudios de maestría y doctorado en Ingeniería Estructural. Esto es porque en los estudios de posgrado se amplía y profundiza en las competencias del análisis y diseño de las estructuras.

Ingeniería en Materiales Funcionales

Los servicios profesionales que pueden prestar las y los egresados están relacionados con la producción de materiales, que agrupa actividades inherentes al ciclo completo, desde diseño, selección y optimización de materiales hasta su reutilización y reciclado. También están capacitados para realizar el control de materiales, que incluye actividades como la caracterización, evaluación de materiales y predicción de durabilidad. Otras actividades incluyen la investigación, desarrollo tecnológico y docencia en el área. Quienes egresan del programa de Materiales Funcionales cuentan con conocimientos avanzados de materiales y sus propiedades, enfocándose en aplicaciones donde es importante su respuesta óptica, eléctrica, magnética o térmica.

Ingeniería en Mecatrónica

Las y los especialistas en Ingeniería Mecatrónica cuentan con conocimientos sólidos de las áreas de Electrónica, Instrumentación y Control, Mecánica Industrial, Manufactura y Automatización. A nivel profesional, las y los Ingenieros en Mecatrónica con estudios de posgrado desarrollan tecnología y realizan investigación en las áreas de la Automatización, Robótica e Internet de las Cosas que conforman los pilares de la Industria 4.0, esto les permite dominar las tecnologías que predominarán durante la cuarta transformación industrial, para aplicar sus conocimientos en las áreas de la Automatización y especializarse en tecnologías disruptivas.

Ingeniería de Procesos Sustentables

Las y los profesionales con doctorado en ingeniería opción procesos sustentables puede desempeñarse en instituciones del sector público y privado desarrollando actividades que incidan en problemáticas como son la gestión de agua, el ahorro de energía, la reducción de emisiones contaminantes, el manejo y disposición de residuos, mejora de la productividad y el rediseño de equipos intensificados, entre otros. Las y los egresados pueden desempeñarse en la formación de recursos humanos y la investigación científica y tecnológica en estas instituciones aportando a líneas de trabajo relacionadas con la transformación de la materia y sus procesos productivos.

2.4. Referente institucional

La misión, visión, valores y principios considerados en el Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030, así como su filosofía educativa, son los fundamentos del

quehacer de la institución, los cuales orientan y sustentan las labores y actuación de los universitarios en todos los ámbitos del funcionamiento de la Universidad (UADY, 2021). En virtud de su importancia, a continuación, se presentan la misión y visión institucionales:

- **Misión:** La UADY es una institución pública de educación media superior y superior que promueve oportunidades de aprendizaje para todas y todos, a través de una educación humanista, pertinente y de calidad; contribuye al desarrollo de la ciencia, las humanidades, la tecnología y la innovación; a la atención de problemáticas locales, regionales, nacionales y mundiales y a mejorar el nivel de bienestar de la sociedad yucateca (UADY, 2019, p. 80).
- **Visión 2030:** “...es una universidad internacional, vinculada estratégicamente a lo local, con un amplio nivel de reconocimiento por su relevancia y trascendencia social” (UADY, 2019, p. 86).

Ante la tendencia global de que las universidades cuenten con una oferta educativa que contribuya al desarrollo social y a la formación de ciudadanos con competencias para la vida y la empleabilidad, la UADY se ha comprometido a dar respuesta a las necesidades y demandas sociales, profesionales, disciplinares e institucionales a través del fortalecimiento de su Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) y de sus programas educativos, así como la articulación de los ejes estratégicos¹ y transversales² que, en su conjunto, coadyuvan al logro de los objetivos estratégicos planteados en el PDI 2019 - 2030:

- Ofrecer PE pertinentes y reconocidos por su calidad a nivel nacional e internacional;
- Lograr altos niveles de aprendizaje del estudiantado de bachillerato, licenciatura y posgrado;
- Lograr el reconocimiento nacional e internacional de la Universidad;
- Contribuir a la atención de problemáticas locales, nacionales y mundiales, al desarrollo del conocimiento y la innovación, y de la cuarta revolución industrial (UADY, 2019).

Por ello, se ha expresado claramente en el PDI 2019 - 2030 la relevancia de tener un modelo educativo que responda a las necesidades y tendencias sociales y educativas que coadyuve a la Institución a responder al compromiso que tiene con la sociedad de ofrecer una educación pertinente y de calidad, así como a la atención de problemáticas locales, regionales, nacionales y mundiales. Se plantea la necesidad de contar con un modelo educativo en consonancia con las tendencias de la formación dual, la adaptación tecnológica y transformación digital, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la internacionalización, de la ciudadanía y la cultura de paz, así como la filosofía institucional y los objetivos declarados en el PDI 2019-2030 y con esto garantizar que la Universidad continúe formando

¹ **Ejes estratégicos:** Educación integral de calidad, Generación y aplicación del conocimiento pertinente y relevante, y Vinculación estratégica.

² **Ejes transversales:** Responsabilidad social, Internacionalización e Innovación.

ciudadanos y profesionales con las competencias para atender las necesidades y problemáticas de la sociedad (UADY, 2021).

El Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) constituye la propuesta que hace la UADY con la finalidad de responder de forma pertinente a su compromiso social de formar ciudadanos y profesionales que puedan responder y adaptarse a un mundo globalizado cada vez más exigente y demandante. El MEFI establece los elementos fundamentales que orientan el tipo de formación que la universidad busca brindar a su estudiantado, pero también establece los lineamientos para el diseño y operación de los programas educativos.

Con base en lo establecido en el MEFI (UADY, 2021), los seis principios fundamentales constituyen el ideario de la Universidad que refleja la identidad de la institución, el tipo de educación que se promueve y cómo se caracteriza la práctica educativa. Estos principios son:

1. **La formación integral del estudiantado constituye el centro del modelo y el principal compromiso de la Universidad.** Para la UADY es un proceso permanente de la práctica educativa enfocada en tres aspectos: *el personal*, que se orienta hacia la formación ciudadana y el desarrollo de personas autónomas, críticas, éticas y responsables de sí mismas; *el interpersonal*, que se enfoca al desarrollo de competencias comunicativas y de colaboración y *el social-contextual* cuyo interés recae en la formación de profesionales responsables de su entorno, con la capacidad de tomar decisiones y resolver problemáticas locales, nacionales y globales. Se logra de manera transversal en los planes de estudio, a través de estrategias y acciones institucionales, así como del involucramiento de todos los agentes del MEFI.
2. **Las acciones universitarias y decisiones sobre la práctica educativa se fundamentan en los ejes del modelo.** Los ejes son componentes transversales que orientan el proceso de enseñanza y aprendizaje, el diseño e implementación de los programas educativos, así como el trabajo de los agentes para el logro de la formación integral del estudiantado. Son cinco: *educación para la vida, educación vinculada a la práctica, flexibilidad, innovación educativa e internacionalización.*
3. **La práctica en escenarios reales y el vínculo con el contexto profesional son esenciales para el desarrollo de competencias.** La UADY apuesta por el desarrollo del proceso formativo en el aula y en escenarios reales, principalmente en organizaciones de los sectores público, privado y social. Dicho proceso debe propiciar el análisis de problemas del contexto real y la colaboración para su resolución, desde una perspectiva integral, sostenible y sistémica, que permita a través de estrategias de enseñanza y aprendizaje activos, el desarrollo de una formación integral y de las competencias establecidas en los planes de estudio.
4. **Los planes y programas educativos se diseñan con base en los lineamientos y metodología curricular del modelo para asegurar su pertinencia, factibilidad y calidad.** En concordancia con la Misión Institucional, así como lo establecido en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2019-2030, se establece

el compromiso de la UADY, así como de todos los agentes involucrados para promover oportunidades de aprendizaje que contribuyan al desarrollo de la ciencia, las humanidades, la tecnología y la innovación; todo esto en respuesta a las tendencias socioeconómicas, ambientales, tecnológicas y políticas como son la formación dual, el uso de tecnologías disruptivas, la internacionalización, la educación virtual, cultura de paz, entre otros.

- 5. El estudiante es un ser integral que desarrolla sus potencialidades en interacción con otros para contribuir a la solución de problemáticas propias y del contexto.** El estudiante es un agente de cambio con una gran participación. La UADY enfoca todos sus esfuerzos en brindar al estudiantado una sólida formación integral a través de diversas estrategias académicas, promoviendo su desarrollo como personas responsables y comprometidas con otros y con el entorno. Para esto se define un perfil que integra de 13 competencias genéricas, que se desarrollan a la par de las competencias establecidas en los planes de estudio. Cabe apuntar que el proceso de formación debe sustentarse en el compromiso hacia el aprendizaje y la identidad institucional del estudiantado.
- 6. El profesorado acompaña al estudiantado en su proceso formativo en congruencia con los valores institucionales de la Universidad.** En la UADY, el personal docente tiene un papel fundamental en la formación integral y el desarrollo de las competencias establecidas en los planes de estudio. Para cumplir esta tarea se requiere que planeen, generen y organicen los escenarios de enseñanza, aprendizaje y evaluación, en espacios tanto presenciales como virtuales desempeñándose con integridad académica e identidad institucional.

Como se puede apreciar, el MEFI busca garantizar que la oferta educativa responda a las características de pertinencia social, factibilidad y calidad, que los PE contribuyan a la atención de necesidades y solución de problemáticas sociales, profesionales y disciplinares, pero, sobre todo, busca brindar una formación integral de calidad que provea al estudiantado las herramientas necesarias para su vida personal y profesional. Esto se refleja en el proceso que se sigue para crear o modificar un programa educativo, así como en las características de diseño curricular de los planes de estudio plasmadas en este documento.

2.5. Resultados de la evaluación interna y externa

La mejora continua de los PE de la Universidad considera fundamental los resultados de las evaluaciones interna (UADY) y externa (CONAHCYT), por lo que el Programa de Doctorado en Ingeniería es evaluado de manera periódica y rigurosa. A continuación, se presenta un resumen del análisis de los criterios de evaluación y los resultados correspondientes.

2.5.1. Evaluación interna

La evaluación interna del Programa de Doctorado en Ingeniería tiene por objetivo identificar fortalezas y áreas de mejora, para lo cual se realiza un análisis

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

riguroso de los resultados de eficacia (egreso y graduación), así como un análisis del plan desde las perspectivas del profesorado, del estudiantado y de las personas egresadas. La evaluación más reciente se llevó a cabo en el periodo marzo a junio de 2023. Los principales indicadores y hallazgos obtenidos se describen a continuación.

Se cuenta con un PE en el que el estudiantado, las y los egresados demuestran satisfacción, ya que les permite responder a las necesidades sociales y profesionales. Dentro de los aspectos que favorecen esta satisfacción, se identifican elementos como: la organización curricular que permite desarrollar gradualmente las competencias establecidas en el perfil de egreso, las cuales se complementan con las asignaturas optativas, aunado a la flexibilidad que permite concluir el Doctorado en seis semestres.

Clave importante en la organización curricular, son los Seminarios de investigación, los cuales favorecen el tránsito del estudiantado, así como el desarrollo de los proyectos de tesis. Los cursos de Metodología de la Investigación Avanzada y Docencia para Ingeniería, que, junto con los Seminarios de Investigación, contribuyen a desarrollar habilidades de comunicación, redacción, metodología, análisis de datos, así como de desarrollo de productos académicos. Otros elementos que favorecen la percepción positiva hacia el Plan de estudios son la tutoría, la dirección de tesis, la relación estudiantado/profesorado y un proceso de selección riguroso que vigila el cumplimiento del perfil de ingreso. Al mismo tiempo, estos elementos favorecen que el programa cuente con el 100% de retención y egreso de su estudiantado. Otro aspecto positivo es la movilidad interna y externa, tanto nacional como internacional, así como la infraestructura física y tecnológica, ya que se cuenta con aulas físicas y virtuales, cubículos y laboratorios suficientes para realizar las actividades de investigación.

Como áreas de mejora, si bien se mantiene la pertinencia, se debe considerar una actualización de los referentes (social, profesional, disciplinar e institucional), así como las instituciones con planes afines. Además, se deben considerar líneas de trabajo emergentes que puedan incluirse en el referente profesional y analizar la pertinencia de la incorporación de nuevas opciones terminales.

Aunado a lo anterior, en el objetivo general se debe considerar la atención a necesidades sociales. Otro punto para considerar es un tránsito fluido, para que estudiantado de la Maestría en Ingeniería, con inscripción vigente, que obtuvo el grado en tiempo y forma pueda ingresar al programa de doctorado de manera fluida.

Se sugiere eliminar el curso Desarrollo de proyectos sustentables dado que los contenidos ya se están abordando en la maestría y ya no resultan pertinentes ni suficientes para el perfil deseable del estudiantado. Otro curso que requiere análisis de pertinencia es el de Estadística, ya que no resulta necesario para todo el estudiantado. Por último, se sugiere aumentar el número de horas frente a la conducción del personal docente para ampliar la posibilidad de que el estudiantado desarrolle y presente cursos muestra. En relación con los cursos optativos, se solicita ampliar la oferta y/o el número de asignaturas que el estudiantado pueda llevar de acuerdo con sus necesidades e intereses. En la presente actualización se

propone que el estudiante, con el visto bueno de su director de tesis, pueda cursar como optativos los cursos que se imparten en las diferentes opciones terminales de la Maestría en Ingeniería y/o solicitar la apertura de los cursos optativos que considere necesarios para la consecución del objetivo de su tesis, no se limitará al único curso declarado en la malla curricular. Por último, es necesario considerar la mejora en la infraestructura de laboratorios y talleres, así como la calidad del internet, actualizar los equipos de cómputo para el uso de software y bases de datos y revistas especializadas para el desarrollo de los proyectos de investigación.

2.5.2. Evaluación externa

El programa de Doctorado en Ingeniería, adicionalmente, fue evaluado de forma periódica por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT, vigente hasta el año 2022; posteriormente el programa realizó una transición de su registro en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP) del CONAHCYT. A continuación, se presenta un resumen del análisis de los principales resultados de la última acreditación obtenida, en la cual el PE obtuvo la categoría de Consolidado.

La Carta de Postulación justifica claramente la importancia del programa, su pertinencia científica y social y describe de manera amplia y contundente los aportes en la formación e investigación del estudiantado, así como los actores con los que se relaciona e interactúa el programa durante el periodo de evaluación. El programa fomenta la colaboración con diferentes actores nacionales e internacionales para la resolución de problemas regionales y nacionales, lo cual puede apreciarse a través de las publicaciones internacionales desarrolladas. En este contexto, las opciones terminales del programa (Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras) contribuyen en las áreas de los Pronaces: Agua, Vivienda, Energía, y Cambio Climático.

Se observa la existencia de un sistema estándar de seguimiento de la trayectoria académica, a través de las actas de las reuniones de comité tutorial. Sin embargo, no se identificaron claramente los instrumentos para resolver las controversias que pueden suscitarse durante la evaluación de los avances. Cada estudiante tiene el seguimiento de un Comité Tutorial, que está integrado por al menos tres académicos: un director o directora de tesis y dos personas para realizar las actividades de revisión. Una de las personas revisoras es externa y cuenta con una reconocida trayectoria académica en el tema de tesis doctoral.

El programa cuenta con buen proceso de admisión que incluye mecanismos de control para la selección. El programa ha generado productos que se han publicado en revistas internacionales y se observa una buena participación en congresos de manera individual. Sin embargo, no se detectaron evidencias de que el programa organice encuentros o eventos de divulgación de y entre los doctorantes más allá del marco de los seminarios de investigación. Existen mecanismos de retribución social que fomentan la colaboración y comunicación con los diferentes sectores de la sociedad. Hay evidencia de actividades y acuerdos de colaboración con diversos sectores de la sociedad.

De acuerdo con las evaluaciones interna y externa se puede concluir que el Doctorado en Ingeniería es un programa consolidado en su ámbito de incidencia, y que por sus resultados y buenas prácticas es, de acuerdo al SNP, un programa de posgrado de Categoría 1.

2.6. Factibilidad académico-administrativo

A continuación, se presentan los principales hallazgos del análisis de factibilidad académico-administrativa del programa de Doctorado en Ingeniería.

El Doctorado en Ingeniería tiene una duración de cuatro años, es flexible y puede cursarse en tres años. Actualmente cuenta con cuatro salidas terminales: Ambiental, Construcción, Energías Renovables Estructuras, sin embargo, se ha identificado la pertinencia y factibilidad de incorporar tres nuevas salidas terminales: Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables, lo que coadyuvará a resolver los Programas Nacionales Estratégicos, PRONACES, del CONAHCYT, así como a múltiples objetivos de desarrollo sustentable del Estado de Yucatán y de la ONU.

Las opciones del Doctorado en Ingeniería están alineadas con los perfiles de egreso del programa de Maestría en Ingeniería, lo que permite la continuidad de las líneas de investigación, el uso óptimo de la infraestructura y de los recursos académicos, dando como resultado el fortalecimiento de la integración de la Maestría con el Doctorado. Cabe destacar que en la presente actualización el estudiantado de la Maestría en Ingeniería contará con la opción de inscribirse al Doctorado en Ingeniería mediante la modalidad tránsito fluido.

El PE ha sido actualizado de acuerdo con el modelo educativo de la UADY, a los lineamientos vigentes del Sistema Nacional de Posgrados, los Planes vigentes de Desarrollo Estatal y Nacional, los Objetivos del Desarrollo Sostenible y de la cuarta revolución industrial, así como a las tendencias educativas y de investigación nacionales e internacionales, aumentando así la calidad y pertinencia de la formación de recursos humanos en un programa de doctorado por investigación.

Históricamente, la efectividad del programa de Doctorado en Ingeniería ha sido excelente, con una eficiencia terminal global de 93%, de los cuales el 90% de las y los egresados ha obtenido el título dentro de los tiempos establecidos en el programa.

La planta académica que da soporte al programa está conformada por profesoras y profesores de tiempo completo y tiempo parcial, en su totalidad tienen experiencia en docencia e investigación y alrededor del 85% del profesorado de tiempo completo pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores en los niveles II, I y Candidato a Investigador. Adicionalmente, el profesorado pertenece a Cuerpos Académicos reconocidos por el PRODEP como consolidados o en consolidación.

Se cuenta con una infraestructura suficiente y adecuada para el sustento del programa del Doctorado en Ingeniería. Entre la infraestructura destaca los

laboratorios, aulas y oficinas para el profesorado y el estudiantado, entre otros. También se cuenta con los recursos financieros suficientes para la operación del plan de estudios del Doctorado en Ingeniería provenientes de los subsidios federal y estatal, recursos propios y recursos extraordinarios y concursables.

Sin embargo, se requiere incrementar los recursos para atender los requerimientos de mantenimiento y renovación del equipamiento de los laboratorios.

2.7. Justificación de la propuesta de modificación del plan de estudios

A continuación, se presentan los principales hallazgos que sustentan el diseño de este plan de estudios. En primer lugar, se presenta la pertinencia social del programa educativo, es decir, las necesidades y problemáticas sociales y profesionales que las y los egresados contribuirán a satisfacer y solucionar.

En segundo lugar, las tendencias disciplinares, técnicas y tecnológicas de las áreas de conocimiento del programa, así como las necesidades formativas y curriculares que garantizarán el logro del perfil profesional.

En tercer lugar, las características académico-administrativas que permiten determinar la factibilidad para implementar exitosamente el programa educativo en el tiempo y, finalmente, las principales conclusiones del programa de Doctorado en Ingeniería, obtenidas de los estudios de referentes, la evaluación interna, las evaluaciones externas, y la validación por expertos son:

- Los trabajos de tesis del Doctorado en Ingeniería están vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas. En particular, en los temas de educación de calidad, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, industria, innovación e infraestructura, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable, y acción por el clima.
- La última actualización del PE fue en 2016, por lo que es necesaria su actualización considerando los lineamientos del Modelo Educativo de la UADY. Así mismo, es pertinente continuar con las buenas prácticas consideradas en el plan de estudios que permiten tener una alta retención y eficiencia terminal, tales como la organización de la malla curricular y el seguimiento al estudiantado.
- Se mantienen las cuatro salidas terminales: Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras, las cuales son pertinentes. Se incorporan tres salidas terminales: Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables. Estas nuevas líneas aportan nuevo conocimiento vanguardista en las áreas de ingeniería para afrontar los nuevos retos relacionados con la automatización industrial, el desarrollo de nuevos materiales estructurales y funcionales para

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

aplicaciones como la micro robótica, la salud humana y la creación y/o modificación de procesos químicos y biotecnológicos sustentables.

- Se conserva la asignatura sello de Docencia para Ingeniería, asignatura obligatoria que dota al estudiante de competencias para el desarrollo e impartición de asignaturas a nivel superior y posgrado. Adicionalmente, se incorporan dos nuevas asignaturas sello obligatorias: Gestión de Conocimiento I y II, enfocadas a fortalecer las competencias relacionadas con la generación y comunicación del conocimiento, así como a la resolución de problemas complejos a través de la propuesta de proyectos con financiamiento externo.
- Se mantienen tres áreas de competencia: Generación de conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de ingeniería. Estas competencias son consistentes con el objetivo general del plan de estudios.
- Se mantienen las buenas prácticas del plan de estudios que han permitido obtener el reconocimiento del Sistema Nacional de Posgrados, SNP, del CONAHCYT como programa de posgrado orientado a la investigación, de categoría uno de acuerdo con los lineamientos del SNP. Estas buenas prácticas incluyen: duración de cuatro años con flexibilidad para concluir los estudios hasta en 3 años, asignaturas de investigación, asignaturas sello y optativas, estas últimas no serán limitativas a las establecidas en la malla curricular y podrán cursarse en instituciones externas que cuenten con el reconocimiento del SNP, se mantendrán los mecanismos de seguimiento académico de la trayectoria y, en particular, del trabajo de tesis, que permita tener una buena eficiencia terminal, entre otras.
- Las salidas terminales y líneas de investigación y generación del conocimiento asociadas del Doctorado en Ingeniería son congruentes con la oferta educativa y criterios de excelencia de programas de doctorado en instituciones líderes a nivel nacional e internacional, lo que reafirma el compromiso de la UADY de formar personas investigadoras altamente preparadas y competitivas en un entorno global.
- Se cuenta con una sólida planta académica, que está integrada por un profesorado con el Reconocimiento al Perfil Deseable del PRODEP y son miembros del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras. El profesorado está organizado en cuerpos académicos reconocidos por el PRODEP con el nivel de consolidados y en consolidación.
- Se cuenta con los recursos financieros y la infraestructura necesarios para la operación del programa. En particular, cada una de las salidas terminales cuenta con laboratorios especializados.
- El consejo consultivo del Doctorado en Ingeniería, reunido el 11 de abril de 2024, concluyó que las modificaciones del Plan de Estudios del Doctorado en Ingeniería son pertinentes y acordes con las tendencias educativas y de investigación nacionales e internacionales; en particular, el Objetivo y las Áreas de Competencia del Doctorado en Ingeniería: Generación de Conocimiento, Comunicación del Conocimiento y Resolución de Problemas Complejos en Ingeniería, cubren las necesidades del programa y engloban de manera consistente las habilidades necesarias para una formación de calidad en

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

nuestro programa de doctorado. Además, el Consejo Consultivo aprobó de manera unánime la malla curricular, y manifestó que las asignaturas permiten el logro del objetivo general y las áreas de competencia, resaltando que los temas de gestión del conocimiento son novedosos, adecuados y necesarios en el nuevo contexto de la investigación. Finalmente, manifestaron que la modalidad tránsito fluido para que el estudiantado de la Maestría en Ingeniería ingrese al doctorado fomentará la integración de la Maestría y el Doctorado, contribuyendo a la continuidad de los temas de investigación.

III. OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

Formar integralmente recursos humanos a nivel doctorado en el área de Ingeniería, competentes para generar y dirigir investigación original, y difundir conocimientos en los campos de Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables, comprometidos con el avance científico-tecnológico y el desarrollo sostenible para el bienestar social, bajo una perspectiva local y global.

IV. PERFIL DE INGRESO

Las y los aspirantes al Doctorado en Ingeniería deberán haber egresado de programas de Maestría en Ingeniería o áreas afines y tener dominio de las competencias que se enlistan a continuación.

- Resuelve problemas complejos de sus áreas de competencia profesional, llegando a conclusiones sustentadas usando los fundamentos de las ciencias básicas y de las ciencias de la ingeniería.
- Diseña sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades específicas relacionadas con sus áreas de competencia profesional, considerando apropiadamente aspectos de salud y seguridad pública, culturales, sociales y del medio ambiente.
- Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones académicas de manera clara y ordenada.
- Utiliza las TIC en sus trabajos académicos manera pertinente y adecuada.
- Demuestra habilidades y conocimientos para realizar estudios de posgrado, relacionados con el razonamiento matemático, pensamiento analítico, estructura de la lengua, comprensión lectora y metodología de proyectos.
- Se comunica en inglés de forma oral y escrita para describir acontecimientos y situaciones de la vida cotidiana o profesional de manera adecuada.

V. PERFIL PROFESIONAL

Las y los egresado del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán es un profesionista de alto nivel que posee las siguientes competencias:

- 1) Generación de conocimiento.
- 2) Comunicación de conocimiento.
- 3) Resolución de problemas complejos de ingeniería.

5.1. Áreas de competencia

Las competencias de egreso que debe tener el Doctor en Ingeniería de la UADY se describen a continuación.

Tabla 3. Áreas de Competencia

Generación de conocimiento	Comunicación de conocimiento	Resolución de problemas complejos de ingeniería
Realiza investigación original en los campos de Ingeniería Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales, Mecatrónica y Procesos Sustentables con base en un proceso metódico, pertinente y ordenado, con el fin de contribuir al desarrollo científico de la región y del país.	Difunde los conocimientos de ingeniería, de forma oral y escrita, de manera clara, ordenada y efectiva, en diferentes contextos y medios.	Resuelve problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global, proponiendo alternativas de solución acordes con la realidad, dentro de un marco de excelencia, sustentabilidad, ética, equidad y compromiso social.

5.2. Desagregado de competencias

Las competencias específicas correspondientes a cada área que tendrán quienes egresan del Doctorado en Ingeniería se describen a continuación.

5.2.1. Competencias específicas

Tabla 4. Competencias específicas del área de competencia: Generación de conocimiento

Generación de conocimiento	Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.
	Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
	Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto.
	Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.

Tabla 5. Competencias específicas del área de competencia: Comunicación de conocimiento

Comunicación de conocimiento	Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
	Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa.
	Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
	Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
	Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.

Tabla 6. Competencias específicas del área de competencia: resolución de problemas complejos de ingeniería

Resolución de problemas complejos de ingeniería	Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global.
	Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
	Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.
	Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas.

5.2.2. Competencias genéricas

Las competencias genéricas que integran el perfil profesional son las declaradas en el modelo educativo de la UADY (UADY, 2024):

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Utiliza las tecnologías de manera creativa, innovadora, crítica y segura para su autoaprendizaje y la resolución de problemas.
- Toma de decisiones pertinentes de manera crítica y ética para el logro de su plan de vida y en beneficio de la sociedad.
- Soluciona problemas de su vida cotidiana de forma oportuna, creativa e innovadora.
- Colabora con excelencia y con una visión clara, pertinente, equitativa e incluyente en equipos de trabajo y proyectos para afrontar los desafíos del desarrollo de nuestro país.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Trabaja de manera proactiva, interdependiente, colaborativa, eficiente, eficaz, con liderazgo para la transformación social en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local con responsabilidad social y visión emprendedora.
- Gestiona sus emociones y actitudes para afrontar retos y dificultades de su vida personal y profesional.
- Implementa acciones de autocuidado que le permitan acceder a una vida saludable.
- Establece relaciones interpersonales basadas en la comunicación constructiva, asertiva e inclusiva, para su desarrollo humano integral.
- Practica la responsabilidad social, la cultura de la paz, la equidad social y de género, la interculturalidad, la inclusión, el respeto a los derechos humanos y el desarrollo sostenible, en la construcción responsable de la ciudadanía y del planeta.

5.3. Descripción de las salidas terminales

La salida terminal en Ambiental del Doctorado en Ingeniería tiene como objetivo formar integralmente recursos humanos competentes para analizar la contaminación del agua, aire o suelo desde una perspectiva global, a partir de los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados, así como generar y dirigir investigación original que permita diseñar soluciones innovadoras que contribuyan

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

a la preservación, restauración y conservación del medio ambiente, en concordancia con la normatividad vigente.

La salida terminal en Construcción del Doctorado en Ingeniería tiene como objetivo formar recursos humanos competentes para aplicar las teorías de la administración en las empresas constructoras, tomando en cuenta la ética y responsabilidad social. También, adquiere las herramientas para planificar el tiempo, el costo, la seguridad y la gestión de calidad en los proyectos de ingeniería, considerando los contextos económicos, tecnológico, social, cultura, ambiental, estándares internacionales y normatividad vigente; así como, realizar investigación cuyos resultados impacten en la industria de la construcción y en la calidad de vida de la sociedad

La salida terminal en Energías Renovables del Doctorado en Ingeniería tiene como objetivo formar recursos humanos competentes para generar y dirigir investigación original e innovadora en la solución de problemas relacionados con el análisis y diseño de sistemas de aprovechamiento energético. La persona egresada de esta salida terminal es capaz de generar nuevo conocimiento para el aprovechamiento energético de los recursos renovables, así como aplicar técnicas innovadoras en el diseño técnico y económico de proyectos energéticos con fuentes renovables.

La salida terminal en Estructuras del Doctorado en Ingeniería tiene como objetivo formar integralmente recursos humanos a nivel doctorado en el área de la Ingeniería Estructural, competentes para generar y dirigir investigación original, y difundir conocimientos relacionados con el análisis y diseño de elementos y sistemas estructurales, con el propósito de contribuir al desarrollo sostenible para el bienestar social.

La salida terminal de Materiales Funcionales de la Maestría en Ingeniería tiene el objetivo de formar recursos humanos competentes para diseñar, sintetizar, procesar y caracterizar materiales utilizando métodos analíticos, experimentales y computacionales. Las y los egresados serán competentes para realizar investigación sobre nuevos materiales o transformar los conocidos para desarrollar capacidades industriales y mejorar la calidad de vida.

La salida terminal de Mecatrónica del Doctorado en Ingeniería tiene el objetivo de formar recursos humanos competentes para diseñar soluciones innovadoras que integran las tecnologías de la Industria 4.0 como los Sistemas Embebidos, los Procesos de Manufactura Flexible o el Internet de las Cosas para la optimización de procesos. Las y los egresados de esta salida terminal serán competentes para realizar investigación aplicada al diseño e implementación de sistemas mecatrónicos que contribuyen con el desarrollo de la sociedad y la mejora en la calidad de vida.

La salida terminal de Procesos Sustentables del Doctorado en Ingeniería tiene como objetivo formar recursos humanos competente en diseñar, mejorar y evaluar sistemas de procesos químicos, bioprocesos, procesos alimentarios y productivos usando técnicas experimentales, tecnologías convencionales y emergentes, modelado y optimización matemática, simulación computacional, análisis tecno-

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

económico, toma de decisiones multicriterio y análisis del ciclo de vida con un enfoque interdisciplinario y de sustentabilidad.

VI. ESTRUCTURA CURRICULAR

6.1. Descripción del currículo

El currículo de este plan de estudios está organizado en tres bloques de asignaturas: Investigación y Sello (obligatorias) y Optativas, las cuales se concibieron para garantizar la consecución del objetivo general y las áreas de competencia: **Generación de conocimiento, Comunicación del conocimiento y Resolución de problemas complejos de ingeniería**. Los ocho períodos semestrales, son los recomendados para que un estudiante de tiempo completo curse el programa de doctorado satisfactoriamente, sin embargo, el estudiantado que logre las competencias del programa de manera anticipada podrá concluir sus estudios en seis o siete periodos.

El currículo se completa con un total de 320 créditos académicos, de los cuales 310 son obligatorios y corresponden al bloque de investigación y a la asignatura Sello, y 10 créditos a la asignatura Optativa. La distribución de créditos es la recomendada para que el estudiantado logre el perfil de egreso. Siendo este programa educativo orientado a la investigación, el bloque de investigación es la componente medular del PE, por lo que el número de créditos de este bloque es mayor. Por otro lado, los créditos del bloque optativas no serán limitativos a 10 créditos, el estudiante, con el visto bueno de su director de tesis, podrá cursar como optativas las asignaturas de la Maestría en Ingeniería, en programas de posgrado de la UADY, instituciones externas con reconocimiento del SNP, así como cursos en línea impartidos por instituciones de reconocido prestigio, de tal manera que se pueda complementar su formación disciplinar y garantizar la consecución del objetivo del PE. Sin embargo, el estudiante no podrá revalidar como optativas aquellas asignaturas cursadas durante sus estudios en la Maestría en Ingeniería de la UADY, ni exceder más de 30 créditos adicionales de asignaturas optativas.

6.2. Asignaturas obligatorias

Las asignaturas obligatorias, comunes a las salidas terminales, corresponden al bloque Investigación y Sello. Con el objetivo de distinguir las asignaturas, se asocia una clave, la cual está conformada por cinco caracteres significativos y dos guiones, de la siguiente manera: CC-C-CC. Los primeros dos caracteres corresponden al bloque de asignaturas: Investigación (AI), Sello (AS) y Optativas (AO). El tercer carácter corresponde al grado académico del plan de estudios: Doctorado (D). El cuarto y quinto carácter corresponden a un número que se le asocia a la asignatura dentro de un bloque. En la Tabla 7 se presentan las asignaturas obligatorias comunes a las salidas terminales.

Tabla 7. Bloque: Investigación

Asignaturas de Investigación	Clave
Seminario de Investigación I	AI-D-01

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Seminario de Investigación II	AI-D-02
Seminario de Investigación III	AI-D-03
Seminario de Investigación IV	AI-D-04
Seminario de Investigación V	AI-D-05
Seminario de Investigación VI	AI-D-06
Seminario de Investigación VII	AI-D-07
Seminario de Investigación VIII	AI-D-08
Gestión del Conocimiento I	AI-D-09
Gestión del Conocimiento II	AI-D-10

6.3. Asignaturas optativas (listado ilustrativo, no limitativo)

El estudiantado del Doctorado en Ingeniería, previa aprobación de su directora o director de tesis podrá cursar como optativas las asignaturas, impartidas por profesorado con doctorado, de los bloques Obligatorias y Optativas de Especialidad del Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería, así como en programas de posgrado de la UADY e instituciones externas con reconocimiento del SNP, incluyendo cursos en línea impartidos por instituciones de reconocido prestigio. A continuación, se presenta un listado ilustrativo de asignaturas optativas.

Tabla 8. Asignaturas Optativas de Especialidad

Opción	Asignaturas Optativas de Especialidad	Clave
Ambiental	Fundamentos en Ingeniería Ambiental	AO-D-01
	Monitoreo de la Contaminación Ambiental	AO-D-02
	Estadística para Investigación en Ingeniería	AO-D-03
	Procesos Biológicos	AO-D-04
	Procesos Físicoquímicos	AO-D-05
Construcción	Planificación de Proyectos de Construcción	AO-D-06
	Gestión de la Información para la Construcción	AO-D-07
	Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción	AO-D-08
	Administración de Empresas Constructoras	AO-D-09
	Control de Proyectos de Construcción	AO-D-10

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Energías Renovables	Matemáticas Avanzadas para Ingeniería	AO-D-11
	Conversión de Energía Renovable	AO-D-12
	Sistemas Fotovoltaicos	AO-D-13
	Sistemas Eólicos	AO-D-14
	Sistemas Fototérmicos	AO-D-15
Estructuras	Mecánica del Medio Continuo	AO-D-16
	Análisis Estructural Avanzado	AO-D-17
	Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto Reforzado	AO-D-18
	Método del Elemento Finito	AO-D-19
	Dinámica Estructural	AO-D-20
Materiales Funcionales	Ciencia e Ingeniería de Materiales	AO-D-21
	Física de la Materia Condensada	AO-D-22
	Síntesis y Procesamiento de Materiales	AO-D-23
	Modelado y Simulación de Materiales	AO-D-24
	Caracterización de Materiales	AO-D-25
Mecatrónica	Sistemas en Tiempo Real	AO-D-26
	Sistemas Embebidos	AO-D-27
	Control Avanzado	AO-D-28
	Internet de las Cosas	AO-D-29
	Manufactura para la Industria 4.0	AO-D-30
Procesos Sustentables	Análisis de ciclo de vida	AO-D-31
	Ingeniería de procesos biotecnológicos	AO-D-32
	Fenómenos de transporte computacionales	AO-D-33
	Optimización multiobjetivo de procesos	AO-D-34
	Diseño de procesos alimentarios	AO-D-35

6.4. Asignaturas asociadas a las salidas terminales

La estructura del Doctorado en Ingeniería permite que en los Seminarios de Investigación (II-VIII) el estudiantado desarrolle las competencias de la opción que cursa, a través del desarrollo de su proyecto de tesis.

6.5. Asignaturas en las que se desarrolla el trabajo terminal

El doctorado en Ingeniería es un programa por investigación que considera el trabajo de tesis como parte fundamental del quehacer riguroso científico en investigación, el cual contribuye al desarrollo de la cooperación y colaboración nacional e internacional y permite reforzar el carácter inter, multi y transdisciplinar de la formación. Las asignaturas que contribuyen de manera directa al trabajo de tesis son las de los Seminarios de Investigación, garantizando el desarrollo de las competencias del perfil profesional de una forma continua y sostenida a lo largo del programa.

Adicionalmente, para la correcta operación de este Plan de Estudios, se contempla al Comité Académico del Posgrado (CAP), el cual está integrado por el Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación, los Coordinadores de Posgrado de cada una de las opciones y el Coordinador Administrativo del posgrado, y el Comité Tutorial, el cual está integrado por al menos tres profesoras o profesores que tengan conocimiento sobre el área del tema de investigación y que cuenten con grado mayor o igual al que se ofrece en este PE. Es obligatorio que uno de los miembros del Comité Tutorial sea externo a la institución, pudiendo desempeñarse como co-director de la Tesis.

Son funciones del CAP: formular el plan de desarrollo del programa; revisar anualmente los campos de estudio del programa; analizar y en su caso aprobar, las actividades académicas que realizará el estudiantado; coordinar y dictaminar la pertinencia de la admisión; entre otras. Son funciones del Comité Tutorial: asesorar al estudiante durante el desarrollo de su proyecto de tesis, apoyar a la Directora o Director de Tesis en la definición de las actividades académicas del estudiante; evaluar el avance del trabajo de investigación y el cumplimiento de sus actividades académicas, entre otras.

VII. MALLA CURRICULAR

El currículo se basa en un sistema de créditos tomando como referencia el Sistema Nacional de Asignación, Acumulación y Transferencia de Créditos Académicos (SNAATCA), que fue adoptado en el modelo educativo de la UADY el 28 de febrero del 2024 (UADY, 2024), se establece que un crédito equivale a 16 horas efectivas de actividades de aprendizaje del estudiante. A continuación, se presentan las asignaturas pertenecientes a cada uno de los tres bloques:

Investigación. (300 créditos). Las asignaturas obligatorias de este bloque son para desarrollar competencias en el estudiante para generar y dirigir investigación original, difundir conocimientos y resolver problemas complejos de ingeniería. Este bloque está integrado por diez asignaturas: ocho Seminarios de Investigación y dos asignaturas de Gestión del Conocimiento. En estas asignaturas se desarrolla el trabajo de investigación desde la formulación del protocolo hasta la redacción de la tesis y al menos un artículo de investigación. Los Seminarios de Investigación se desarrollan y evalúan dentro de una salida terminal específica; esto implica que el trabajo de investigación debe pertenecer a la línea de investigación de su salida terminal. El estudiantado que concluya de manera anticipada alguno de los Seminarios de Investigación III, IV, V, VI o VII, podrá realizar la carga secuencial del siguiente Seminario de Investigación en el mismo periodo. Esta carga secuencial permite flexibilidad en la duración de los estudios de doctorado, pudiéndose concluir el programa de manera anticipada, sin que esta terminación sea en un tiempo menor a 6 periodos.

Sello (10 créditos). Este bloque está conformado por la asignatura obligatoria de Docencia para la Ingeniería. Esta asignatura contribuye al área de competencia de comunicar el conocimiento y dota al estudiante de las competencias para desempeñarse como docente.

Optativa (10 créditos). En este bloque el estudiantado cursará al menos una asignatura de 10 créditos con el propósito de complementar su formación para el desarrollo de su trabajo de tesis. Las asignaturas optativas pueden ser de su especialidad o de otra especialidad, de acuerdo con las necesidades de su trabajo de investigación. El estudiantado puede cursar asignaturas optativas en cualquier periodo de acuerdo con sus necesidades y la disponibilidad de cursos. No le limita el número de asignaturas optativas que puede llevar un estudiante, pero sin exceder 30 créditos.

La malla curricular que se presenta es "ilustrativa", muestra la secuencia recomendada para que el estudiante pueda concluir sus estudios en 8 periodos. El estudiantado podrá diseñar la secuencia que le sea más conveniente para adquirir el mínimo de 320 créditos establecidos en el Plan de Estudios. Las asignaturas de la malla curricular se presentan agrupadas por periodos. Primero se listan las asignaturas recomendadas para el primer periodo, luego las del segundo, y así sucesivamente.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
DOCTORADO EN INGENIERÍA
 MALLA CURRICULAR - MODIFICADO 2024

Periodo 8			
2	6	32	40
32	96	512	

Seminario de Investigación VIII			
2	6	32	40
32	96	512	

Nombre de la asignatura			
a	b	c	g
d	e	f	

Periodo 7			
6	12	28	46
96	192	448	

Seminario de Investigación VII			
2	6	28	36
32	96	448	

Gestión del conocimiento II			
4	6	0	10
64	96	0	

a = Horas bajo la conducción del profesorado por semana
 b = Horas de estudio independiente por semana
 c = Horas de prácticas formativas de investigación por semana
 d = Horas bajo la conducción del profesorado por periodo
 e = Horas de estudio independiente por periodo
 f = Horas de prácticas formativas de investigación por periodo
 g = Número de créditos

Periodo 6			
2	6	28	36
32	96	448	

Seminario de Investigación VI			
2	6	28	36
32	96	448	

Docencia para Ingeniería			
4	6	0	10
64	96	0	

Periodo 5			
6	12	28	46
96	192	448	

Seminario de Investigación V			
2	6	28	36
32	96	448	

BLOQUE DE ASIGNATURAS	d	e	f	g
Investigación	324	870	3456	300
Sello	64	96	0	10
Optativa	64	96	0	10
TOTAL	452	1062	3456	320

Periodo 4			
2	6	28	36
32	96	448	

Seminario de Investigación IV			
2	6	28	36
32	96	448	

Periodo 3			
2	6	28	36
32	96	448	

Seminario de Investigación III			
2	6	28	36
32	96	448	

Gestión del conocimiento I			
4	6	0	10
64	96	0	

Periodo 2			
6	12	22	40
96	192	352	

Seminario de Investigación II			
2	6	22	30
32	96	352	

Asignatura optativa			
4	6	0	10
64	96	0	

Periodo 1			
6	12	22	40
96	192	352	

Seminario de Investigación I			
2	6	22	30
32	96	352	

VIII. PROGRAMAS DE ESTUDIO

Los programas de estudio correspondiente a cada asignatura del Doctorado en Ingeniería contienen los siguientes elementos:

1. Datos generales de identificación.
2. Contexto de la asignatura.
3. Relación con otras asignaturas.
4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán (genéricas y específicas).
5. Competencias de la asignatura.
6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.
7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.
8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.
9. Estrategias generales de evaluación sugeridas.
10. Referencias.
11. Perfil deseable de la o el docente.

El plan de estudios del Doctorado en Ingeniería está compuesto por 10 asignaturas del bloque de investigación, de las cuales 8 corresponden a los Seminarios de Investigación (I-VIII) y las dos restantes a Gestión del Conocimiento I y II y, adicionalmente, una asignatura Optativa y una de Docencia para Ingeniería. Los programas de las asignaturas se presentan, en primer lugar, los Seminarios de Investigación (I-VIII), Gestión del Conocimiento (I y II) y, finalmente, Docencia para Ingeniería.

Seminario de Investigación I

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	30		
Duración total en horas	480		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		352 horas
	División de horas de práctica de investigación	Supervisadas por el profesorado	32 horas
		Práctica independiente en la institución	320 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Primer periodo		
Requisitos académicos previos	Ninguno		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación I es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, debido a que realiza una extensa revisión de la literatura vigente para la elaboración de un informe del estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de las áreas de competencia: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de Ingeniería.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura de Seminario de Investigación I se relaciona con las asignaturas de Seminario de Investigación del II al VIII, así como la de Gestión del Conocimiento.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética para el logro de su plan de vida y en beneficio de la sociedad.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Practica la responsabilidad social, la cultura de la paz, la equidad social y de género, la interculturalidad, la inclusión, el respeto a los derechos humanos y el desarrollo sostenible, en la construcción responsable de la ciudadanía y del planeta.

Específicas

- Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global.
- Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Elabora un informe sobre el estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde con base en la literatura vigente, considerando una visión local y global de la problemática, así como los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Planteamiento de un tema de investigación.
- Identificación y selección de la literatura vigente.
- Análisis crítico de la revisión de la literatura.
- Propuesta de un problema de investigación en Ingeniería.

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado trabaja en la biblioteca, donde obtienen material bibliográfico necesario para su revisión de la literatura. Adicionalmente el estudiantado se capacita en el uso de equipos de laboratorio, programas de cómputo y diversas herramientas necesarias para el desarrollo de su trabajo de

investigación. Esta capacitación ocurre en los laboratorios y aulas de la Facultad de Ingeniería.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Investigación documental
- Aprendizaje orientado a proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Seminarios

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas.

Evaluación de proceso – 60%

- Reuniones con el asesor
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto – 40 %

- Reporte final sobre el estado del arte de un problema de investigación en Ingeniería
- Presentación y defensa del reporte final ante el Comité de Tesis.

10. Referencias

- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9a ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals (3a. ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). Métodos de Investigación (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Seminario de Investigación II

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	30		
Duración total en horas	480		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		352 horas
	División de horas de prácticas formativas de investigación	Supervisadas por el profesorado	32 horas
		Práctica independiente en la institución	320 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Segundo periodo		
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación I		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación II es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería debido a que desarrolla un protocolo de investigación. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de las áreas de competencia: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de Ingeniería.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura de Seminario de Investigación II se relaciona con las asignaturas de Seminario de Investigación I y del III al VIII, así como las de Gestión del Conocimiento I y II.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética para el logro de su plan de vida y en beneficio de la sociedad.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Practica la responsabilidad social, la cultura de la paz, la equidad social y de género, la interculturalidad, la inclusión, el respeto a los derechos humanos y el desarrollo sostenible, en la construcción responsable de la ciudadanía y del planeta."

Específicas

- Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.
- Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
- Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global.
- Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Elabora un protocolo de investigación para la solución de un problema de investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde con base en el estado del arte, considerando una visión local y global de la problemática, así como los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Análisis crítico de la revisión de la literatura.
- Planteamiento del problema.

- Objetivo del trabajo de investigación.
- Metodología del trabajo de investigación.
- Protocolo de investigación de tesis.

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado trabaja en la biblioteca, donde obtienen material bibliográfico necesario para su revisión de la literatura. Adicionalmente, el estudiantado se capacita en el uso de equipos de laboratorio, programas de cómputo y diversas herramientas necesarias para el desarrollo de su trabajo de investigación. Esta capacitación ocurre en los laboratorios y aulas de la Facultad de Ingeniería.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Investigación documental
- Aprendizaje orientado a proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Seminarios

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Reuniones con el asesor
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto – 40 %

- Protocolo de investigación
- Presentación y defensa del protocolo de investigación ante el Comité de Tesis

10. Referencias

- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª Ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9th Ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals (3rd Ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). Métodos de Investigación (3a Ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura

Seminario de Investigación III

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	36		
Duración total en horas	576		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		448 horas
	División de horas de prácticas formativas de investigación	Supervisadas por el profesorado	32 horas
		Práctica independiente en la institución	416 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Tercer periodo		
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación II		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación III es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 20% establecido en el protocolo aprobado en Seminario de Investigación II. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de las áreas de competencia: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de Ingeniería.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación III se relaciona con las asignaturas de Gestión del Conocimiento, Optativa y con los Seminarios de Investigación I y II y del IV al VIII.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Utiliza las tecnologías de manera creativa, innovadora, crítica y segura para su autoaprendizaje y la resolución de problemas.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética para el logro de su plan de vida y en beneficio de la sociedad.

Específicas

- Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
- Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
- Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Desarrolla la metodología planteada para la solución de un problema de investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde de acuerdo con las actividades planteadas en el protocolo y alcanzando un avance mínimo del 20%.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Desarrollo de la metodología del tema de investigación con un avance del 20% de acuerdo con el protocolo aprobado.
- Elaboración de reporte de avances de la investigación.
- Presentación de avances de la investigación.

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación principalmente en actividades de laboratorio o de campo. Adicionalmente prepara el informe parcial, revisiones del documento de tesis, presentaciones grupales y ante comité tutorial con los avances de la investigación en el periodo; actividades que realiza en el cubículo asignado.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Análisis de artículos y discusión reflexiva
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Proyecto de investigación
- Seminarios.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60%

- Reuniones con las y los directores de tesis
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto – 40 %

- Reporte final
- Presentación y defensa de reporte final ante comité tutorial

10. Referencias

- American Psychological Association (2020). Publication Manual of the American Psychological Association, 7th edition. American Psychological Association.
- Deb D., Dey R., Balas V. (2019). Engineering Research Methodology: A Practical Insight for Researchers. Springer.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2^a ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9a ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals (3a. ed.) Greenwood.
- Qiu M., Qiu H., Zeng Y. (2021). Research and Technical Writing for Science and Engineering. CRC Press.
- Salkind, N. J. (2012). Métodos de Investigación (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.
- Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería (2024). Manual de Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Yucatán.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura

Seminario de Investigación IV

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	36		
Duración total en horas	576		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		448 horas
	División de horas de prácticas formativas de investigación	Supervisadas por el profesorado	32 horas
		Práctica independiente en la institución	416 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Cuarto periodo		
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación III		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación IV es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 40% establecido en el protocolo aprobado en Seminario de Investigación II. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de las áreas de competencia: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de Ingeniería.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación IV se relaciona con las asignaturas de Gestión del Conocimiento, Optativa y con los Seminarios de Investigación I al III y del V al VIII.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Utiliza las tecnologías de manera creativa, innovadora, crítica y segura para su autoaprendizaje y la resolución de problemas.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética para el logro de su plan de vida y en beneficio de la sociedad.

Específicas

- Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
- Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Desarrolla la metodología planteada para la solución de un problema de investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde de acuerdo con las actividades planteadas en el protocolo y alcanzando un avance mínimo del 40%.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Desarrollo de la metodología del tema de investigación con un avance del 40% de acuerdo con el protocolo aprobado.
- Elaboración de reporte de avances de la investigación.
- Presentación de avances de la investigación.

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación principalmente en actividades de laboratorio o de campo. Adicionalmente prepara el informe parcial, revisiones del documento de tesis,

presentaciones grupales y ante comité tutorial con los avances de la investigación en el periodo; actividades que realiza en el cubículo asignado.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Análisis de artículos y discusión reflexiva
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Proyecto de investigación
- Seminarios.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60%

- Reuniones con las o los directores de tesis
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto – 40 %

- Reporte final
- Presentación y defensa de reporte final ante comité tutorial

10. Referencias

- American Psychological Association (2020). Publication Manual of the American Psychological Association, 7th edition. American Psychological Association.
- Deb D., Dey R., Balas V. (2019). Engineering Research Methodology: A Practical Insight for Researchers. Springer.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2^a ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9a ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals (3a. ed.) Greenwood.
- Qiu M., Qiu H., Zeng Y. (2021). Research and Technical Writing for Science and Engineering. CRC Press.
- Salkind, N. J. (2012). Métodos de Investigación (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.
- Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería (2024). Manual de Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Yucatán.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería, o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Seminario de Investigación V

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios			
Número de créditos	36			
Duración total en horas	576			
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas	
	Estudio independiente (HEI)		96 horas	
	Prácticas formativas de investigación		448 horas	
	División de horas de práctica de investigación	Supervisadas por el profesorado		32 horas
		Práctica independiente en la institución		416 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64			
Ubicación sugerida	Quinto periodo			
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación IV			

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación V es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 60%. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de las áreas de competencia: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de Ingeniería.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura de Seminario de Investigación V se relaciona con las asignaturas de Seminario de Investigación I al IV y del VI al VIII, así como la de Gestión del Conocimiento.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán Genéricas

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Utiliza las tecnologías de manera creativa, innovadora, crítica y segura para su autoaprendizaje y la resolución de problemas.
- Colabora con excelencia y con una visión clara, pertinente, equitativa e incluyente en equipos de trabajo y proyectos para afrontar los desafíos del desarrollo de nuestro país.
- Trabaja de manera proactiva, interdependiente, colaborativa, eficiente, eficaz, con liderazgo para la transformación social en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local con responsabilidad social y visión emprendedora.

Específicas

- Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería debidamente fundamentados.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería.
- Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería

5. Competencia de la asignatura

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería en el área terminal que corresponde con un avance mínimo del 60%.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Desarrollo de la metodología con un avance del 60% de acuerdo con el protocolo aprobado.
- Elaboración de reporte escrito
- Presentación de avances

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación principalmente en actividades de laboratorio o de campo. Adicionalmente prepara el informe parcial, revisiones del documento de tesis, presentaciones grupales y ante comité tutorial con los avances de la investigación en el periodo en el cubículo asignado.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Análisis de datos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Proyecto de investigación
- Seminarios

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Reuniones con las y los directores de tesis
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto – 40 %

- Protocolo de investigación
- Presentación y defensa del protocolo de investigación ante el Comité de Tesis

10. Referencias

- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9a ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals (3a. ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). Métodos de Investigación (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura

Seminario de Investigación VI

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	36		
Duración total en horas	576		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		448 horas
	División de horas de práctica de investigación	Supervisadas por el profesorado	32 horas
		Práctica independiente en la institución	416 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Sexto periodo		
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación V		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación VI es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 80% y envía un artículo de investigación para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT o en el Journal Citation Reports. Esta asignatura contribuye a las competencias de egreso: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de Ingeniería.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura de Seminario de Investigación VI se relaciona con las asignaturas de Seminario de Investigación I al V y del VII al VIII, así como la de Gestión del Conocimiento I.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Utiliza las tecnologías de manera creativa, innovadora, crítica y segura para su autoaprendizaje y la resolución de problemas.
- Colabora con excelencia y con una visión clara, pertinente, equitativa e incluyente en equipos de trabajo y proyectos para afrontar los desafíos del desarrollo de nuestro país.
- Trabaja de manera proactiva, interdependiente, colaborativa, eficiente, eficaz, con liderazgo para la transformación social en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local con responsabilidad social y visión emprendedora.

Específicas

- Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto.
- Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
- Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.
- Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde de acuerdo con las actividades planteadas en el protocolo y reporta un avance mínimo del 80%.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Desarrollo de la metodología del tema de investigación con un avance del 80% de acuerdo con el protocolo aprobado.
- Elaboración de reporte escrito
- Elabora un artículo científico
- Presentación de avances de investigación

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación principalmente en actividades de laboratorio o de campo. Adicionalmente prepara el informe parcial, revisiones del documento de tesis, presentaciones grupales y ante comité tutorial con los avances de la investigación en el periodo en el cubículo asignado.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Proyecto de investigación
- Elaboración de manuscritos científicos
- Seminarios

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso - 60 %

- Reuniones con las y los directores de tesis
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto - 40 %

- Protocolo de investigación
- Artículo de investigación
- Presentación y defensa del protocolo de investigación ante el Comité de Tesis

10. Referencias

- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª ed.). Graw Hill.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). *How to Write and Publish a Scientific Paper* (9a ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). *Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals* (3a. ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). *Métodos de Investigación* (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Seminario de Investigación VII

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	36		
Duración total en horas	576		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		448 horas
	División de horas de práctica de investigación	Supervisadas por el profesorado	32 horas
		Práctica independiente en la institución	416 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Séptimo periodo		
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación VI		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Seminario de Investigación VII es importante para la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance del 100% y tiene un artículo de investigación con revisión vigente para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT o en el *Journal Citation Reports*. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento, comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación VII se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad, con los Seminarios de Investigación I al VI y con el VIII.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Utiliza las tecnologías de manera creativa, innovadora, crítica y segura para su autoaprendizaje y la resolución de problemas.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local con responsabilidad social y visión emprendedora.
- Gestiona sus emociones y actitudes para afrontar retos y dificultades de su vida personal y profesional.

Específicas

- Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto.
- Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería.
- Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.
- Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

El estudiantado desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde y reporta un avance del 100%.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Desarrollo de la metodología del tema de investigación con un avance del 100% de acuerdo con el protocolo aprobado.
- Elaboración de reporte escrito
- Gestión de la revisión de un artículo científico
- Presentación de avances

7. Descripción general de las prácticas formativas de investigación.

El estudiantado desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación principalmente en actividades de laboratorio o de campo. Adicionalmente prepara el informe final, revisiones del documento de tesis, presentaciones grupales y ante comité tutorial con los avances de la investigación en el periodo en el cubículo asignado.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Estructuración del documento de tesis
- Proyecto de investigación
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Elaboración de manuscritos científicos
- Seminarios

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso - 60 %

- Reuniones con las o los directores de tesis
- Reporte parcial
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto - 40 %

- Protocolo de investigación
- Presentación y defensa del reporte final de investigación ante el Comité de Tesis

10. Referencias

- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9a ed.). Greenwood.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). *Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals* (3a. ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). *Métodos de Investigación* (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Seminario de Investigación VIII

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	40		
Duración total en horas	640		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		32 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas		512 horas
	División de horas de práctica formativa	Supervisadas por el profesorado	32 horas
Supervisión externa		480 horas	
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Octavo periodo		
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación VII		

2. Contexto de la asignatura

En esta asignatura el estudiante concluye su trabajo de investigación y entrega un borrador de su tesis para someter a revisión. Se evalúa el logro de las tres áreas de competencia: generación del conocimiento, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos de ingeniería. Esta asignatura contribuye a las competencias de egreso: resolución de problemas complejos de ingeniería, generación del conocimiento y comunicación del conocimiento.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura de Seminario de Investigación VIII se relaciona con las asignaturas de Seminario de Investigación I al VII, así como la asignatura Gestión del Conocimiento y Docencia para Ingeniería.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local con responsabilidad social y visión emprendedora.
- Gestiona sus emociones y actitudes para afrontar retos y dificultades de su vida personal y profesional.

Específicas

- Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
- Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.
- Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
- Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas.

5. Competencia de la asignatura

Argumenta su postura con respecto al conocimiento generado en su investigación en el área terminal que corresponde, mediante informes escritos y orales.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Concluye la versión preliminar de la tesis
- Elabora un artículo científico

7. Descripción general de las prácticas formativas en los escenarios reales.

El estudiantado realiza búsquedas avanzadas de publicaciones científicas y material bibliográfico, ya sea en la biblioteca o en línea. Además, hace uso de equipos de laboratorio, programas de cómputo, así como de herramientas especializadas para la conclusión de su trabajo de investigación. El uso de las

herramientas y equipos antes mencionados ocurre en los laboratorios y aulas de la Facultad de Ingeniería.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Estructuración del documento de tesis
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Elaboración de manuscritos científicos
- Seminarios

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Reuniones con las y los directores de tesis
- Avances del borrador de tesis
- Presentación y defensa grupal

Evaluación de producto –40 %

- Borrador final de la Tesis
- Artículo científico aceptado en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONAHCYT o en el *Journal Citation Reports*.
- Versión preliminar de un segundo artículo de investigación.
- Presentación y defensa del reporte final de investigación ante el comité de Tesis

10. Referencias

- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2^a ed.). Graw Hill.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9a ed.). Greenwood.
- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals (3a. ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). Métodos de Investigación (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Gestión del conocimiento I

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	10		
Duración total en horas	160		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		64 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		0 horas
	División de horas de prácticas formativas de investigación	Supervisadas por el profesorado	0 horas
		Práctica independiente en la institución	0 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Segundo periodo		
Requisitos académicos previos	Ninguno		

2. Contexto de la asignatura

En esta asignatura el estudiantado elabora documentos científicos y presentaciones relacionados con su tema de su investigación de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades revisoras. En esta asignatura se desarrolla principalmente el área de competencia de comunicación del conocimiento y, de manera parcial, la generación del conocimiento.

3. Relación con otras asignaturas

Todas las asignaturas de Seminario de Investigación, con particular énfasis en Seminario de Investigación II y VII, así como Docencia para Ingeniería. Esta

asignatura fortalece la propuesta de protocolo de investigación que se entrega en el Seminario de Investigación II, da las bases para la elaboración de artículos de revista indizada que se desarrolla en el Seminario de Investigación VII y las habilidades para realizar presentaciones audiovisuales en español e inglés que son necesarias en los Seminarios de Investigación y Docencia para Ingeniería.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Colabora con excelencia y con una visión clara, pertinente, equitativa e incluyente en equipos de trabajo y proyectos para afrontar los desafíos del desarrollo de nuestro país.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local con responsabilidad social y visión emprendedora.
- Establece relaciones interpersonales basadas en la comunicación constructiva, asertiva e inclusiva, para su desarrollo humano integral.

Específicas

- Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.
- Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería debidamente fundamentados.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.
- Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.
- Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global.
- Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Elabora documentos científicos y presentaciones, en español e inglés, relacionados con el tema de su investigación en ingeniería en el área terminal que corresponde de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades revisoras.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Protocolo de investigación.
- Reportes de investigación.
- Artículos científicos.
- Ponencias científicas.

7. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Investigación documental
- Aprendizaje orientado a proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Seminarios

8. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Entregas parciales de un protocolo de investigación.
- Análisis crítico de artículos de investigación
- Primeras secciones de un artículo de investigación en español
- Presentación y defensa grupal en inglés

Evaluación de producto – 20 %

- Protocolo de investigación
- Primeras secciones de un artículo de investigación en inglés

9. Referencias

- American Psychological Association (2020). Publication Manual of the American Psychological Association (7th Ed.). American Psychological Association.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª ed.). Graw Hill.
- Glasman-Deal, H. (2020). Science Research Writing: for native and non-native speakers of English (2nd Ed.). Wspc.
- Gastel, B., y Day, R. A. (2022). How to Write and Publish a Scientific Paper (9th Ed.). Greenwood.

- Day, R. A., y Sakadusky, N. (2011). *Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals* (3a ed.) Greenwood.
- Salkind, N. J. (2012). *Métodos de Investigación* (3a ed.). Prentice Hall/Pearson.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Gestión del conocimiento II

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	10		
Duración total en horas	160		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		64 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		0 horas
	División de horas de prácticas formativas de investigación	Supervisadas por el profesorado	0 horas
		Práctica independiente en la institución	0 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Séptimo periodo		
Requisitos académicos previos	Gestión del conocimiento I		

2. Contexto de la asignatura

En esta asignatura el estudiantado elabora documentos científicos, relacionados con su área de su investigación, de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades financiadoras. Esta asignatura contribuye principalmente al desarrollo de las áreas de competencia de comunicación del conocimiento y, de manera parcial, a la generación del conocimiento.

3. Relación con otras asignaturas

Todas las asignaturas de Seminario de Investigación, con particular énfasis en Seminario de Investigación VI y VII. Esta asignatura se enfoca en desarrollar una propuesta de proyecto de investigación que cubra los requisitos de las entidades

financiadoras, proporciona las bases para la elaboración de proyectos de investigación financiables.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Utiliza la lengua inglesa de forma oral y escrita para comunicarse en situaciones de la vida cotidiana o profesional en un entorno global.
- Soluciona problemas de su vida cotidiana de forma oportuna, creativa e innovadora.
- Colabora con excelencia y con una visión clara, pertinente, equitativa e incluyente en equipos de trabajo y proyectos para afrontar los desafíos del desarrollo de nuestro país.
- Incorpora la innovación social y la gestión del conocimiento de vanguardia para generar cambios e impactos positivos en su entorno.
- Trabaja de manera proactiva, interdependiente, colaborativa, eficiente, eficaz, con liderazgo para la transformación social en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Implementa acciones de autocuidado que le permitan acceder a una vida saludable.
- Practica la responsabilidad social, la cultura de la paz, la equidad social y de género, la interculturalidad, la inclusión, el respeto a los derechos humanos y el desarrollo sostenible, en la construcción responsable de la ciudadanía y del planeta."

Específicas

- Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.
- Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
- Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación. Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
- Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.

5. Competencia de la asignatura

Elabora proyectos de investigación financiables, en español e inglés, relacionados con su área de investigación de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades financiadoras.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Convocatorias y entidades financiadoras, nacionales e internacionales.
- Proyecto de investigación financiable.
- Evaluación de proyectos de investigación financiables.

7. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Investigación documental
- Revisión de casos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Seminarios

8. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Entregas parciales de un proyecto de investigación financiable.
- Análisis crítico de artículos de investigación, convocatorias, y entidades financiadoras.
- Proyecto de investigación financiable
- Evaluación y coevaluación (de pares) del proyecto de investigación

Evaluación de producto – 40 %

- Proyecto de investigación financiable
- Evaluación de proyecto de investigación

9. Referencias

- Bloch, C., Graversen, E. K., Pedersen, H. S. (2014) Minerva: Competitive Research Grants and Their Impact on Career Performance
- Góngora-Jaramillo, E. M. (2021). Revista Mexicana de Investigación Educativa: Financiamiento Por Concurso Para Investigación Científica En México.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). Metodología de la Investigación (2ª ed.). Mc Graw Hill.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- Mahammad Ishaq, B., Hari Kumar, C. (2023). J. Pharm. Res.: Crafting a Convincing Research Proposal: A Guide to Writing Successful Funding Applications.
- Martin, K. C. (2017). Neuron: Tips for Young Scientists on the Junior Faculty/Independent Investigator Job Search.
- Saliya, C. A., (2022). Doing Social Research and Publishing Results, A Guide to Non-native English Speakers. Springer Nature Singapore.
- Writing for success (2015). University of Minnesota Libraries Publishing through the eLearning Support Initiative.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Docencia para Ingeniería

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios		
Número de créditos	10		
Duración total en horas	160		
Distribución de horas del estudiantado	Bajo la conducción del profesorado (HCP)		64 horas
	Estudio independiente (HEI)		96 horas
	Prácticas formativas de investigación		0 horas
	División de horas de prácticas formativas de investigación	Supervisadas por el profesorado	0 horas
		Práctica independiente en la institución	0 horas
Reconocimiento de horas al profesorado	64		
Ubicación sugerida	Quinto periodo		
Requisitos académicos previos	Ninguno		

2. Contexto de la asignatura

La asignatura de Docencia en Ingeniería contribuye a la formación del estudiantado del Doctorado en Ingeniería, pues planeará un curso de ingeniería de acuerdo con técnicas y métodos propicios para el aprendizaje significativo y la evaluación del estudiantado. Esta asignatura contribuye al área de competencia de comunicación del conocimiento.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura de Docencia para Ingeniería se relaciona con las asignaturas de Gestión del Conocimiento y los Seminarios de Investigación. En esta asignatura se desarrollan habilidades de comunicación efectiva, de manera oral y escrita, así

como el desarrollo de metodologías para la enseñanza y la difusión del conocimiento.

4. Competencias del perfil profesional que se favorecerán

Genéricas

- Utiliza el español de forma oral y escrita para comunicarse de manera eficiente en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Colabora con excelencia y con una visión clara, pertinente, equitativa e incluyente en equipos de trabajo y proyectos para afrontar los desafíos del desarrollo de nuestro país.
- Trabaja de manera proactiva, interdependiente, colaborativa, eficiente, eficaz, con liderazgo para la transformación social en los diversos ámbitos en los que se desempeña.
- Establece relaciones interpersonales basadas en la comunicación constructiva, asertiva e inclusiva, para su desarrollo humano integral.
- Practica la responsabilidad social, la cultura de la paz, la equidad social y de género, la interculturalidad, la inclusión, el respeto a los derechos humanos y el desarrollo sostenible, en la construcción responsable de la ciudadanía y del planeta.

Específicas

- Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
- Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa.
- Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento

5. Competencia de la asignatura

Diseña un curso de Ingeniería de acuerdo con las técnicas y métodos propicios para el aprendizaje significativo y la evaluación del estudiantado.

6. Contenidos esenciales para el desarrollo de la competencia de la asignatura.

- Conceptos básicos y tendencias de la enseñanza.
- Modelos educativos.
- Planes de estudio.
- Programa de asignatura.
- Planeación didáctica de un curso.
 - a. Recursos para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje
 - b. Evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje

7. Descripción general de las prácticas formativas en los escenarios reales.

No aplica.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas.

- Aprendizaje orientado a proyectos.
- Aprendizaje cooperativo.
- Resolución de problemas.
- Investigación documental.
- Aprendizaje autónomo y reflexivo.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80%

- Reportes de actividades.
- Solución de problemas.
- Resolución de casos.
- Simulaciones.

Evaluación de producto – 20 %

- Portafolio de evidencias

10. Referencias

- Argudín, Y. (2007). Educación basada en competencias: nociones y antecedentes. Trillas.
- Flygare, J., Heflebower, T., Hoegh J., & Warrick, P. (2023). Assessing learning in the standards-based classroom. Solution Tree Press.
- Gómez-Pablos, V., y García-Barrera, A. (2023). Metodologías activas aplicando tecnologías digitales. Narcea.
- Gairín, J., y Ion, G. (2021). Prácticas educativas basada en evidencias. Narcea.
- Kaufman, R. (2004). Planificación de sistemas educativos: Ideas básicas concretas (2ª ed.). Trillas.
- Marzano, R. (2017). The new art and science of teaching. Solution Tree Press.
- Mora-Jauregui, B., Triviño-García, M., Pardo Rojas, A., y Ruiz-Rodríguez, J. (2022). Buenas prácticas de metodologías activas en el aula: Una revisión crítica. Síntesis.
- Torrubia-Balagué, E., y Alfonso-Sánchez, J.M. (2023). Teoría y prácticas educativas contemporáneas. Pirámide.
- Wankat, P.C., & Oreovicz, F.S. (2015). Teaching Engineering. Purdue University Press.

11. Perfil deseable del docente

- Doctorado en Ingeniería o en áreas afines.
- Experiencia profesional y/o docente de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura

IX. FUNCIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA

9.1. Ingreso

El ingreso al Doctorado en Ingeniería será anual y las personas aspirantes podrá ingresar mediante alguna de las dos modalidades, tránsito normal y tránsito fluido.

Modalidad tránsito normal: las personas aspirantes deberán seguir el proceso institucional de ingreso establecido en la convocatoria general aprobada por el H. Consejo Universitario de la UADY, y cubrir los requisitos establecidos en el perfil de ingreso y los que se establezcan en la convocatoria específica. Además, deberán cumplir con los requisitos del Reglamento Interior de la Facultad de Ingeniería.

Modalidad tránsito fluido: el alumnado de la Maestría en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UADY, con inscripción vigente, podrá ingresar al Doctorado en Ingeniería sin tener que participar en el proceso de selección descrito en el párrafo anterior si cumplen con los siguientes requisitos:

A) Manifiestar al inicio del proceso de selección del doctorado su interés por cursar el nivel doctorado de este programa a través de una solicitud de admisión en la modalidad tránsito fluido, señalando claramente los motivos que lo impulsan a realizar dichos estudios y justificando cómo su investigación doctoral dará continuidad a la investigación realizada en la maestría. La solicitud deberá estar dirigida al Comité Académico del Posgrado, CAP, y avalada por la o el investigador que fungirá como Director de Tesis Doctoral.

B) Haber cubierto el total de créditos del programa de la Maestría en Ingeniería y aprobado el examen de grado en un periodo no mayor a 2.5 años posteriores al inicio de sus estudios de maestría y antes que concluya el proceso de selección del doctorado en la modalidad de tránsito normal.

El CAP, con base en la revisión y análisis de los aspectos descritos en la solicitud de admisión en la modalidad tránsito fluido, y considerando los siguientes puntos emitirá, en su caso, la autorización para la realización del tránsito fluido si, además, se cumplen las siguientes condiciones:

A) El tema de la tesis doctoral que se propone presenta continuidad con aquel que se desarrolló en la tesis de maestría.

B) El desempeño académico de la o el aspirante es sobresaliente, para esto se considerarán las calificaciones obtenidas en los Seminarios de Investigación I, II, III y IV de la Maestría en Ingeniería.

C) El CAP se reserva el derecho de entrevistar a la persona aspirante si así lo considera necesario.

Idioma inglés: para ingresar al Doctorado en Ingeniería la o el aspirante deberá acreditar cuando menos el nivel B1 como requisito de ingreso.

9.2. Permanencia

La permanencia en el programa estará sujeta a la reglamentación aplicable vigente de la UADY. La inscripción será semestral y el tiempo máximo de permanencia en este programa educativo es de 12 semestres.

Todas las asignaturas tendrán una calificación cuantitativa (escala de 0 a 100) y cualitativa de acuerdo con el nivel de dominio que se presenta a continuación:

Tabla 9. Niveles de dominio para la acreditación de una asignatura a nivel posgrado

Niveles de dominio	
Calificación cuantitativa	Calificación cualitativa
94 - 100	Sobresaliente
87 - 93	Notable
80 - 86	Suficiente
0 - 79	No acreditado

Para acreditar una asignatura, cada estudiante tendrá, como máximo, dos oportunidades para acreditarla: la primera de manera regular y la segunda con asesoría académica, o bien, cursándola de nuevo de manera regular. Deberán obtener un nivel de dominio mínimo de suficiente (80 puntos).

Las y los estudiantes que agoten su tiempo de permanencia o que no acrediten una asignatura en las oportunidades descritas anteriormente serán dados de baja del programa, entendiéndose por ello que no podrán inscribirse o registrarse de nuevo en éste. *No inscribirse semestralmente, salvo excepciones o solicitudes de baja voluntarias debidamente justificadas y aprobadas por el Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación, será causal de baja.*

Los casos no contemplados en los párrafos anteriores serán resueltos por el Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación.

9.3. Movilidad

El estudiantado del programa educativo podrá realizar movilidad para cursar asignaturas o realizar estancias cortas de investigación, con base en lo establecido en la normativa aplicable vigente de la UADY. El porcentaje máximo de créditos que se podrá cursar en otras instituciones es del 50%, según lo estipulado en el modelo educativo (UADY, 2021). La movilidad (interna y externa) podrá llevarse a cabo una vez finalizado el segundo periodo semestral a solicitud de la o el estudiante y con el visto bueno de la o el director de tesis. La o el estudiante deberá presentar su solicitud a la coordinación de la opción correspondiente, quien, posterior a otorgar su visto bueno, turnará la solicitud a UPI para emisión de la carta de postulación.

9.4. Egreso

Para ser egresado o egresada del programa, el estudiante deberá tener un mínimo de 320 créditos obligatorios correspondientes al plan de estudios: 300 correspondientes al bloque de investigación, 10 correspondientes al bloque sello y, cuando menos, 10 optativos.

9.5. Obtención del grado

Por examen de grado:

Una vez que el estudiantado haya obtenido el 100% de los créditos del plan de estudios, su trabajo de tesis haya sido aprobado por su Comité Tutorial, y tenga al menos un artículo científico aceptado en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONAHCYT o en el Journal Citation Reports, podrá solicitar la programación del examen de grado ante sinodales designados al efecto, mismo que deberá presentar y aprobar, y se expedirá el acta para los trámites administrativos correspondientes.

Cuando el estudiantado cumpla con los requisitos estipulados en el párrafo anterior, podrá iniciar con los trámites administrativos para la obtención del grado, para lo cual tendrá dos años a partir de su fecha de egreso. En caso de agotar este tiempo o no aprobar el examen de grado, se sujetará a los requisitos establecidos por el CAP.

Este programa educativo podrá contemplar la doble titulación en vinculación con otros programas o instituciones de conformidad con lo establecido en el Estatuto general de la institución. Los requisitos regulatorios se establecerán en el convenio específico que, para tal efecto, se firme entre las partes.

9.6. Plan de liquidación

El plan de liquidación para las y los estudiantes que estén cursando el plan de estudios 2016, se analizará por el CAPD previa autorización del director de la

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

facultad, según el caso lo requiera para permitir la obtención del grado de las y los estudiantes previamente matriculados.

Todo lo no previsto en este plan de estudios será resuelto por el director de la facultad, con base en el análisis realizado por el Comité Académico del Posgrado.

X. REFERENCIAS

- Academia Mexicana de Ciencias (2017). Hacia dónde va la ciencia en México - Ingeniería. México, D. F.
- American Chemical Society (2023). Process Engineering. <https://www.acs.org/greenchemistry/research-innovation/process-engineering.html#:~:text=Process%20Engineering%20encompasses%20the%20analysis,1>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
- CEFP, 2019. Aspectos Relevantes del Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024. Informe institucional. Cámara de Diputados LXIV legislatura. <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/documento/2019/cefp0112019.pdf>
- CONAGUA (2022). Numeragua 2022. Ciudad de México. Comisión Nacional del Agua.
- Cranfield University (2023). What is a process engineering?. <https://blogs.cranfield.ac.uk/energy/what-is-process-engineering/>.
- Elsevier, Scimago Institutions Rankings (2021). Academic and Research Rankings. Recuperado de [sitio web de Scimago].
- Díaz, V. (2023). El futuro de la construcción es verde: NOCNOK. Recuperado el 29 de noviembre de 2023 de <https://www.economista.com.mx/empresas/El-futuro-de-la-construccion-es-verde-NOCNOK-20230703-0111.html>
- GIR (2023). Global Embedded Systems Market Research Report 2023-2029. Recuperado de <https://marketintelligencedata.com/reports/8551228/global-embedded-systems-market-research-report-2023-2029?cinespacio.pe>
- González-Herrera, R. V.-M.-R. (2023). Interactions of waste disposal site leachate with the Merida karst aquifer, Mexico. *Journal of Hydrology*, 620, 129436.
- Guchhait R, Sarkar B. (2023) Increasing Growth of Renewable Energy: A State of Art. *Energies*. 16(6):2665. <https://doi.org/10.3390/en16062665>
- INECC (2018). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2015. Gobierno de México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INEGI, 2018. Objetivos de desarrollo sostenible. <https://agenda2030.mx/>

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- INEGI (2021). Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2021. Recuperado de [sitio web de INEGI].
- INEGI, 2023. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. www.inegi.org.mx/app/mapa/denue
- LGES, 2023. Cámara de Diputados, LXV Legislatura. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lges.htm>
- LSNP, 2023. Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados. <https://conahcyt.mx/consultas-snp/>
- México ante el cambio climático. (2022, 15 de noviembre). Gobierno de México aumenta su compromiso de reducción de emisiones de CO₂e durante la COP27. <https://cambioclimatico.gob.mx/gobierno-de-mexico-aumenta-su-compromiso-de-reduccion-de-emisiones-de-co2e-durante-la-cop27/>
- Nande, A., Raut, S., Dhoble, N. S., & Dhoble, S. J. (2023). Summary, future trends, and challenges in functional materials. En *Functional Materials from Carbon, Inorganic, and Organic Sources* (pp. 579–585). Elsevier.
- Pacheco Ávila, J. (2013). Reserva hidrogeológica para el abastecimiento de agua con calidad para la Zona Metropolitana de Mérida, Yucatán (Financiado por CONACYT-GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATÁN, YUC-2009-C07-131955, Reporte Final).
- Polanco Rodríguez, A. G. (2018). Impact of pesticides in karst groundwater. Review of recent trends in Yucatan, Mexico. *Groundwater for Sustainable Development*, 7, 20-29.
- Porwal, A., & Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in Construction*, 31, 204-214.
- RENIECYT, 2023. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <https://www.siicyt.gob.mx/siicyt/reniecyt/inicio.do>
- SEMARNAT (2018). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. México, D. F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT (2021). Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados 2021-2024. Ciudad de México.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SENER (2015). Ley de transición energética. Nueva Ley DOF-24-12-2015. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- SENER (2023). Balance Nacional de Energía 2022. Secretaría de Energía. <https://base.energia.gob.mx/BNE/BalanceNacionalDeEnergía2022.pdf>
- SENER (2024). Sistema de Información Energética SIE. Secretaría de Energía. <https://sie.ineel.mx/inicio/>
- PED (2018). Plan Estatal de Desarrollo 2018 - 2024 Yucatán. Gobierno del Estado de Yucatán.
- UADY (2019). *Plan de desarrollo Institucional 2019 - 2030*. Recuperado de: <https://www.uady.mx/#/nuestrauniversidad/plandedesarrollo>
- UADY (2021). *Modelo educativo para la formación integral*. Recuperado de: <https://www.uady.mx/#/nuestrauniversidad/modeloeducativo>
- WEF (2020). The Global Risks Report 2020, 15th Edition. Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

ANEXO 1.

Cada una de las asignaturas de la malla curricular contempla, de manera consistente, competencias específicas en las áreas de competencia del Doctorado en Ingeniería: generación, comunicación del conocimiento y resolución de problemas complejos. A continuación, se muestra una tabla de consistencia de las competencias específicas y las asignaturas del PE de Doctorado en Ingeniería.

Seminario de Investigación I	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global. Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería
Seminario de Investigación II	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales. Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados. Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global. • Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.
Seminario de Investigación III	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad. • Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinares, con base en los requerimientos del proyecto
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento. • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
Seminario de Investigación IV	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinares, con base en los requerimientos del proyecto

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento. • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
Seminario de Investigación V	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería debidamente fundamentados. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería. • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
Seminario de Investigación VI	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto. • Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Seminario de Investigación VII	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados. • Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento. • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación. • Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas. • Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
Seminario de Investigación VII	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto. • Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados. • Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería. • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación. • Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas. •
Seminario de Investigación VIII	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados • Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería. • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación. • Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas.
Gestión del conocimiento I	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales. • Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería debidamente fundamentados. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento.

Doctorado en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

		<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación. • Gestiona artículos con sus resultados de investigación para su publicación en revistas indizadas.
	Resolución de problemas complejos	<ul style="list-style-type: none"> • Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global. • Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.
Docencia para ingeniería	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados. • Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería de manera clara y precisa. • Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería ante Comités Tutoriales y diversos foros de difusión del conocimiento
Gestión del conocimiento II	Gestión del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales. • Diseña proyectos de investigación en ingeniería, innovadores y originales, debidamente fundamentados en un estado del arte y metodología, que atienden problemas altamente pertinentes de la sociedad. • Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación. Utiliza sus habilidades de comunicación en inglés para la difusión de los resultados de una investigación.
	Comunicación del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla propuestas y reportes de investigación de Ingeniería de manera escrita debidamente fundamentados.

Resolución de problemas
complejos

- Elabora propuestas viables y de vanguardia para la solución a problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global.
- Desarrolla las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.
- Incorpora los principios de excelencia, sustentabilidad, equidad, responsabilidad social y ética profesional en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería.