



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

"Luz, Ciencia y Verdad"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

Propuesta de modificación del plan
de estudios de la
MAESTRÍA EN INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA
*Campus de Ciencias Exactas e
Ingenierías*

Junio, 2022



I. DATOS GENERALES.....	4
II. FUNDAMENTACIÓN.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Estudio y análisis de referentes.....	9
2.2.1. Referente social.....	9
2.2.2. Referente disciplinar.....	21
2.2.3. Referente profesional.....	50
2.2.4. Referente institucional.....	58
2.3. Resultados de la evaluación interna y externa del programa educativo.....	62
2.3.1. Evaluación interna.....	62
2.3.2. Evaluación externa.....	71
2.4. Resultados de la validación por expertos en la práctica profesional.....	75
2.5. Principales hallazgos que justifican la propuesta de modificación del plan de estudios.....	83
2.5.1. Pertinencia social.....	83
2.5.2. Tendencias y necesidades formativas y curriculares.....	83
2.5.3. Factibilidad académico-administrativa.....	85
2.6. Conclusiones.....	86
2.6.1. Justificación de las áreas profesionales y salidas terminales definidas para el programa educativo.....	87
III. INTEGRACIÓN DE LOS EJES DEL MEFI EN EL PLAN DE ESTUDIOS.....	92
IV. OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS.....	95
V. PERFIL DE INGRESO.....	95
VI. PERFIL PROFESIONAL.....	96
6.1. Áreas profesionales.....	96
6.2. Competencias profesionales.....	96
6.3. Desagregado de competencias.....	97
6.3.1. Competencias específicas.....	97
6.3.2. Competencias disciplinares.....	105
6.3.3. Competencias genéricas.....	105
6.4. Experiencias de aprendizaje.....	107
6.5. Descripción de las salidas terminales.....	117

6.6. Adopción tecnológica y transformación digital.....	119
6.7. Desarrollo de competencias en inglés.....	119
VII. ESTRUCTURA CURRICULAR.....	120
7.1. Descripción del currículo.....	120
VIII. MALLA CURRICULAR	121
8.1. Asignaturas obligatorias	122
8.2. Asignaturas asociadas a las salidas terminales	123
8.3. Asignaturas en las que se desarrolla el trabajo terminal	130
IX. ESQUEMA DE CONSISTENCIA	132
9.1. Matriz de consistencia de las asignaturas en relación con las competencias profesionales.....	132
9.2. Esquema de consistencia por competencias profesionales.....	136
9.3. Matriz de consistencia de las competencias genéricas por asignatura .	145
X. PROGRAMAS DE ESTUDIO	149
XI. FUNCIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA	289
11.1. Ingreso.....	289
11.2. Permanencia.....	289
11.3. Movilidad.....	289
11.4. Egreso.....	290
11.5. Obtención del grado	290
11.6. Plan de liquidación.....	290
XII. REFERENCIAS	291

I. DATOS GENERALES

Nombre del programa educativo

Maestría en Ingeniería

Título/grado/diploma a otorgar

Maestra en Ingeniería opción Ambiental
Maestro en Ingeniería opción Ambiental
Maestra en Ingeniería opción Construcción
Maestro en Ingeniería opción Construcción
Maestra en Ingeniería opción Energías Renovables
Maestro en Ingeniería opción Energías Renovables
Maestra en Ingeniería opción Estructuras
Maestro en Ingeniería opción Estructuras
Maestra en Ingeniería opción Materiales Funcionales
Maestro en Ingeniería opción Materiales Funcionales
Maestra en Ingeniería opción Mecatrónica
Maestro en Ingeniería opción Mecatrónica

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

M.I. Selene Aimée Audeves Pérez
Dr. Osvaldo Carvente Muñoz
Dr. Alejandro Arturo Castillo Atoche
Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro
Dr. Renán Gabriel Quijano Cetina
Dr. Luis Josué Ricalde Castellanos
Dra. Inés Margarita Riech Méndez
M.I. Ana Isabel Rosado Gruintal
Dra. Marisela Ix-chel Vega De Lille

Asesores del DIIE

Dr. Rafael Antonio Rojas Herrera
Dra. Jéssica Betsabé Zumárraga Ávila
Mtra. Norma Alicia Benois Muñoz
Mtro. Mario Alberto Tejada Loría
Mtro. Iván Gudiño Gutiérrez
Mtro. Rodrigo López Pérez

Fecha propuesta de inicio

Agosto, 2022

II. FUNDAMENTACIÓN

2.1. Antecedentes

El primer Programa Educativo de posgrado que se ofertó en la UADY inició en la Facultad de Ingeniería en 1977, siendo éste el de la Especialización en Ingeniería Ambiental. Dicho PE se transformó al año siguiente en la Maestría en Ingeniería Ambiental. En 1981, se sumó un segundo posgrado, el de la Maestría en Construcción. Ambos programas han tenido un sustancial desarrollo a lo largo de 40 años de existencia, habiendo logrado un sólido prestigio nacional y demostrado su pertinencia y relevancia a través de su demanda comprobada y la trayectoria profesional de sus egresados.

En 1991 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), crea el Padrón de Posgrados de Excelencia, del cual la Maestría en Construcción formó parte durante los diez años que éste existió, mientras que la Maestría en Ingeniería Ambiental lo hizo durante ocho años; logrando así un sólido reconocimiento a nivel nacional. Posteriormente, en el marco de la convocatoria del Programa de Fortalecimiento al Posgrado Nacional (PFPN), expedida por la Secretaría de Educación Pública (SEP), y el CONACYT en el 2001, se presentó el Plan de Desarrollo de los Programas de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Por otro lado, la UADY presentó durante el 2002 el Modelo Educativo y Académico (MEyA), el cual contemplaba entre sus características la adaptabilidad a los cambios científicos y tecnológicos, adaptabilidad a las transformaciones en los ámbitos profesionales, optimización de los recursos, flexibilidad en los PE, movilidad intra e interinstitucional, diversificación de opciones educativas y una formación integral. Con base en los compromisos adquiridos con el CONACYT en el Plan de Desarrollo de los Programas de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y la necesidad de adecuar los PE existentes al MEyA, en el 2003 se creó el PE de la Maestría en Ingeniería, incorporando cuatro opciones terminales: Ambiental, Construcción, Estructuras e Hidrología. Posteriormente, en la modificación al PE llevada a cabo en el 2010, se reincorporó la opción de Hidrología a la de Ambiental y se incorporó una nueva opción en Energía Renovables. Desde el 2006, el PE de la Maestría en Ingeniería ha mantenido su vigencia en el Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) y, en el año 2021 se ratifica la calidad y pertinencia del PE de Maestría en Ingeniería, en el PNPC, como una maestría por investigación de nivel Consolidado. En el año 2019, el PE es evaluado por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado, AUIP, organismo internacional no gubernamental reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); y en 2020 recibe el Premio AUIP a la Calidad del Postgrado, el cual es el máximo galardón que la AUIP otorga a los posgrados por su calidad en la formación avanzada.

El Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) es resultado del programa prioritario institucional Actualización del MEyA, e inicia su desarrollo en 2010 con la evaluación que se realizó del MEyA, este último vigente hasta ese momento en las Facultades de la Universidad. En el año 2021, se propone la actualización del MEFI como respuesta a las tendencias globales y nacionales en materia de educación. Estas tendencias son producto de los cambios de los últimos años, en los ámbitos económico, político, cultural y social que se presentan a nivel nacional e internacional. La actualización del MEFI tiene la finalidad de responder de forma pertinente al compromiso social de la Universidad, y coloca en el centro la Formación Integral del estudiantado, por medio de la articulación de cinco ejes: educación para la vida, flexibilidad, innovación educativa, educación vinculada a la práctica e internacionalización.

Del análisis colegiado de los estudios de pertinencia social y científica, estado del arte, factibilidad, seguimiento de egresados; así como del análisis de las evaluaciones interna y externas, y considerando los lineamientos del MEFI 2021 y del PNPC, los Planes de Desarrollo Estatal y Nacional, los Objetivos del Desarrollo Sostenible y de la cuarta revolución industrial, así como las tendencias educativas y de investigación internacionales, se presenta la modificación del PE de Maestría en Ingeniería. Para garantizar su vigencia y potenciar su calidad y pertinencia social y científica, se mantienen las opciones de Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras, y se incorporan dos nuevas opciones: Materiales Funcionales y Mecatrónica. Las dos nuevas opciones, al igual que las cuatro anteriores, tienen un alto potencial de crecimiento debido a que los alumnos de las licenciaturas en Ingeniería Física y Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería podrán continuar su formación en un posgrado por investigación de calidad afín a sus áreas de formación, dentro del cual potenciarán el desarrollo de competencias para generar o aplicar el conocimiento en la solución innovadora de las problemáticas que la sociedad y la industria, en pleno crecimiento, demandan para garantizar un desarrollo sustentable, o continuar su formación como investigadores en programas de doctorado de calidad, tanto nacionales como internacionales. Los cuerpos académicos que sustentan las 6 opciones del PE están consolidados o en consolidación, y el 75 por ciento del Núcleo Académico de tiempo completo del PE pertenece a los niveles I y II del Sistema Nacional de Investigadores. Además, en concordancia con los lineamientos del MEFI 2021 y los estándares educativos y de investigación nacionales e internacionales, en la Maestría en Ingeniería se desarrollará la competencia de Investigación de manera transversal durante la duración del Plan de Estudios, así como tres competencias profesionales: Análisis en Ingeniería, Diseño en Ingeniería y Gestión, con lo cual, el Plan de Estudios contribuirá a la investigación para la solución de los problemas prioritarios de la región y del país.

Adicionalmente, se mantienen las buenas prácticas que han permitido obtener, a través del PNPC, el reconocimiento nacional como programa por

investigación consolidado y, a través del premio AUIP a la calidad del posgrado, el reconocimiento internacional. Estas buenas prácticas incluyen: duración de dos años; contar con asignaturas de investigación, obligatorias y optativas de especialidad y sello. Así como flexibilidad curricular, que incluye cursar asignaturas de distintas salidas terminales o en otros posgrados reconocidos por el PNPC; mecanismos de seguimiento académico de la trayectoria y, en particular, del trabajo de tesis, que permita tener una buena eficiencia terminal; entre otras. En resumen, la presente modificación de PE de la Maestría en Ingeniería refuerza las bases para que el programa continúe evolucionando, en el corto plazo, hacia un programa por investigación de competencia internacional.

2.2. Estudio y análisis de referentes

La actualización del PE obedece a los diversos cambios que se dan en el referente social, disciplinar, profesional e institucional, llevando a cabo un seguimiento puntual a través de los diferentes estudios que, para tal efecto, se llevan a cabo a nivel dependencia e institucional. A continuación, se presentan los referentes considerando las 6 salidas terminales del presente programa: Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales y Mecatrónica.

2.2.1. Referente social

Los ingenieros son un factor indispensable para el desarrollo de la sociedad, ya que contribuyen y facilitan iniciativas que impulsan el progreso económico e inspiran los cambios que mejoran nuestra calidad de vida (El Maraghy, 2011). Por consiguiente, el nivel de desarrollo de un país depende de la cantidad y calidad de los científicos e ingenieros con los que cuenta, ya que son esenciales para elevar la competitividad nacional y mejorar el bienestar general. La innovación en la industria y en los centros de investigación aplicada es consecuencia de la preparación de los ingenieros de nivel licenciatura y, en especial, de posgrado que en ellos colaboran (AIM, 2013).

La Organización de las Naciones Unidas ha establecido la Agenda 2030 para el Desarrollo, la cual contiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que, desde el 1 de enero de 2016, 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 los ingenieros. Dentro de los 17 ODS, aquellos vinculados con los ámbitos de formación del PE de la Maestría 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, 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 de la Maestría 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 de la Maestría 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, a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cuarta revolución industrial; al diseño, aplicación y seguimiento de políticas públicas y de la agenda pública local, así como a mejorar el nivel de bienestar de la sociedad yucateca y el país.

El Programa de Maestría en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), se implementó con el propósito de dar respuesta a la necesidad de formación de profesionales de la investigación, a nivel posgrado, en las opciones de ambiental, construcción, energías renovables, estructuras, materiales funcionales y mecatrónica. La maestría en ingeniería está dirigida para complementar, actualizar y profundizar los conocimientos y habilidades que poseen, acorde a los avances científicos y tecnológicos, y que les permita atender y dar solución a las necesidades y problemáticas de la región y del país, así como a la generación y difusión del conocimiento.

Los estudios de pertinencia social y factibilidad revelan que existe en el estado una alta demanda de programas de posgrado de calidad en ingeniería, ya que la oferta actual resulta insuficiente para el desarrollo económico del Sur – Sureste de México basado en la economía de generación de conocimiento y la industrialización. Esta alta demanda permite seleccionar a los aspirantes con más posibilidades de éxito en el programa de Maestría en Ingeniería y en el mundo laboral, lo cual se refleja en el alto porcentaje de egresados del programa que consigue trabajo en menos de un año o bien, continúa con estudios de doctorado. Se puede concluir que el presente plan de estudios de Maestría en Ingeniería es socialmente pertinente, pues existe coherencia entre lo que se propone y sus logros,

con las necesidades prevalecientes en el Estado de Yucatán y en general en el Sureste Mexicano, además de dotar a sus egresados con sólidas capacidades para la solución de problemas complejos a través de la investigación, permitiéndoles encontrar una superación profesional, satisfacción laboral y ser útiles a la sociedad con capacidades de alto nivel.

2.2.1.1. Problemáticas y necesidades

Ingeniería Ambiental

El estudio y la investigación en materia de la Ingeniería Ambiental son de vital importancia para el desarrollo de cualquier sociedad. Para poder hacer frente a las condiciones ambientales y socioeconómicas actuales, es necesario replantear las estrategias de manejo y explotación de los recursos naturales, considerando las crecientes limitaciones asociadas al crecimiento poblacional, el cambio climático, la escasez de agua, entre otros factores.

En el caso particular del agua, la escasez de este recurso afecta actualmente a un cuarto de la población mundial (WEF, 2020). En México, principalmente en las zonas Centro y Norte del país, el agua es un recurso natural escaso sujeto a una gran presión debido a la alta demanda para su consumo, lo que ha llevado a la sobreexplotación de los acuíferos (AMC, 2017). Sin embargo, en el año 2017 únicamente se trató el 63 % de las aguas residuales municipales recolectadas (CONAGUA, 2018). Para enfrentar esta problemática, es necesario enfocar esfuerzos hacia el desarrollo e implementación de tecnologías alternativas que puedan ajustarse al entorno mexicano como, por ejemplo, los humedales construidos. Estos sistemas representan una tecnología con un alto potencial de aplicación, especialmente en zonas rurales, ya que tienen bajos costos de operación y mantenimiento (Zurita, Roy, y White, 2012). Asimismo, a través del desarrollo de sistemas innovadores de tratamiento de aguas residuales como, por ejemplo, procesos anaerobios y anóxicos no convencionales (DEMON, ANAMMOX), se puede llegar a incrementar la sustentabilidad de las plantas, obteniéndose beneficios adicionales como producción de energía (biogás), recuperación de nutrientes (nitrógeno, fósforo), entre otros (Morales, 2014).

Por otro lado, México cuenta con un alto potencial de biomasa en los subproductos agrícolas y efluentes agroindustriales (AMC, 2017). En consecuencia, las industrias y el sector agropecuario han reconocido la necesidad de innovar sus procesos de producción, para incorporarse a una economía circular. En este sentido, la producción de hidrógeno (H_2) a partir de la co-digestión de residuos agrícolas e industriales representa una tecnología prometedora ya que, aunado a su alto poder calorífico, el H_2 no genera gases de efecto invernadero (Mu, Yu y Wang 2007, Cai y G., 2016). Con relación a la reducción de los gases de efecto invernadero, el uso de microalgas ha atraído recientemente mucha atención a nivel mundial. Estas son capaces de transformar el CO_2 en oxígeno a través de su función biológica natural,

por lo que pueden acoplarse a cualquier proceso de generación de energía, convencional o no, aumentando su sustentabilidad. Adicionalmente, las microalgas pueden ser aprovechadas como biodiésel (Kumar et al., 2010).

En materia de suelos, México posee un alto número de pasivos ambientales, para los cuales es necesario desarrollar procesos de biorremediación con el propósito de conservarlos y recuperarlos para fines productivos (AMC, 2017). De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el año 2002, el 44.9% de los suelos del país se encontraban afectados por algún proceso de degradación. (SEMARNAT, 2018). La contaminación del suelo por pesticidas, productos derivados del petróleo, metales pesados, entre otros, representa un grave problema. Con esta problemática en mente, se ha demostrado que mediante la inmovilización de diversos microorganismos capaces de biodegradar contaminantes específicos se pueden favorecer significativamente los procesos de biorremediación, reduciendo costos y permitiendo el uso de biocatalizadores (Dzionic, Wojcieszynska y Guzik, 2016).

Otro tema relevante de investigación es la gestión integral de los residuos sólidos. Se estima que en el año 2016 se produjeron a nivel mundial 2,010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) (Kaza et al., 2018). En México, la generación de RSU en 2017 alcanzó 44.6 millones de toneladas (SEMARNAT, 2018). 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 (Buenrostro y Bocco, 2003). Con relación a este último, a pesar de que los rellenos sanitarios son una opción económica y sencilla de disponer los RSU, el agua proveniente de las precipitaciones pluviales y la propia humedad de los residuos en proceso de estabilización forman lixiviados tóxicos. Una de las alternativas más eficientes para su tratamiento son los procesos de oxidación avanzada, en particular el proceso Fenton, altamente atractivo por su relación costo-beneficio (Luo et al., 2020).

A nivel local, las problemáticas previamente mencionadas continúan siendo relevantes, destacando principalmente la vulnerabilidad del acuífero de la Península de Yucatán; única fuente de agua para su población que, debido a su naturaleza cárstica, es altamente vulnerable a la contaminación. Diversos estudios en los últimos años han puesto de manifiesto el innegable impacto negativo que han tenido las actividades antropogénicas en la calidad del agua subterránea en el Estado (González-Herrera et al., 2014; Pacheco-Ávila, 2013).

En conclusión, se considera a la investigación en materia de la Ingeniería Ambiental de vital importancia para el desarrollo del país y poder garantizar una buena calidad de vida para las generaciones presentes y futuras; relevancia que prevalecerá, mientras que el ser humano siga haciendo uso de los recursos naturales para satisfacer sus necesidades.

Ingeniería de la Construcción

La industria de la construcción juega un papel importante en la creación de empleo, siendo el tercer sector económico más importante en el país en términos de empleo después de la Agricultura y el Comercio, aportando el 12% del empleo en el país (CEESCO, 2018).

Todo el ambiente físico de viviendas, edificios, carreteras, puentes, puertos y mucho más, resulta de la realización de los proyectos de construcción. Es responsabilidad de los ingenieros y de los administradores de la construcción entregar estos proyectos de una manera que maximice su valor: un producto de calidad a un precio justo, construido de manera segura y oportuna. La construcción es el último paso en el desarrollo de la infraestructura y es uno de los productos más visibles de toda la ingeniería.

En México se enfrenta el reto de vencer los rezagos de su infraestructura. El sector de la construcción en el año 2019 presentó una caída real anual de 5.0% (90,310 millones de pesos) respecto al nivel facturado en 2018, con una pérdida de 150 mil empleos. Durante los primeros seis meses de 2019 la obra pública se concentró en la construcción de carreteras, caminos y puentes representando el 28.9% del valor total de la obra pública, seguido por las Obras de transporte en ciudades y urbanización, contribuyendo con el 11.5%, en este periodo. En los primeros dos meses del año 2020 la confluencia de los siguientes factores tanto exógenos como endógenos dieron lugar a una menor ejecución de proyectos y una caída en la actividad productiva de la industria de la construcción (Hernández B. J. A., 2020):

- La reducida ejecución del gasto público para infraestructura, en el primer bimestre de 2020 la inversión física presupuestaria fue 7.4% menor en términos reales con respecto al mismo mes de 2019 (93 mil millones de pesos en el primer bimestre 2020 vs. 97.1 mil millones en el mismo periodo de 2019).
- El retraso en el inicio de los proyectos incluidos en el Acuerdo Nacional de Infraestructura.
- La incertidumbre en los mercados financieros y su impacto en las expectativas del sector privado.
- La declaración de emergencia sanitaria por la pandemia del coronavirus (Covid-19).

Al tercer trimestre de 2021, el PIB de la Construcción Nacional fue de 1 billón 773 mil millones de pesos. Por su parte, el estado de Yucatán aportó 2.3% al PIB de la Construcción, lo que significó un estimado de 38 mil 437 millones de pesos. Durante enero de 2022, la facturación de las empresas constructoras en el estado de Yucatán acumuló 1 mil 61 millones de pesos corrientes, una recuperación en términos reales de 21.2% con relación al mismo mes de 2021. El desempeño mostrado por las empresas constructoras en el estado de Yucatán fue favorecido

por una recuperación de 127.2% en la facturación de trabajos para obras hidráulicas, además de los trabajos en transporte y urbanización con 105.8%, mientras que las actividades para generación y distribución de electricidad e infraestructura en telecomunicaciones y edificación de vivienda, industrial, comercial y servicios perdieron terreno (CEESCO, 2022).

El sector de la construcción, como elemento para impulsar el desarrollo de infraestructura, no se encuentra bien desarrollado. Las empresas constructoras tienen una visión a corto plazo, procedimientos administrativos y productivos que no procuran un uso eficiente de los recursos y además estas empresas se encuentran en una posición poco ventajosa ante la competencia abierta debido a la globalización de los mercados.

Se requiere de la adopción de una visión estratégica para promover la investigación multidisciplinaria que permita la generación de conocimiento aplicado a la innovación de los procedimientos administrativos y productivos para que se procure el uso eficaz y eficiente de los recursos, sin comprometer los de las próximas generaciones. Como consecuencia, esto hará que las empresas del sector se vuelvan competitivas en el entorno económico global y puedan contribuir a la solución de problemáticas para un desarrollo sustentable. En este sentido, la tendencia mundial es utilizar las nuevas tecnologías de virtualización de la construcción para las etapas de la planeación ejecución y control de los proyectos en entornos multidisciplinarios con enfoque sustentable.

Por las razones anteriores, en este PE de la Maestría en Ingeniería Opción Construcción se ha adoptado la “Innovación de la Construcción” como objetivo general de la investigación en este campo: generar conocimiento para innovar los procedimientos administrativos y productivos de la construcción, para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos que en ella intervienen”. Los programas asociados a esta línea de investigación han sido, por más de una década: Administración de la Construcción, Tecnología de la Construcción y Sistemas de Información en la Construcción.

Ingeniería en Energías Renovables

La ingeniería en energías renovables se ha consolidado en los últimos años gracias a la madurez tecnológica de las tecnologías solar y eólica que ha llevado al incremento de proyectos de inversionistas que han reconocido los beneficios económicos, ambientales y de estabilidad en la red de la generación integrada en un mercado energético emergente. Los proyectos de desarrollo de generación de energía tienen una gran diversidad de actores que van desde el gobierno federal y estatal, organizaciones no gubernamentales, industria y centros de investigación los cuales buscan los beneficios del autoabastecimiento.

El esfuerzo colectivo de las naciones ha sido el de disminuir las emisiones y promover la sostenibilidad del sector energético, lo cual provocó que la producción

de energía renovables incrementara 2.6%, sin embargo, la producción de carbón también tuvo un incremento de 3.3% respecto al 2016. El volumen de la oferta interna bruta a nivel mundial durante 2017 alcanzó los 13,968.00 MMtep, 1.9% más que en 2016. Las energías renovables alcanzaron una participación de 14.0% en este rubro; el carbón y sus derivados aumentaron 1.3% su magnitud, respecto al año anterior. En 2017, el consumo mundial de energía fue de 9,717.22 MMtep, lo que representó un aumento de 1.9%, en comparación con el año anterior. Relativo a las energías renovables, el gas natural, así como el carbón mineral y sus productos, fueron componentes que presentaron un descenso en participación correspondiente al 0.2%, 0.1% y 0.4% respectivamente. Los países que registraron mayor consumo energético en 2016 fueron: China (20.6%), Estados Unidos (15.6%), India (6.1%), Rusia (5.0%) y Japón (3.0%), mientras que México se ubicó nuevamente en el lugar dieciséis de este ranking internacional (SENER, 2018a).

A nivel mundial, actualmente las energías renovables representan un 26.3% (6,523 TWh) de la generación producida a nivel mundial. En 2018, la capacidad global de generación por energías renovables creció un 8% (2181 GW a 2355 GW) y ha presentado un crecimiento estable (7.6 % desde 2009 a 2018). A nivel global, la energía hidroeléctrica representó un 49.9% de la capacidad instalada en renovables, seguida de la eólica (23.9 %), solar fotovoltaica y térmica (20.6 %), biomasa (5 %) y geotérmica (0.6 %). Las energías renovables con mayor crecimiento en capacidad acumulada en 2018 fueron la solar fotovoltaica 25.4 % y la eólica 9.5%. El país que ha liderado a nivel mundial continúa siendo China, al estar a la cabeza en las áreas hidroeléctrica, solar fotovoltaica y eólica. El país líder en energía solar térmica es España y en biomasa Brasil. Con respecto a la fuente de energía geotérmica, el país con mayor capacidad instalada es Estados Unidos (Koebrich et al., 2018).

El potencial energético de las renovables es enorme, en un reporte realizado por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) en 2012 (López et al., 2012) ubicó potencial en cada estado de la unión americana para al menos una de seis diferentes tecnologías: sistemas fotovoltaicos escalables, concentradores solares, aerogeneradores en tierra, aerogeneradores marinos, bioenergía y sistemas geotérmicos mejorados. Este potencial fue estimado en 100 veces más del consumo total de Estados Unidos en 2011 (481,800 TWh).

De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Limpias (SENER, 2018b), en México el mayor potencial probado para generación de electricidad, es decir, aquel que cuenta con estudios técnicos y económicos que comprueban la factibilidad de su aprovechamiento, se encuentra en las energías eólica y solar. El potencial energético de proyectos en desarrollo de tecnología solar en México se estima en 15,904 GWh/año y el eólico en 7554 GWh/año.

A pesar de ser uno de los países de Latinoamérica, junto con Brasil, que tiene más emisiones de CO₂, México es uno de los países que ha mantenido sus emisiones relativamente estables de acuerdo con estudios en 2018 (IRENA, 2020)

(World Resources Institute, 2020), esto en parte gracias a los proyectos de uso de energías limpias y la integración del gas natural en sistemas de cogeneración eficiente. México es uno de los 172 países que, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015, presentó su plan de reducción de emisiones ante la ONU comprometiendo un 25% con respecto a su tendencia normal.

La independencia energética es el índice utilizado a nivel internacional para medir, de forma general, el grado en que un país puede cubrir su consumo de energía derivado de su producción; si es mayor a uno, el país se considera independiente de energía. Por ello, el 2018 es el cuarto año consecutivo en que México muestra dependencia de las importaciones de energía para satisfacer su demanda energética. Al cierre de 2018, México presentó un índice de independencia energética equivalente a 0.70. Es decir, se produjo 29.8% menos energía de la que se puso a disposición para las diversas actividades de consumo dentro del territorio nacional. Durante los últimos diez años, este indicador ha disminuido en promedio anual de 5.18%. Por otra parte, el consumo de electricidad per cápita, aumento 5.9% respecto al año 2017, posicionándose en 2,228.10 kilowatts-hora (kWh).

En México, la producción de hidroenergía aumentó 2.0%, lo que permitió sustituir parte de la energía eléctrica generada a través de combustibles fósiles por energía limpia. La hidroenergía representó el 1.8% del total de la producción energética nacional de 2018. El componente de producción de energía eólica registró un crecimiento significativo de 23.3%, alcanzando 47.12 PJ. El gran potencial que tiene México para el desarrollo de centrales fotovoltaicas y generación distribuida permitió que la producción de energía a través de este recurso incrementara 58.2% respecto al año anterior.

En este sentido, el estado de Yucatán tiene un futuro prometedor puesto que el Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024 indica que se cuenta con un potencial probado de más de 4,700GWh/a (Giga Watt hora por año), basado principalmente en la energía eólica, lo cual coloca al estado en el octavo lugar nacional por potencial energético disponible y en el tercer lugar nacional por potencial eólico (GEY, 2019). En 2017 la SENER autorizó vía subasta pública, nueve proyectos para la instalación de plantas de generación de energías renovables en el Estado de Yucatán, incorporando tecnologías fotovoltaicas y eólicas, mismas que contemplaron alcanzar una capacidad total de 1,344 MW. Estos desarrollos posicionaron a la entidad como tercer lugar a nivel nacional con mayor inversión en proyectos de energías renovables. Estos proyectos locales generan problemas que requieren la atención de especialistas en diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de generación de potencia eléctrica.

Ingeniería Estructural

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 Ingeniería Civil tiene múltiples áreas de especialización, como son Estructuras, Construcción, Geotecnia, Transporte, Hidráulica, entre otras. Los especialistas en el área estructural son los responsables de diseñar la infraestructura para que sea capaz de soportar las cargas y tenga un comportamiento adecuado durante su vida útil. En este sentido, la Ingeniería Estructural tiene una gran relevancia ya que sus especialistas realizan el diseño estructural de la infraestructura.

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. Tradicionalmente la industria de la construcción ha sido un generador de empleos para la economía mexicana. En el año 2017, la industria de la construcción contribuyó con el 12% de los empleos totales, del cual 8% correspondió a la edificación (CMIC, 2020).

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, como son la disponibilidad de agua potable y el acceso a energía sostenible, en la cual se requiere de la participación de especialistas de las diversas áreas de la Ingeniería Civil, entre ellas la Ingeniería Estructural. Sin embargo, hay objetivos en los que la participación de los especialistas en Ingeniería Estructural es primordial:

- Objetivo 9. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad.
- Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

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. El territorio mexicano está afectado por cinco placas tectónicas. Los epicentros de los terremotos de gran magnitud han estado en la costa del pacífico (CENAPRED, 2014). Existen múltiples zonas del país que presentan un alto peligro sísmico y que han sido afectadas por sismos como los que ocurrieron en julio de 1957 en el sureste de Acapulco, en septiembre de 1985 en las costas de Michoacán, en marzo de 2012 en Ometepec, Guerrero, y en septiembre de 2017 en Puebla, por citar algunos ejemplos. En particular, las pérdidas económicas por el sismo del 19 de septiembre de 2017 se calculan que fueron superiores a los 50,000 millones de pesos (Alcocer, 2020) y generó un decrecimiento en la economía en el tercer trimestre del 2017 del 0.2% (Capraro et al., 2018).

Asimismo, existen múltiples zonas del país que presentan un alto peligro ante huracanes, tanto en las costas del Pacífico, como en las costas del Golfo de México y del Mar Caribe. En particular, algunos ejemplos de huracanes que han afectado la península de Yucatán son Gilberto en 1988, Isidoro en 2002, Wilma en 2005 y Dean en 2007. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros, las pérdidas económicas estimadas que causó Wilma son de 30,000 millones de pesos. Algunos especialistas indican que aproximadamente el 30% de los ingresos por turismo de México provienen de la zona hotelera de Cancún y la Riviera Maya. Las pérdidas económicas locales y nacionales fueron significativas, dado que el 8% del PIB de México proviene del Turismo y que múltiples sectores productivos y de servicios del país interactúan con el sector turístico de esta zona (Fernández et al., 2006).

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.

Uno de los signos distintivos de la sociedad moderna es el aumento en el uso de materiales debido al proceso de industrialización, la sobrepoblación del planeta y su alto consumo, entre otros factores. De manera global el uso de los materiales primarios ascendió de 27 billones de toneladas en 1970 a 87 billones de toneladas en 2017 y se pronostica que esta cifra alcanzará los 167 billones de toneladas para 2060 (OECD, 2019) lo que indica el alto nivel de consumo de la sociedad. La escasa disponibilidad de algunos materiales y su alta demanda hacen necesario el desarrollo de nuevos materiales que puedan sustituirlos o buscar formas de reciclarlos. Por otra parte, 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. El avance en las últimas décadas de la industria de la computación y la nanotecnología se ha debido al desarrollo de los materiales que ha permitido la integración de los dispositivos. El primer microprocesador de Intel en 1971 tenía 2250 transistores, en 2002 el Pentium 4 tenía más de 50 millones, lo que ha propiciado la disminución en el tamaño de las computadoras y el aumento en la rapidez. En el mundo, la venta total de productos que incorporaban la nanotecnología era aproximadamente 339 millones de dólares en 2010, dos años después esta cifra ascendió a 731 billones de dólares (Larrimore L., 2015).

Actualmente los campos emergentes en la economía de la producción son la manufactura aditiva (impresión 3D), la robótica y la ciencia de materiales, estas y otras tecnologías amplían aún más lo que puede ser fabricado y cómo puede ser fabricado. Una de las áreas de desarrollo futuro en el ámbito de la tecnología es la de aquellos materiales que reaccionan ante un estímulo externo y cambian sus propiedades. Estos se pueden adaptar a las condiciones ambientales, economizando energía, o modificando las condiciones para aumentar el confort. Estos materiales llamados inteligentes son la base de productos cada vez más demandados por la sociedad, los cuales incorporan software complejo y/o utilizan materiales avanzados que se adaptan a las necesidades del usuario.

Otro de los retos que enfrentamos como sociedad es la búsqueda de sistemas más eficientes de generación y aprovechamiento de energía. El desarrollo de nuevos materiales menos tóxicos y costosos para aplicaciones como celdas solares, baterías o turbinas juegan un papel fundamental en el progreso de las energías renovables haciendo que estas sean más competitivas y asequibles para todos.

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 cuarta revolución industrial, trae consigo nuevas oportunidades de potencializar los sectores económicos y hacerlos productivos, dado a que la tecnología, hoy en día, presenta un avance gigantesco y será la apuesta que se debe asumir para su evolución. En este sentido, la industria 4.0 tiene como objetivo integrar la industria, con las personas y los activos (Deloitte, 2017).

Esta nueva era está marcada por la robótica, la nanotecnología, el *Big Data*, el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la inteligencia artificial (IA) y demás 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. Para poder avanzar hacia la llamada Cuarta Revolución Industrial y la economía del conocimiento y del valor agregado, es necesario trabajar en cuatro pilares fundamentales:

- desarrollo de capital humano,
- innovación,
- clústeres,
- adopción de tecnología.

De acuerdo con la Secretaría de Economía, en el Reporte de Competitividad Global 2015-2016, México ocupa el lugar 59 de 144 países en el pilar de innovación y el cuarto lugar en América Latina. Adicionalmente, México tiene un valor de 3.38 del Índice Global de Competitividad (IGC), el cual se expresa como un puntaje en una escala del 1 al 7, indicando el nivel de competitividad y por ende de crecimiento del país.

En Yucatán, 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.

Actualmente, Yucatán ocupa la sexta posición a nivel nacional con 47.3 puntos de acuerdo con el índice de Innovación de los Sectores Económicos (ICE2018), por encima de la media nacional de 34.5 puntos de dicho indicador, por lo que se ubica en el grupo de competitividad media alta. Sin embargo, se encontró por debajo de los primeros tres lugares (Ciudad de México, Querétaro y Morelos), que en promedio cuentan con 67.5 puntos. Lo anterior refleja un área de oportunidad para la entidad Yucateca en materia de innovación y desarrollo económico, siendo la industria 4.0 el medio para alcanzar el desarrollo.

De esta manera, la especialidad en ingeniería mecatrónica se alinea a la cuarta revolución Industrial y a los objetivos de desarrollo sostenible de la organización de las naciones unidas (ONU), así como al PDI 2019-2030 de la UADY,

con el objetivo de diseñar procesos de control y automatización en procesos industriales dando solución a los problemas de la industria.

2.2.2. Referente disciplinar

El PE de la Maestría en Ingeniería tiene como propósito formar recursos humanos de alto nivel de habilitación en el área de la ingeniería. Por consiguiente, en el referente disciplinar se consideraron, además de las experiencias adquiridas durante la operación del programa, las tendencias actuales de la ingeniería y un análisis comparativo con PE afines tanto nacionales como internacionales.

2.2.2.1. Origen y tendencias actuales

Ingeniería Ambiental

La Ingeniería Ambiental puede ser considerada como una de las profesiones más antiguas del ser humano, ya que ha existido de la mano con la Ingeniería Civil por más de 5 milenios. Desde las culturas ancestrales hasta las ciudades modernas, los ingenieros ambientales han contribuido al desarrollo de tecnología y de la civilización. Ya alrededor del año 3000 a. C., la antigua civilización egipcia contaba con amplios sistemas de planeación y manejo del agua. Asimismo, el Imperio Romano es reconocido por sus grandes proyectos municipales para suministrar agua limpia de fuentes distantes mediante la construcción de acueductos (300 a. C.) (Leonard, 2001). Con relación a las culturas mesoamericanas, éstas contaban con gran conocimiento en obras hidráulicas con diversos propósitos como: abastecimiento de agua para uso doméstico y agrícola, drenaje de aguas pluviales y aguas residuales, entre otras (Rojas, Martínez y Murillo, 2009). Por otro lado, la Ingeniería Ambiental moderna se presume inició en el siglo XIX, cuando ciudades como Londres y París implementaron sistemas de alcantarillado para la recolección y eliminación adecuada de aguas residuales, como consecuencia de brotes epidémicos de enfermedades como el cólera (NWECC, 2017).

En México, la primera licenciatura en Ingeniería Ambiental abrió sus puertas en 1974 con la creación de la Universidad Autónoma Metropolitana. Sin embargo, desde 1951 en la Universidad Nacional Autónoma de México existían estudios de posgrado en Ingeniería Sanitaria (Gutiérrez y Herrera, 1999). En Yucatán, la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la UADY se creó en 1977, siendo ésta la primera en su tipo en la región sureste del país.

El estudio y la investigación en materia de la Ingeniería Ambiental nunca habían sido tan apremiantes 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 tecnologías sostenibles en 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 (Morales, 2014).

Adicionalmente, la pertinencia científica de la Ingeniería Ambiental se puede constatar a partir de las más de 110 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 2020 incluía: 1) Water Research, 2) Bioresource Technology, 3) Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 4) Journal of Hazardous Materials y 5) Environmental Modelling and Software. A nivel nacional, destacan las revistas reconocidas por el CONACYT 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

La construcción y la capacidad para construir cosas, es una de las más antiguas habilidades del ser humano. Los humanos batallaron para sobrevivir y buscaron refugio de los elementos naturales y del ambiente hostil que los rodeaba edificando estructuras que los protegieran. Conforme la sociedad llegó a ser más organizada, la habilidad para edificar se convirtió en un sello de la sofisticación de las antiguas civilizaciones. Las maravillas mundo antiguo reflejan una extraordinaria capacidad para construir, no solamente estructuras como medio de protección, sino monumentos de escala gigantesca (Halpin D. y Woodhead R., 1998).

En tiempos más recientes, obras como el Puente de Brooklyn (Nueva York, EEUU) y el Canal de Panamá sobresalen como grandes logros de la construcción.

Pero también son testimonios del hecho de que la realización de un proyecto de construcción involucra el resolver un sinnúmero de problemas, muchos de los cuales no son de tipo técnico. En ambos proyectos, problemas de recursos que requirieron grandes dosis de innovación y liderazgo fueron tan formidables como los problemas técnicos afrontados (Halpin D. y Woodhead R., 1998).

A lo largo de la historia, la construcción se desarrolló de la mano de los maestros de obra. Al sofisticarse las construcciones, y al ser las obras más demandantes en cuanto a estética, dificultad técnica, y necesidad de adecuarse a parámetros de costo y de tiempo, éstas dieron pie al desarrollo de la Arquitectura y de la Ingeniería Civil. Posteriormente surgió la Ingeniería de la Construcción, como una especialidad, tanto para ingenieros civiles como para arquitectos.

Se define la Ingeniería de la Construcción como la disciplina profesional que se encarga del diseño, planeación, construcción y operación de la infraestructura construida y gira entorno a la Industria de la Construcción. Comenzó modestamente en la década de 1920 como parte de los primeros programas de licenciatura en ingeniería civil (Abudayyeh et al. 2000). Después de la Segunda Guerra Mundial, la necesidad gradual de más especificaciones en la concepción, diseño, adquisición, construcción, operación y mantenimiento llevó a la formación de programas especializados en construcción (Abudayyeh et al. 2000). En el presente, muchas instituciones educativas ofrecen programas especializados de construcción que capacitan a los estudiantes sobre ingeniería, diseño, administración y tecnologías (Becerik-Gerber et al., 2011).

La construcción es uno de los sectores industriales más grandes, representa más del 11% del PIB mundial, y tiene grandes desafíos, entre los que destacan (Arcus Global, 2020):

- Escasez de mano de obra calificada. La industria de la construcción no ha hecho lo suficiente para atraer capital humano que llene la demanda de crecimiento. La combinación del aumento de la complejidad del proyecto y la disminución de la experiencia es un multiplicador de riesgo que aumenta los problemas de construcción de calidad y la preocupación de seguridad de los empleados.
- Baja productividad y Rentabilidad. Las barreras de entrada en la construcción son bajas, lo que crea un mercado saturado y con fuerte competencia. Esta competencia está reduciendo las márgenes de beneficio y limitando la reinversión esencial en nuevas tecnologías y mejores prácticas comerciales. A diferencia de otras industrias, la construcción ha visto muy poca mejora en la productividad en las últimas ocho décadas.
- Complejidad de los proyectos. Las oportunidades en la construcción están creciendo en la misma medida que la complejidad de los proyectos, pero la complejidad agrava sus problemas. A medida que los diseños se hacen más grandes y requieren mayor eficiencia, las empresas de construcción luchan por mantenerse al día.

- **Sostenibilidad.** La industria de la construcción es el principal consumidor mundial de materias primas. La industria genera entre el 25% y el 40% de las emisiones de carbono del mundo. Este volumen de utilización de recursos naturales no es sostenible y podría comprometer el medio ambiente en aras del crecimiento.
- **Seguridad.** La seguridad de los trabajadores sigue siendo un gran reto que afecta a la industria de la construcción. Durante años, la construcción ha liderado a todas las industrias en el número total de muertes de trabajadores. El número de lesiones y enfermedades laborales se ha mantenido constante durante años. Mantener a los trabajadores seguros y protegerlos contra accidentes y lesiones debe ser la máxima prioridad para todos los clientes y los propietarios de empresas (ConstructConnect, 2020).
- **Adopción de Tecnología.** La industria de la construcción, en su conjunto, es notoriamente lenta en la adopción de nuevas tecnologías. Innumerables estudios y encuestas a lo largo de los años han demostrado que los propietarios de empresas continúan invirtiendo insuficientemente en tecnología, a pesar de que reconocen los muchos beneficios que la tecnología puede brindar para administrar sus negocios y proyectos de construcción. Modelación de la información para la construcción (BIM por sus siglas en inglés), telemática, dispositivos móviles, realidad virtual y la realidad aumentada, robots, drones, impresión 3D, Internet de las cosas, y vehículos autónomos se están adaptando para su uso en la industria de la construcción, pero su adopción es mucho más lenta que en otras industrias.

Después de definir la Ingeniería de la Construcción sobre la base de sus principales actividades (Tatum C.B., 2011) describe cuatro elementos de conocimiento que requiere: fundamentos y procedimientos técnicos, materiales de construcción, recursos aplicados a la construcción y operaciones de construcción en campo. Sin embargo, en atención a los grandes retos a que se enfrenta la industria, en la academia a nivel mundial se observan en específico los siguientes campos de formación e investigación: tecnología de la construcción, administración de los proyectos de construcción y desarrollo o adopción de tecnologías de información. Dentro de estos campos se pueden observar áreas con mucha acentuación, para enfrentar los retos: tecnología de materiales, construcción “Lean” (para el incremento de la productividad), construcción sustentable, BIM, gestión de la seguridad e higiene, análisis de riesgos, aspectos legales y fiscales, contabilidad y finanzas, y métodos integrados para la toma de decisiones.

La evidencia científica de esta área de la ingeniería, producto de la aplicación del método científico en las investigaciones que realizan en forma conjunta los estudiantes y profesores de la especialidad, se ve plasmada en los artículos de investigación que se publican en revistas de ingeniería civil, Construcción y Administración, entre las que se pueden mencionar: Ciencia (UANL, indexada por el CONACYT), Ingeniería, Investigación y Tecnología (UNAM, indexada por el

CONACYT), International Journal of Construction Engineering and Management, British Journal of Applied & Technology, Journal of Construction, Economics and Business Studies, , Journal of Economics Management and Trade, etc. La evidencia científica, también, se refleja en informes técnicos con los cuales los resultados de las investigaciones son transferidos a las empresas constructoras.

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). Asimismo, México ocupa el lugar 25 del Índice Atractivo-País para Energías Renovables de Ernst & Young Global Limited en 2020 (Ernst & Young, 2020) y ocupó el lugar 14 entre los Países Líderes en Nuevas Inversiones del New Energy Finance de Bloomberg durante el 2018 (Bloomberg New Energy Finance, 2019). Al cierre del primer semestre de 2018, la generación por fuentes limpias alcanzó 24.12 % (40,499.01 GWh), cercano para cumplir la meta del 25% de generación de energía limpia establecida por México en la Ley de Transición Energética (SENER, 2018d). 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, contribuyendo a que la capacidad de potencia instalada por fuentes limpias se incrementó 11.84 % (2,550.41 MW) y la generación de energía en 21.71% con respecto al primer semestre del 2017 (SENER, 2018d).

En México, las Subastas de Largo Plazo han demostrado ser un mecanismo exitoso para fomentar el desarrollo de proyectos de energías limpias. Con la realización de las tres primeras Subastas de Largo Plazo se comprometió la instalación de más de 7,000 MW que atraerán una inversión estimada de 8,600 millones de dólares a través de dos modalidades de generación: la producción independiente de energía y el autoabastecimiento. Durante los primeros seis meses de 2018 entraron en operación las primeras fases de seis de los proyectos ganadores de las subastas (cinco de la primera y uno de la segunda) con una capacidad total de 1,442.5 MW: cuatro fotovoltaicos (1,274.5 MW) y dos eólicos (168 MW). Estos seis proyectos representan el 20.64 % del total de MW comprometidos en las Subastas. La meta para finales de 2018 fue de instalar 358.7 MW adicionales, 263 MW fotovoltaicos y 95.7 MW eólicos. Con esta capacidad adicional se cubrirá 25.77 % (1,801.2 MW) de la capacidad comprometida en las tres primeras Subastas de Largo Plazo. Por otra parte, los parques fotovoltaicos tendrán una mayor participación en cuanto a potencia instalada en los próximos años. A junio de 2018, la capacidad fotovoltaica instalada en México era de 1,646.55 MW (SENER, 2018c). Específicamente, la Península de Yucatán cuenta con un recurso solar de más de 5.8 kWh/m²/día, durante la mayor parte del año. Se destacan abril

y mayo como los meses en los que se obtiene la mayor insolación (Hernández-Escobedo, 2017).

En cuanto al potencial eólico, México cuenta con más de 50,000 MW y se requieren utilizar tan sólo alrededor de 17,000 MW para alcanzar el objetivo de generar 35% de energía eléctrica con tecnologías limpias para el año 2024. La capacidad instalada de energía eólica en México es de 4,367.43 MW (SENER, 2018c). En materia de energías limpias y sustentabilidad, la regulación en México establece como meta una participación de las energías limpias del 35% en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del 40% en el 2035 y del 50% en el 2050 (AMDEE, 2018). La actualización del PE trae consigo una visión más amplia al contemplar la integración de los proyectos interconectados a la red, así como los aspectos técnicos y económicos de los proyectos autónomos.

Dadas las condiciones de la Reforma Energética promulgada en 2012, los clientes de CFE ya pueden generar, de manera interconectada, su propia potencia eléctrica para abastecimiento. Este hecho ha permitido que las instalaciones fotovoltaicas residenciales y comerciales de baja tensión tengan un auge, así como las empresas dedicadas a este ramo. En la Península de Yucatán se cuenta ya con más de 100 empresas registradas dedicadas a la instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica.

El desarrollo actual del mercado energético en la región sureste presenta una gran área de oportunidad para los egresados de la opción en Energías Renovables de la Maestría en Ingeniería, dada la necesidad de personal altamente capacitado para el diseño, desarrollo, operación y mantenimiento de instalaciones de sistemas eólicos y fotovoltaicos. Por otra parte, es de especial importancia la necesidad de especialistas en el área de control energético de la red eléctrica federal y la creciente demanda de soluciones para la eficiencia energética en la industria.

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, siendo las más importantes energía solar y energía eólica. Entre 2007 y 2016 el número de publicaciones en el área de energías renovables de revistas de alto impacto se ha incrementado de 462 a 2330 anualmente lo que muestra la importancia de la investigación en este tópico ya que el 60% de estas publicaciones están fondeadas (Aleixandre-Tudó et al., 2019). Los países con mayor número de publicaciones son Estados Unidos y China. Las revistas más importantes del área son Applied Energy, Renewable & sustainable energy reviews, Energy Policy, Journal of renewable and sustainable energy, Energy y Energies (Caballero et al., 2018). Es importante mencionar que algunos de los miembros del cuerpo de profesores y estudiantes de la opción energías renovables han publicado en algunas de estas revistas (May et al., 2017), (Reveles-Miranda et al., 2018), (May et al., 2020), (Tariq et al., 2020). Finalmente, la pertinencia científica del área se ve sustentada también por las convocatorias nacionales de proyectos

de investigación que consideran el desarrollo sustentable como área prioritaria. Entre los fondos sectoriales constituidos destacan FORDECYT, Ciencia de frontera, así como el fondo SENER-CONACYT/Sustentabilidad Energética que ha promovido los Centros Mexicanos de Innovación (Redes eléctricas inteligentes, solar, eólica).

Ingeniería Estructural

La Ingeniería Civil y, en particular, la Ingeniería Estructural tiene una historia de muchos siglos atrás con la construcción de pirámides y edificaciones de mampostería de piedras naturales. Inicialmente no existían teorías y modelos, por lo que los diseños estaban basados en experiencias previas. En la historia de la Ingeniería Estructural hay muchos personajes relevantes, tales como Robert Hooke (1635) con la Ley de Hooke, Daniel Bernoulli (1700) con la ecuación de la viga y el principio de los trabajos virtuales, Leonhard Euler (1707) con la teoría de pandeo de las estructuras, Claude-Louis Navier (1785) con el comportamiento elástico de estructuras, Carlo Castiglione (1847) con sus teoremas sobre la energía de deformación, Hardy Cross (1885) que desarrolló el método de distribución de momentos, entre otros.

Un parteaguas en el desarrollo de la Ingeniería Estructural fue la llegada de los equipos de cómputo. Antes de este momento se utilizaban soluciones aproximadas para los análisis estructurales. Con la llegada de los equipos de cómputo fue posible la solución de manera más precisa de los sistemas de ecuaciones de muchos grados de libertad en los análisis estructurales. En particular la computadora permitió el desarrollo y popularización del Método del Elemento Finito. El cómputo ha permitido el desarrollo de un gran número de herramientas para el análisis y dimensionamiento de estructuras, así como la medición del comportamiento de elementos y sistemas estructurales ante diversas acciones. Lo anterior ha conducido a 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 de los países. El desarrollo 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 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 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 CONACYT en las que se pueden encontrar trabajos de investigación (e.g. Ingeniería Investigación y Tecnología, y Revista de Ingeniería Sísmica).

La formación del ingeniero 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

A lo largo de la historia, el desarrollo de la humanidad ha estado ligado al avance en el conocimiento de los materiales. Prueba de ello es que los nombres de las primeras etapas de la civilización se asignan de acuerdo con la habilidad de sus integrantes de manipular ciertos materiales para confeccionar herramientas y armas (Edad de Piedra, Edad de Bronce, Edad de Hierro). En la era moderna las revoluciones científicas e industriales también han estado ligadas al avance en el conocimiento de los materiales (Magee, 2012). El progreso futuro de la civilización requiere de productos desarrollados con materiales con alta funcionabilidad, asociados a áreas prioritarias de desarrollo, como son: a) mejorar las condiciones de vida, generando nuevos dispositivos más eficientes energéticamente, menos tóxicos y fáciles de reciclar, b) cuidado de la salud humana nuevos materiales para implantes, liberación de medicamentos, etc., c) comunicaciones y transmisión de

información, desarrollar nuevos materiales con propiedades electrónicas, magnéticas, y ópticas que impacten en el progreso de la inteligencia artificial y la computación (Oropeza-García, 2019).

La Ciencia e Ingeniería de Materiales como rama del conocimiento surgió en los años 60. La Ciencia de Materiales investiga la relación entre la composición y estructura de los materiales en diferentes escalas (electrónica, cristalina, micrométrica y macrométrica) con sus propiedades. La Ingeniería de Materiales tiene como objetivo diseñar y seleccionar materiales y procesos para una aplicación determinada (Satya, 2017). En conjunto la Ciencia e Ingeniería de Materiales se ocupa del desarrollo de materiales necesarios para nuevas aplicaciones, del diseño u optimización de rutas de fabricación y de mejorar el desempeño de materiales ya existentes. Todas estas acciones se llevan a cabo teniendo en cuenta el impacto ambiental y la sostenibilidad de los productos.

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. 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 actividades que se desarrollan en el área de Materiales funcionales son:

- **Diseño de materiales:** Se refiere al ajuste 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.
- **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 a la aplicación.
- **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 la misma.
- **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.

- Desarrollo de Materiales inteligentes para la Revolución industrial 4.0, los cuales pueden cambiar sus propiedades de acuerdo a las condiciones del entorno. Algunos pueden regenerarse, modificarse o destruirse según sea la necesidad
- 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

A lo largo de la historia, el desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura, primero con la máquina de vapor y la mecanización de los procesos, luego con la producción en masa, la automatización y robótica; y más recientemente, con la que ha sido llamada Industria 4.0 y es considerada ya como la Cuarta Revolución Industrial, debido a su potencial y beneficios relacionados con la integración, innovación y autonomía de los procesos. Como menciona (Ruiz Rojas 2013), la ingeniería mecatrónica está sustentada en el desarrollo de sistemas, el internet de las cosas y el procesamiento en la nube; aunado a otras tecnologías como la manufactura aditiva, la impresión 3D, la ingeniería inversa, el *Big Data*, y la inteligencia artificial, entre otras; que al trabajar de manera conjunta, generan cambios trascendentales no sólo en la industria de la manufactura sino también en el comportamiento del consumidor y en la manera de hacer negocios.

La industria electrónica en México tiene un gran potencial. Se estima que para el año 2020 la producción de equipos eléctricos y electrónicos en el país alcanzará los 76,540 millones de dólares americanos (INEGI). La aplicación de sistemas electrónicos embebidos está incrementándose en todos los sectores. En los próximos cinco años se espera que la participación de los sistemas embebidos incremente substancialmente en mercados como automoción (36%), automatización industrial (22%), telecomunicaciones (37%), electrónica de consumo (41%) y equipamiento médico y de salud (33%) (https://www.artemis-ju.eu/embedded_systems). Adicionalmente, el mercado mundial del Internet de las Cosas en el sector público llegará a 21,300 millones de dólares en 2022; es decir, este segmento se incrementará un 22% respecto al montante esperado para este ejercicio, que es de 17,500 millones de dólares, según un reciente informe de la firma

de análisis Globaldata (Thematic Research: Internet of Things), que 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. Esto hace necesario que el ingeniero en mecatrónica mexicano se especialice en este tipo de tecnologías, debido a su gran fiabilidad, precisión y repetibilidad, para mejorar la producción industrial.

Las principales actividades que se desarrollan en la mecatrónica son el Control Digital y los Circuitos de control, la electromecánica, el diseño asistido por computadora (CAD), la manufactura asistida por computadora (CAM) y la ingeniería asistida por computadora (CAE), según (Rietdijk 1989). Estas actividades van de la mano con los 9 pilares de la industria 4.0 que son: *Big Data*, Simulación, Fabricación aditiva, Ciberseguridad, Computo 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 el maestro en ingeniería mecatrónica debe 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).

2.2.2.2. Análisis comparativo con otros PE nacionales e internacionales

Ingeniería Ambiental

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de la oferta académica relacionada al PE de la Maestría en Ingeniería Opción Ambiental disponible en el Estado de Yucatán. En este sentido, se distingue la Maestría en Gestión Ambiental de la Universidad Marista, la cual se encuentra enfocada al ámbito social y administrativo; razón por la cual no fue incluida en el análisis comparativo. Posteriormente, dicho análisis se extendió a nivel peninsular considerando los PE pertenecientes al PNPC del CONACYT, obteniéndose como único resultado la Maestría en Ciencias Ambientales que se ofrece en la Universidad Autónoma del Carmen, Campeche, con nivel de “Reciente Creación”. Finalmente, para llevar a cabo el análisis comparativo a nivel nacional, se consideraron los PE con los niveles de “Competencia Internacional” y “Consolidado” del PNPC, siendo este último el nivel que ostenta el presente PE. En la Tabla 1 se presenta un resumen de los resultados.

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Tabla 1. Comparación de PE afines a la Maestría en Ingeniería Opción Ambiental reconocidos en el PNPC.

Programa	Institución	Orientación y Nivel en el PNPC	Temas de Investigación
Maestría en Ingeniería Ambiental	Universidad Nacional Autónoma de México	Investigación. Competencia Internacional	Agua, aire, residuos sólidos, suelo y aguas subterráneas, sustancias y residuos peligrosos
Maestría en Ciencias Ambientales	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.	Investigación. Competencia Internacional	Ecología y cambio ambiental global Biotecnología e ingeniería ambiental Sistemas ambientales complejos
Maestría en Ciencias Ambientales	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Investigación. Consolidado	Prevención de la contaminación Evaluación de contaminantes en sistemas ambientales tropicales Desarrollo de tecnologías para el tratamiento de contaminantes
Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental	Instituto Tecnológico de Toluca	Investigación. Consolidado	Prevención y control de la contaminación del agua Tratamiento de contaminantes y gestión ambiental Desarrollo de materiales, procesos fisicoquímicos y de oxidación para aplicación ambiental Estudio y aplicaciones ambientales de materiales
Maestría en Ciencias e Ingeniería Ambientales	Universidad Autónoma Metropolitana	Investigación. Consolidado	Protección y control ambiental Calidad y gestión ambiental

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ciencias Ambientales	Universidad Autónoma del Carmen	Investigación. Reciente Creación	Materiales y procesos para el medio ambiente Química ambiental
---	---------------------------------	----------------------------------	---

Asimismo, los PE internacionales analizados fueron seleccionados considerando aquellos ofertados en universidades clasificadas como las mejores del mundo en el área (top 200) según el QS World University Rankings. En la Tabla 2 se presenta un resumen de los resultados.

Tabla 2. Comparación de PE internacionales afines a la Maestría en Ingeniería Opción Ambiental reconocidos internacionalmente.

Programa	Institución. País	Temas de Investigación
Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental	Universidad Técnica de Múnich. Alemania	Ingeniería de aguas urbanas Gestión de recursos hídricos Ingeniería hidráulica Modelación y medición de flujos y transportes Eficiencia de los recursos en la planificación urbana Geotecnia ambiental Riesgos ambientales Planificación de la movilidad urbana sostenible
Maestría en Ingeniería Ambiental	Universidad Técnica de Dinamarca. Dinamarca	Informática ambiental Química ambiental Gestión ambiental Ingeniería de residuos Ingeniería de aguas urbanas Ingeniería de recursos hídricos
Maestría en Ingeniería Ambiental	Universidad de Johns Hopkins. Estados Unidos	Residuos sólidos municipales y peligrosos Tratamiento de agua y aguas residuales Riesgos para la salud pública y ambiental
Maestría en Ciencias en Ingeniería	Universidad de Leeds. Inglaterra	Suministro de agua potable Tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos

Ambiental y Gestión de Proyectos		
Maestría en Ingeniería Ambiental	Universidad Nacional de Colombia. Colombia	Saneamiento básico Residuos sólidos y peligrosos Calidad del aire Procesos sostenibles

En conclusión, todos los programas analizados tienen una estructura similar, con una duración de 2 años y titulación mediante la elaboración y defensa oral de un trabajo de tesis. Asimismo, los temas de investigación de los diferentes PE se encuentran en general alineados a las principales tendencias y problemáticas identificadas a nivel mundial y nacional, entre las que se incluyen: gestión del recurso hídrico, tratamiento de las aguas residuales, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos y peligrosos, restauración y conservación del medio ambiente. Por su parte, las Líneas de Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento (LGAIC) del presente PE son: tratamiento del agua, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos y peligrosos, y evaluación de la problemática ambiental. Por consiguiente, se puede concluir que el PE de la Maestría en Ingeniería Opción Ambiental aborda temas relacionados con las principales problemáticas identificadas a nivel mundial. Sin embargo, éste se distingue por ofrecer conocimiento experto relacionado con la resolución de problemas y desarrollo de la sociedad en el ámbito local y regional. Cabe destacar que el PE de la Maestría en Ingeniería Opción Ambiental es el único en el área con el nivel de “Consolidado” del PNPC en la Península de Yucatán. Por otro lado, al formar parte de un programa donde interactúan diferentes opciones terminales, el egresado obtiene las habilidades necesarias para desempeñarse exitosamente en un entorno multidisciplinario.

Ingeniería de la Construcción

En México, en la actualidad, se cuentan con alrededor de 14 programas de Maestría orientados a la Ingeniería de la Construcción, 11 de esos programas pertenecen al PNPC del CONACYT incluyendo el de la Universidad Autónoma de Yucatán (CONACYT, 2020). En el estado de Yucatán se ofertan tres PE orientados a la Construcción, la Universidad Marista cuenta con la Maestría en Administración de Empresas Constructoras, el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC) con la Maestría en Administración de la Construcción, ambas con un enfoque gerencial; mientras que la Universidad Autónoma de Yucatán oferta la Maestría en Ingeniería Opción Construcción siendo el único PE a nivel regional orientado a la investigación y reconocido por el PNPC con un nivel consolidado. En la Tabla 3 se muestran las características de 10 PE que pertenecen al PNPC.

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Tabla 3. Comparación de PE afines a la Maestría en Ingeniería Opción Construcción reconocidos en el PNPC.

Programa	Institución	Orientación y Nivel en el PNPC	Temas de Investigación
Maestría en Ciencias (Construcción)	Universidad Autónoma de Querétaro	Por investigación. Competencia Internacional	Nuevos Materiales para la Construcción Reciclaje de residuos industriales y el desarrollo de nuevos aglutinantes diferentes a los tradicionales Procesos Constructivos Evaluación, Reparación y Rehabilitación Estructural
Maestría en Ingeniería Civil	Universidad Nacional Autónoma de México	Por investigación. Consolidado	Gestión administrativa de la construcción Tecnología de la construcción Estructuras de acero y de concreto Ingeniería sísmica Puentes Análisis y diseño de cimentaciones, de obras para vías terrestres, de presas de tierra Aprovechamientos hidráulicos Ingeniería de costas y ríos Obras hidráulicas
Maestría en Ingeniería Civil	Instituto Politécnico Nacional	Profesionalizante Consolidado	Obras terreas y cimentaciones Aprovechamiento sustentable de los recursos hidráulicos marítimos y costeros Estudios urbanos y metropolitanos Mecánica aplicada al

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

			comportamiento de las estructuras Aprovechamiento sustentable de los recursos hidráulicos continentales Contaminación y degradación ambiental: aire, agua y suelo
Maestría en Ingeniería de la Construcción	Universidad Autónoma de Sinaloa	Profesionalizante En Desarrollo	Infraestructura Hidráulica Materiales de Construcción Estructuración de Obras
Maestría en Ingeniería Construcción	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Profesionalizante En Desarrollo	Métodos Constructivos para taludes Propiedades mecánicas para los materiales de la Construcción Metodologías para el análisis de Precios Unitarios
Maestría en Ingeniería Civil (Construcción)	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Profesionalizante En Desarrollo	Estructuras y Construcción Aplicaciones de las Ciencias de la Tierra a Proyectos de Infraestructura
Maestría en Construcción	Instituto Tecnológico de Chetumal	Profesionalizante En Desarrollo	Administración de la Construcción Tecnologías en la construcción (materiales y procesos alternativos) Construcción sustentable (materiales y procesos que reducen el impacto)

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería Civil	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Profesionalizante En Desarrollo	Administración de la Construcción Diseño de Estructuras Sustentabilidad en el Diseño y Construcción de Obras Civiles
Maestría en Ciencias de la Ingeniería, acentuación en Construcción	Universidad Autónoma de Coahuila	Profesionalizante En Desarrollo	Análisis de Materiales Riesgos en la Construcción Geotecnia e Hidráulica
Maestría en Ingeniería Acentuación en construcción y valuación	Universidad Autónoma de Sonora	Profesionalizante Reciente Creación	Gestión urbana Materiales de construcción y edificación sostenible

A nivel internacional, en las últimas décadas ha habido una gran evolución en los programas de posgrado en ingeniería de la construcción. Para esta propuesta se revisaron alrededor de 14 PE de ingeniería y administración de la construcción internacionales que ofertan universidades de distintos países (2 de Holanda, 4 de Reino Unido, 5 de Estados Unidos, 1 de Nueva Zelanda, 1 de Singapur y 1 de Chile), todos ellos con duración de dos años y tesis como requisito de egreso. En la Tabla 4 se muestra 1 PE de cada país.

Tabla 4. Comparación de PE internacionales afines a la Maestría en Ingeniería Opción Construcción reconocidos internacionalmente.

Programa	Institución. País	Temas de Investigación
Maestría en Administración de la Construcción e Ingeniería	Universidad Tecnológica de Delft. Holanda	BIM Ingeniería de procesos Ingeniería de negocios Tecnologías digitales en construcción
Maestría en Administración de Proyectos de	Instituto Técnico de Loughborough. Reino Unido	BIM Project Management Técnicas y procesos de construcción

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Construcción con BIM		Administración estratégica Personal y equipos de trabajo Legislación y administración de contratos
Maestría en Diseño y Construcción Sustentable	Universidad de Stanford. Estados Unidos	Edificación Energía y Atmósfera Procesos Constructivos Componente industrial
Maestría en Administración de la Construcción	Universidad de Canterbury. Nueva Zelanda	Administración de la construcción Procuración y administración de contratos
Maestría en Construcción	Pontificia Universidad Católica de Chile	Innovación de la construcción Gestión de proyectos Construcción Lean
Maestría Internacional en Administración de la Construcción	Universidad tecnológica de Nanyang. Singapur	Construcción y mercadotecnia internacional Tecnología de la información en la construcción Ingeniería de Valor Administración de la calidad

Los 28 PE nacionales e internacionales revisados se desarrollan principalmente alrededor de dos enfoques con diferentes proporciones: el gerencial y el tecnológico. En los planes nacionales, en el enfoque gerencial se incluyen temáticas referentes a evaluación de proyectos, administración de empresas constructoras, seguridad e higiene en las obras, ingeniería legal, entre otros; y en el enfoque tecnológico comprende tópicos de tecnología de materiales, diseño y construcción de estructuras de concreto, acero y cimentaciones, y construcción sustentable. Mientras que en los PE internacionales dentro del enfoque tecnológico resalta el uso de la Modelación de la Información para la Construcción (BIM por sus siglas en inglés), Construcción Lean, sustentabilidad, tecnología de materiales y seguridad e higiene; y dentro del enfoque gerencial resalta el análisis de riesgos, los aspectos legales y fiscales, la contabilidad y finanzas, la administración de proyectos y métodos integrados para la toma de decisiones. También se percibió que los programas líderes a nivel mundial se caracterizan por tener un estrecho vínculo con el sector productivo.

Un programa pionero de posgrado enfocado a la construcción fue la Maestría en Construcción de la Universidad Autónoma de Yucatán iniciado en el año de 1981, el cual es antecedente directo de la actual Opción en Construcción de la Maestría

en Ingeniería, objeto de este documento. A este programa se le puede considerar uno de los más antiguos del país; fue creado con el objetivo de “profesionalizar, elevar los estándares de productividad y lograr un avance tecnológico en la industria de la construcción a nivel regional”.

Este PE es el único a nivel regional enfocado a la investigación, donde las temáticas abordadas son relacionadas con tecnología de la construcción, administración de proyectos de construcción y desarrollo o adopción de tecnologías de información, destacando en esta última la Modelación de la Información para la Construcción (BIM por sus siglas en inglés). Estas temáticas son detectadas directamente en la industria de la construcción a través de la experiencia profesional de los académicos y estudiantes. En la mayoría de los proyectos de investigación los laboratorios para la recolección de datos son directamente el sitio de la obra o bien, la propia empresa constructora. Por todo lo anterior el egresado de esta opción obtiene las competencias que demanda actualmente la industria, lo que da como resultado alta empleabilidad.

Ingeniería en Energías Renovables

Entre los planes de estudio a nivel regional destacan la Universidad Marista que tiene un programa de Maestría en Energías Renovables que consta de 4 semestres y es de carácter profesionalizante. Su plan de estudios abarca, de manera general, los principales aspectos de las fuentes renovables de energía, principalmente solar y eólica. Adicionalmente, cuenta con cursos sobre administración, emprendimiento, toma de decisiones y ética profesional. El Instituto Tecnológico del Petróleo y la Energía tiene un programa de Maestría en Administración de Energías Renovables, de carácter profesionalizante que consta de 4 cuatrimestres.

La Tabla 5 muestra algunos planes de estudio en el área de Energías Renovables reconocidos en el PNPC. La maestría en Ingeniería de la UADY junto con el programa de Maestría en Ciencias en Energía Renovable del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) son los únicos programas en el estado que están reconocidos en el PNPC y están enfocados al área de energías renovables. Ambos programas son complementarios ya que el programa del CICY realiza investigación enfocada en los biocombustibles, la tecnología del hidrógeno y los sistemas híbridos mientras que el posgrado de la Facultad de Ingeniería está enfocado en las líneas de investigación de energía solar, energía eólica e integración de fuentes a la red eléctrica.

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Tabla 5. Comparación de PE afines a la Maestría en Ingeniería Opción Energías Renovables reconocidos en el PNPC.

Programa	Institución	Orientación y Nivel en el PNPC	Temas de Investigación
Maestría en Ciencias en Energía Renovable	Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	Investigación. Consolidado	Biocombustible Tecnología del Hidrógeno Sistemas Híbridos de Energía
Maestría en Ingeniería (Energía)	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Investigación. Consolidado	Diseño Bioclimático Fuentes Renovables Sistemas Energéticos
Maestría en ciencias de la energía con orientación en energía térmica y renovable.	Universidad Autónoma de Nuevo León.	Investigación. En desarrollo	Energía térmica Energía renovable
Maestría en Ciencias de la Energía	Universidad Autónoma de Querétaro	Investigación. En desarrollo	Sistemas de Transformación de Energías a partir de Fuentes Renovables
Maestría en Ciencias de la Sustentabilidad de los recursos naturales y energía.	CINVESTAV Unidad Saltillo	Investigación. En desarrollo	Materiales en Energía Sistemas Electroquímicos para Almacenamiento y Conversión de Energía Procesos Bioenergéticos
Maestría en Energía y Medio Ambiente	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa	Investigación. En desarrollo	Ingeniería en energía Remediación ambiental Ecología y medio ambiente Recursos hidrológicos
Maestría en Energías Renovables	Universidad Politécnica de Chiapas	Investigación. En desarrollo	Solar Eólica Biomasa

La Tabla 6 muestra algunos planes de estudio en el área de Energías Renovables reconocidos internacionalmente. Entre los principales programas en energías renovables impartidos por universidades internacionales ubicadas en los primeros lugares del Thomson University Rankings destacan el Master in Energy Science and Technology de la ETH de Zurich, el MSc Sustainable Energy Technology de La Universidad de Delft, el MSc in Energy Resources Engineering de la Universidad de Stanford y el Master of engineering leadership in clean energy engineering de la Universidad de British Columbia. Todos estos programas son orientados principalmente a la investigación, con una duración de dos años y un desarrollo de tesis para obtener el grado. En general los cursos de construcción de perfil están enfocados en las líneas de: electrónica de potencia, sistemas eléctricos de potencia, celdas solares y sistemas fotovoltaicos, energía eólica, eficiencia energética en edificios, control y optimización, economía de la sustentabilidad y economía en sistemas de energía. El currículum está compuesto cursos de especialidad, desarrollo de proyectos integradores, estadía en la industria y la defensa de una tesis.

Tabla 6. Comparación de PE internacionales afines a la Maestría en Ingeniería Opción Energías Renovables reconocidos internacionalmente.

Programa	Institución. País	Temas de Investigación
Master in Energy Science and Technology	ETH de Zurich. Suiza	Alta Tensión Ingeniería de Riesgos y Fiabilidad Control Automático Sistemas de Energía Urbanos Análisis de Sistemas de Energía
MSc Sustainable Energy Technology	Delft University of Technology. Holanda	Diseño de Turbinas Eólicas de Gran Escala Celdas Solares Redes Eléctricas con fuentes de potencia descentralizadas Almacenamiento de Hidrógeno Escenarios de Transición Energética
Master of Science in Energy Resources Engineering	Universidad de Stanford. Estados Unidos	Geotérmica Energía de bajas emisiones de carbono Modelado de fuentes naturales Petróleo y gas

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

**Master of
engineering
leadership in clean
energy engineering**

Universidad de
British Columbia.
Canadá

Energía de la Biomasa
Energía Solar
Energía Eólica
Hidroeléctrica de Pequeña
Generación

La opción energías renovables de la maestría en ingeniería plantea líneas de trabajo congruentes con las que presentan los programas con reconocimiento internacional. En particular la pertinencia regional y capacidad académica del programa favorecen el desarrollo de las líneas de investigación en energía solar, eólica y gestión energética en sistemas con fuentes renovables y convencionales. La estructura curricular de la opción le aporta al egresado las competencias para integrarse tanto a proyectos de generación de potencia a gran escala como proyectos residenciales e industriales, así como la versatilidad de realizar desarrollo tecnológico y emprendimiento en el ramo energético.

Ingeniería Estructural

Los programas de maestría reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT que están asociados a la Ingeniería Civil y, en particular, con la Ingeniería Estructural, están principalmente localizados en el centro del país. En la Tabla 7 se presentan las características de 5 programas reconocidos en el área de la Ingeniería Estructural que pertenecen al PNPC (CONACYT, 2020).

Tabla 7. Comparación de PE afines a la Maestría en Ingeniería Opción Estructuras reconocidos en el PNPC.

Programa	Institución	Orientación y Nivel en el PNPC	Temas de Investigación
Maestría en Ingeniería Civil	Universidad Nacional Autónoma de México	Investigación. Consolidado	Estructuras de acero Estructuras de concreto Ingeniería Sísmica Puentes
Maestría en Ingeniería Estructural	Universidad Autónoma Metropolitana	Investigación. Consolidado	Ingeniería Estructural Analítica y Experimental Ingeniería Sismoresistente y Sísmica

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

			Mecánica Computacional
Maestría en Ingeniería Civil	Instituto Politécnico Nacional	Profesional. Consolidado	Mecánica aplicada al comportamiento de las estructuras
Maestría en Ingeniería en el área de Estructuras	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Investigación. Consolidado	Caracterización de materiales avanzados de construcción. Resiliencia y diseño estructural sustentable ante fenómenos naturales Modelación analítica, control de vibraciones y medición experimental en estructuras
Maestría en Ciencias (Estructuras)	Universidad Autónoma de Querétaro	Investigación. Competencia Internacional	Modelación y Experimentación de Sistemas Físicos Sismicidad y Subsistencia en Suelos

Se puede observar que la mayoría de los programas son por investigación. Existe diversidad y amplitud de temas de investigación en el área de la Ingeniería Estructural. En el sureste del país no hay maestrías en Ingeniería Estructural, por lo que en el programa de la Universidad Autónoma de Yucatán se han formado estudiantes egresados de instituciones educativas de Quintana Roo, Campeche y Tabasco.

En el ámbito internacional son numerosos los programas educativos que tienen un amplio reconocimiento. En la Tabla 8 se presentan las características de 5 programas internacionales reconocidos en el área de la Ingeniería Estructural. Se seleccionaron dos programas de Estados Unidos, uno de Canadá, uno de Holanda y uno de España. Estos programas están ubicados en los primeros lugares en los rankings internacionales.

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Tabla 8. Comparación de PE internacionales afines a la Maestría en Ingeniería Opción Estructuras reconocidos internacionalmente.

Programa	Institución. País	Temas de Investigación
Maestría en Ciencias. Ingeniería Estructural, Mecánica y Materiales	Universidad de California en Berkeley. Estados Unidos	Análisis Estructural Diseño Estructural Mecánica de Estructuras y Sólidos Materiales de las Estructuras y la Construcción
Maestría en Ciencias. Ingeniería Estructural	Universidad de Texas en Austin. Estados Unidos	Edificaciones Puentes Estructuras costa afuera Instalaciones industriales de gran escala
Maestría en Ciencias Aplicadas en Ingeniería Civil. Ingeniería Estructural y Sísmica	Universidad de la Columbia Británica. Canadá	Estudios experimentales y analíticos en Ingeniería Sísmica Propiedades Mecánicas y confiabilidad de estructuras de concreto Comportamiento de estructuras de acero y concreto: estudios experimentales y análisis numérico
Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil	Universidad Tecnológica de Delft. Países Bajos	Ingeniería ferroviaria Estructuras de concreto Estructuras de acero y madera Edificaciones
Master universitario en Ingeniería Estructural y de la Construcción	Universidad Politécnica de Cataluña. España	Mecanismos resistentes de las estructuras, los materiales y los procesos constructivos. Durabilidad y tecnología de los materiales

En Estados Unidos y Canadá se ofrecen dos tipos de grados académicos: Maestría en Ingeniería y Maestría en Ciencias. El primero tiene un enfoque profesionalizante, en el que el estudiante cursa un mayor número de créditos y no realiza tesis. El segundo tiene un enfoque por investigación, en el que el estudiante cursa un menor número de créditos y realiza tesis. Los programas tienen una duración de dos años. En todos los programas se realiza una tesis o trabajo terminal. Se observa una gran diversidad y amplitud de temas de investigación en el

área de la Ingeniería Estructural. El programa de la FIUADY es por investigación, desarrollan trabajo de tesis, tiene una duración de dos años y desarrolla temas de investigación pertinentes para la industria de la construcción relacionados con estructuras de mampostería e ingeniería eólica a través de estudios experimentales y modelos analíticos y computacionales. Por lo anterior, se considera que el programa de la FIUADY tiene buenas prácticas similares a las de los programas mejor clasificados a nivel internacional.

Ingeniería en Materiales Funcionales

En el estado de Yucatán existe un programa de maestría en el área de Ciencia de Materiales en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) que tiene como línea de investigación el estudio de materiales poliméricos. En el sureste de la república se cuenta con 4 programas de maestría en el área de materiales que se encuentran en el nivel “en desarrollo”, según la categoría que asigna CONACYT para los posgrados en el Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Dos de estos programas se encuentran en la Universidad de Campeche: 1) la Maestría en Ingeniería de Materiales y Energía, 2) Maestría en Ciencias de la Preservación de Materiales, uno en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco: Maestría en Ciencias con Orientación en: Materiales, Nanociencias Y Química Orgánica, y por último en la Universidad de Ciencias y Arte de Chiapas: se encuentra la Maestría en Materiales y Sistemas Energéticos Renovables. En el país existen en total 28 programas de maestría en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales registrados en el PNPC, de ellos 4 son de competencia internacional y 5 consolidados (CONACYT, 2020). En la Tabla 9 se describen algunos de ellos.

Tabla 9. Comparación de PE afines a la Maestría en Ingeniería Opción Materiales Funcionales reconocidos en el PNPC.

Programa	Institución	Orientación y Nivel en el PNPC	Temas de Investigación
Maestría en Ciencias, Materiales Poliméricos	Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY	Investigación. Consolidado	Síntesis y Caracterización de Materiales Poliméricos
Maestría en Ciencias (en la especialidad de Ciencia de Materiales)	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Investigación. Consolidado	Materiales avanzados, aplicaciones y modelado Propiedades de los materiales

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Maestría en Nanociencias y Materiales	Instituto Potosino de Investigación Científica Y Tecnológica, A.C.	Investigación. Consolidado	Materiales compuestos y nanoestructurados Biomateriales y bionanotecnología Materiales magnéticos
Maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales	Universidad Nacional Autónoma de México	Investigación. Competencia internacional	Materiales cerámicos, metálicos, poliméricos, complejos y electrónicos
Maestría en Ciencias de Materiales	Centro de Investigación en Materiales Avanzados, CIMAV	Investigación. Competencia internacional	Materiales cerámicos, metálicos, poliméricos, compuestos y funcionales

En el ámbito internacional, los estudios de Ingeniería de Materiales están implementados desde hace varias décadas en todos los países económicamente desarrollados. En la Tabla 10 se mencionan algunos de los programas que se encuentran en los primeros lugares del QS Global World Ranking 2020 de programas de Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Tabla 10. Comparación de PE internacionales afines a la Maestría en Ingeniería Opción Materiales Funcionales reconocidos internacionalmente.

Programa	Institución. País	Temas de Investigación
Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Instituto Tecnológico de Massachusetts. Estados Unidos	Materiales electrónicos fotónicos y magnéticos Materiales estructurales Materiales para la energía Materiales moleculares y poliméricos Nanomateriales Materiales arqueológicos Ciencia de Materiales computacional
Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Universidad de California en Berkeley. Estados Unidos	Biomateriales Materiales estructurales avanzados Materiales electrónicos,

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

		magnéticos y ópticos Comportamiento químico y electroquímico de materiales Ciencia de Materiales computacional
Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Universidad Tecnológica de Nanyang. Singapur	Procesamiento, modelado y caracterización de materiales orgánicos e inorgánicos
Maestría en Ciencia de Materiales	Instituto Tecnológico ETH Zurich. Suiza	Metales, polímeros, cerámicas, materiales electrónicos, materiales blandos Biomateriales, nanomateriales, materiales multifuncionales
Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Universidad de Cambridge. Reino Unido	Metales, polímeros, cerámicas, materiales electrónicos, materiales blandos Biomateriales, nanomateriales, materiales multifuncionales

Nuestro programa al igual que la mayoría de los que existen nacional e internacionalmente desarrolla las áreas de simulación, diseño, procesamiento y caracterización de materiales. Las diferencias entre los programas radican en los tipos de materiales que estudian y sus áreas de aplicación. En la región del sureste no existe hasta el momento ningún programa con la temática de materiales funcionales que se encuentre en el nivel de consolidado.

Ingeniería en Mecatrónica

En México existen diez maestrías en Mecatrónica en el PNPC. De estas, nueve son en modalidad escolarizada y solo una es posgrado con la industria. También es importante señalar que, de las diez, seis son con orientación en investigación y cuatro con orientación profesional. También se incluyeron dos programas de maestría en Robótica uno de los cuales ya está consolidado. De todos los programas nacionales mencionados solo 2 están consolidados.

En el estado de Yucatán hay dos programas de Maestría afines, uno es la Maestría en Mecatrónica de la Universidad Modelo que no está en el PNPC y el otro es la maestría en Ingeniería del Instituto Tecnológico de Mérida (Tecnológico Nacional de México) con línea de generación del conocimiento en Mecatrónica que está en el PNPC en grado de desarrollo.

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Para llevar a cabo una comparación se incluyeron programas punteros por sus aportaciones y reconocimientos por sus investigaciones de vanguardia, en sociedades y gremios internacionales (p. ej. IEEE, ASME, IFAC). En la Tabla 11 se muestran los programas más relevantes.

Tabla 11. Comparación de PE afines a la Maestría en Ingeniería Opción Mecatrónica reconocidos en el PNPC.

Programa	Institución	Orientación y Nivel en el PNPC	Temas de Investigación
Maestría en Opto-mecatrónica	Centro De Investigaciones En Óptica, A.C., Guanajuato	Profesionalizante. Consolidado	Visión artificial, Metrología óptica, Energías, Sensores, Robótica y sistemas de control
Maestría En Mecatrónica	Universidad de Quintana Roo, Chetumal	Investigación. Reciente creación	Sistemas Mecatrónicos, Energías renovables (solar y eólica)
Maestría en Ingeniería Mecatrónica	Universidad Autónoma del Carmen, Campeche	Investigación. En desarrollo	Control de sistemas mecatrónicos, Sistemas autónomos no tripulados
Maestría en Ciencias (Mecatrónica)	Universidad Autónoma de Querétaro, San Juan del Río	Investigación. Consolidado	Mecatrónica, Visión artificial, Diseño Mecánico, Automatización y Control
Maestría Germano Mexicana en Mecatrónica	Centro de Ingeniería Y Desarrollo Industrial CIDESI, Querétaro y Aachen Alemania	Profesionalizante. En desarrollo	MEMS/Microtecnología, Robótica avanzada y sistemas móviles autónomos, Control avanzado de motores

A partir del análisis de programas nacionales reconocidos en el PNPC se puede identificar la pertinencia de la opción Mecatrónica debido a que las líneas de investigación son afines a las necesidades de la región y congruentes con el perfil de los trabajos realizados en la FIUADY. Adicionalmente, a nivel internacional

existen programas de calidad que desarrollan temáticas congruentes con los temas de la opción Mecatrónica. En la Tabla 12 se muestran los programas internacionales más relevantes.

Tabla 12. Comparación de PE internacionales afines a la Maestría en Ingeniería Opción Mecatrónica reconocidos internacionalmente.

Programa	Institución. País	Temas de Investigación
Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica	Universidad Nacional de Incheon. Korea del Sur	Diseño y Análisis de motores de imanes permanentes Diagnóstico y análisis de fallas Análisis y desmagnetización irreversible Diseño de máquinas eléctricas Electrónica de potencia
Maestría en Ciencias en Ingeniería en Robótica	Universidad de Pensilvania. Estados Unidos	Robótica General Automatización Detección y Percepción (GRASP) Sistemas de Control Inteligencia Artificial Aprendizaje Automático Aprendizaje en Robótica Visión Sistemas Híbridos Planificación de Movimiento Biomecánica
Maestría en Ciencias en Robótica, Sistemas y Control	Instituto Tecnológico ETH Zurich. Suiza	Diseño de Robots Ingeniería de Sistemas Modelado Físico y Simulación Optimización Percepción Realidad Virtual Navegación y Planificación de Rutas Computación Integrada y Distribuida Inteligencia Artificial
Maestría en Ciencias en Opto-Mecatrónica (Piloto)	Universidad Tecnológica de Delft. Países Bajos	Óptica y diseño de sistemas mecatrónicos Litografía para la producción de semiconductores

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

		Impresión de metales 3D Micro óptica Micro opto-electromecánica Elementos ópticos avanzados para sensores biológicos y químicos
Maestría en Ciencias en Mecatrónica	Instituto Tecnológico de Harbin. China	Precisión y Tecnología de Procesamiento Especial Método de Diseño Moderno Control y Automatización de Sistemas Electromecánicos Tecnología y Sistemas Robóticos Micro-tecnología y su aplicación

La opción Mecatrónica de la Maestría en Ingeniería es congruente con los programas nacionales e internacionales de reconocido prestigio para el diseño y desarrollo de tecnologías integradoras en automatización, sistemas de control, manufactura promoviendo las competencias para resolver problemas complejos de ingeniería en el nuevo enfoque de la industria 4.0, desarrollando nuevos productos, tecnologías y servicios mediante la investigación y el desarrollo tecnológico.

2.2.3.Referente profesional

La participación de los ingenieros y científicos en la fuerza laboral de los países desarrollados representa una componente muy importante para su desarrollo; aportando infraestructura, producción de bienes y servicios, capacidad de innovación, creación de nuevas empresas de base tecnológica, generación de empleo, preservación del medio ambiente y mejora de la calidad de vida de la población (AIM, 2013).

Con el objetivo de proporcionar información confiable y pertinente al PE de la Maestría en Ingeniería para apoyar la toma de decisiones y la planeación académica, se llevan a cabo regularmente estudios de seguimiento de egresados. A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos del último estudio, el cual fue realizado entre agosto y octubre de 2018 a un total de 90 participantes que egresaron entre 2010 y 2016 (UADY, 2018). En primer lugar, los egresados que trabajan actualmente representan el 87.8 % de los encuestados, de los cuales el 80.6 % declara trabajar en áreas relacionadas al Posgrado estudiado. Con relación a los sectores de ocupación, el 50 % trabaja en el sector privado, el 27.8 % en el sector público, el 8.3 % en empresas propias, el 2.8 % en organismos no gubernamentales y el 11.1 % en otros sectores. Por otro lado, el 24.4 % de los egresados realizó o se encuentra realizando estudios de doctorado. Finalmente,

cabe destacar que el 93.3 % del total de encuestados afirma recomendarían estudiar el PE de la Maestría en Ingeniería.

2.2.3.1. Mercado laboral para los egresados del PE de la Maestría en Ingeniería

Ingeniería Ambiental

La labor profesional de un Ingeniero Ambiental comprende actividades como: diagnóstico de problemas ambientales, implementación de tecnologías de prevención, mitigación y remediación de la contaminación, elaboración y análisis de estudios de impacto y riesgo ambiental, aplicación de la normatividad vigente y administración de proyectos ambientales, entre otras. Por su parte, un Maestro en Ingeniería Ambiental adquiere las competencias que le permiten ir más allá del diagnóstico y la implementación de tecnologías y, adicionalmente, ser capaz de optimizar, diseñar y desarrollar nuevos procesos y tecnologías orientadas a la solución de problemas ambientales, así como ocupar altos cargos de gestión en proyectos ambientales de diversa índole.

En específico, los egresados del PE de la Maestría 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 investigadores en instituciones públicas y privadas, y consultores ambientales generalmente a través de empresas propias (UADY, 2018).

Por otro lado, los Ingenieros Ambientales se agrupan tanto a nivel nacional como internacional en diversas asociaciones. A nivel nacional, destaca el Colegio de Ingenieros Ambientales de México (CINAM), fundado en 1996, con el objetivo de ofrecer soluciones a los sectores públicos y privados del país, mediante la realización de cursos y capacitaciones que orienten a actividades y políticas que propicien un crecimiento sustentable. A nivel internacional, se encuentra la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), cuya misión es promover la salud pública y la calidad de vida de los habitantes de las Américas, así como la protección y preservación ambiental. Dicha asociación cuenta con Capítulos representantes en 24 de los 35 países de América, siendo el correspondiente a México la Asociación Mexicana de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental (AMICA). Adicionalmente, la Asociación de Profesores de Ingeniería y Ciencias Ambientales (AEESP, por sus siglas en inglés) es una asociación reconocida internacionalmente, cuyo propósito es asistir a sus miembros en el desarrollo y la difusión de conocimiento relacionado con la ingeniería y ciencias ambientales.

Ingeniería de la Construcción

Los profesionales de la Ingeniería de la Construcción son esencialmente solucionadores de problemas en el campo de la creación de infraestructura que mejor se adapte a las demandas únicas de su entorno. Deben ser capaces de entender el ciclo de vida de los proyectos de infraestructura y poner en juego su singular perspectiva para resolver problemas técnicos y de recursos, con claridad e imaginación.

Un especialista en Ingeniería de la Construcción debe contar con una formación sólida en la gestión eficiente de proyectos y obras, con especial énfasis en los aspectos tecnológicos, constructivos, económicos, medioambientales y de desarrollo sostenible; deben tener la capacidad de planificar, dirigir, ejecutar y controlar los proyectos de construcción. A nivel posgrado, adicionalmente, deben tener la capacidad para generar nuevos conocimientos o soluciones a problemas no resueltos en relación con nuevos materiales, sistemas constructivos, productividad en campo, adaptación y uso de nuevas tecnologías, seguridad y salud, administración de riesgos, etc.

Los egresados de la Maestría en Ingeniería opción Construcción, se integran en la industria de la construcción en puestos, tanto técnicos como administrativos, en niveles gerenciales y de toma de decisiones, pero también cuentan con las competencias para la generación de conocimientos y enseñanza, que los habilita para integrarse a la academia o a continuar estudios de doctorado en el campo.

Los ingenieros en construcción en México se agrupan en asociaciones como la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), institución encargada de representar, apoyar y fortalecer a las empresas constructoras del país, por medio de la gestión, asesoría, capacitación, formación profesional e integración de nuevas tecnologías (CMIC, 2020); o en los Colegios de Ingenieros Civiles o de Arquitectos, que son sociedades de carácter gremial, teniendo la finalidad de ordenar el ejercicio de esas profesiones, la educación continua, la representación exclusiva de ellas y la defensa de los intereses profesionales de los colegiados.

A nivel internacional pueden pertenecer a la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE por sus siglas en inglés), la cual está dedicada al avance de la ciencia y la profesión de la ingeniería civil y al mejoramiento del bienestar humano a través de las actividades de sus miembros (ASCE, 2020). También al Instituto Americano del Concreto (ACI por sus siglas en inglés), que es la autoridad líder en el mundo para el desarrollo de estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al concreto reforzado. Otra oportunidad es la Asociación Americana de Administración de la Construcción (CMAA por sus siglas en inglés), cuya membresía ofrece mejorar el desarrollo profesional en el área, educación y capacitación, contactos con colegas, desarrollo de negocios y recursos profesionales. También se encuentran la Instituto Americano de Constructores (AIC

por sus siglas en inglés) que se dedica a la promoción del desarrollo profesional y reconocimiento a los profesionales de la administración de la construcción y el Instituto de la Industria de la Construcción (CII por sus siglas en inglés) que es un consorcio de empresarios, ingenieros, contratistas y proveedores de la industria de la construcción que procura el mejoramiento en cuanto a la efectividad y sustentabilidad del ciclo de vida de los proyectos capitales de construcción.

Ingeniería en Energías Renovables

El egresado de la opción energías renovables tiene un amplio campo laboral disponible ya que puede desempeñarse profesionalmente en el desarrollo de proyectos de sistemas de generación eléctrica por fuentes renovables en el sector público y privado, puede también realizar 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 su gran mayoría los egresados de la opción energías renovables se integran a empresas dedicadas a la distribución, instalación, operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos y empresas de uso eficiente de la energía; estas empresas se han multiplicado en recientes años como consecuencia de la creciente demanda por instalar sistemas fotovoltaicos. También existen en la región dos empresas que se dedican a la manufactura a gran escala de módulos fotovoltaicos (SolarSol y Perfect Home) y que han integrado egresados de la maestría en ingeniería en procesos de fabricación manuales y automáticos, así como en el control de calidad del producto final. Por otra parte, la formación que han recibido en las áreas de integración de las fuentes de energía renovables al sistema eléctrico nacional permite que puedan ser atractivos para realizar actividades operativas o de consultoría para el centro nacional de control de energía o empresas que participen en el mercado eléctrico mayorista. Finalmente, un alto porcentaje de egresados optan por continuar con su formación como investigadores al realizar estudios de doctorado y así incorporarse como docentes e investigadores en instituciones de educación superior.

Los profesionistas del área de energías renovables se afilian a sociedades científicas de reconocido prestigio. Destaca a nivel internacional la Power & Energy Society (IEEE PES), perteneciente al Institute of Electrical and Electronics Engineers y a nivel nacional la Asociación Nacional de Energía Solar la cual tiene más de 40 años de existencia. Estas sociedades promueven eventos para mantener actualizados a sus miembros en temas de redes eléctricas inteligentes, ciudades inteligentes, electrificación, potencia y energía, así como tecnologías de aprovechamiento del recurso solar mediante concentradores solares, integración a re de sistemas fotovoltaicos y arquitectura bioclimática.

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.

La formación de los Ingenieros Civiles ha evolucionado, desarrollando una tensión entre su formación en ciencias comunes para todas las ingenierías y las áreas de especialización (SEI, 2013). Esto es porque la formación en Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanidades, y Ciencias Económico-Administrativas es ahora aproximadamente el 50% de tiempo de la formación de un estudiante de ingeniería (CACEI, 2020). Esto ha conducido a que la impartición de cursos de especialidad en los Ingenieros Civiles se haya reducido y el egresado de un programa de Ingeniería Civil tenga solamente las competencias básicas para realizar diseños. Sin embargo, los retos en infraestructura actuales, tales como edificios altos, puentes, losas de grandes claros, entre otros, requiere de especialistas que cuenten con mayores competencias que las provistas en los programas de licenciatura, además de la experiencia que da el ejercicio de la práctica profesional. Por lo anterior, se puede observar que hay empresas y consultores dedicados a realizar proyectos de Ingeniería Estructural con personal con estudios de maestría en Ingeniería Estructural. Esto es porque en los estudios de maestría se amplía y profundiza en las competencias del análisis y diseño de las estructuras. Adicionalmente, en los estudios de maestría se cubren herramientas de análisis estructural especializado y temáticas relacionadas con el comportamiento de las estructuras que están fuera del alcance de los programas educativos de licenciatura.

Los Ingenieros Estructurales se agrupan en México en la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE 2020). Esta sociedad es reconocida por las empresas relacionadas con el área de diseño y construcción de estructuras, el Gobierno de la Ciudad de México, el Colegio de Ingenieros Civiles de México, otras sociedades de especialidades de la Ingeniería Civil, así como otras agrupaciones y organismos. En Estados Unidos, los Ingenieros Civiles están agrupados en la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE por sus siglas en inglés). Esta sociedad tiene como un área técnica importante a la Ingeniería Estructural y ha desarrollado su Instituto de Ingeniería Estructural (SEI por sus siglas en inglés) (ASCE, 2020).

Ingeniería en Materiales Funcionales

Los servicios profesionales que pueden prestar los egresados son:

- Producción de materiales, que agrupa actividades inherentes al ciclo completo, desde diseño, selección y optimización de materiales hasta su reutilización y reciclado.
- Control de materiales, se refiere a la caracterización y evaluación de materiales, control de calidad y predicción de durabilidad.
- Gestión y servicios relacionados con materiales, se refiere a la práctica de auditoría, consultoría o peritaje, gestión en empresas de producción y transformación de materiales, gestión en centros públicos.
- Investigación, desarrollo tecnológico y docencia

Los egresados de los programas de licenciatura asociados al área de materiales cuentan con los conocimientos básicos de materiales y sus propiedades. El plan de estudio del programa de Materiales Funcionales integra y profundiza los conocimientos adquiridos en la licenciatura enfocándose en aplicaciones donde es importante su respuesta óptica, eléctrica, magnética o térmica. Asimismo, los estudiantes egresados de programas de licenciatura afines como los de Física o Química, se podrán especializar en diseño y caracterización de materiales para aplicaciones específicas.

Los Ingenieros en Materiales se agrupan en sociedades científicas nacionales como la Sociedad Mexicana de Materiales, la Sociedad Mexicana de Ciencias, Superficies y Vacío, Sociedad Mexicana de Física. A nivel internacional, los especialistas en el área se suscriben a: Materials Research Society (MRS), USA, IEEE Photonic society, IEEE Magnetics Society y IEEE Electron Devices Society, entre otros.

Ingeniería en Mecatrónica

Los egresados con una maestría en Ingeniería Mecatrónica pueden desempeñarse como:

- Gerentes de proyectos estratégicos en industrias locales con algún grado de automatización.
- Jefes de mantenimiento de líneas de producción con alto grado de automatización.
- Gerentes de ingeniería en empresas con área de investigación y desarrollo.
- Directores generales en empresas tecnológicas con alto grado de complejidad.
- Líderes de ingenieros de producción en líneas de manufactura automatizadas.
- Gestión y servicios relacionados con automatización, robótica, internet de las cosas, industria 4.0, redes de sensores inalámbricos (WSN) y drones.

Los ingenieros en Mecatrónica ya cuentan con conocimientos básicos de las áreas de Electrónica, Instrumentación y Control, Mecánica Industrial, Manufactura y Automatización. Con la Maestría en Ingeniería opción Mecatrónica los ingenieros ahondan 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 predominaran durante la cuarta transformación industrial. Igualmente, los ingenieros de áreas afines como Electrónica, Mecánica y Sistemas Computacionales podrán aplicar sus conocimientos a las áreas de la Automatización y especializarse en estas tecnologías disruptivas.

2.2.3.2. Conocimientos, habilidades y actitudes que demanda el mercado laboral

La ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education, por sus siglas en inglés) ha establecido ocho áreas para describir los resultados de un programa educativo. Estos resultados corresponden a conocimientos, destrezas y competencias que deben poder demostrar los egresados de un programa de maestría en ingeniería. A continuación, se describen los resultados para cada una de las ocho áreas (ENAEE, 2015).

- Conocimiento y comprensión. Los egresados cuentan con:
 - comprensión y conocimientos matemáticos y de otras ciencias profundas que subyacen en cualquier especialización en ingeniería, al nivel que fuese necesario para alcanzar el resto de los resultados.
 - comprensión y conocimientos profundos con respecto a las disciplinas de ingeniería que subyacen en cualquier especialización en ingeniería, al nivel que fuese necesario para alcanzar el resto de los resultados;
 - conciencia crítica de la vanguardia de su especialización;
 - conciencia crítica de un contexto multidisciplinar amplio del campo de la ingeniería y conocimiento de cuestiones tangenciales relativas a distintos campos.
- Análisis en Ingeniería. Los egresados cuentan con:
 - las destrezas necesarias para analizar productos, procesos y sistemas de ingeniería complejos y novedosos dentro de contextos multidisciplinarios o más amplios; para seleccionar y aplicar los métodos analíticos, computacionales y experimentales nuevos e innovadores más apropiados; para interpretar de forma crítica los resultados de dichos análisis;
 - las destrezas necesarias para conceptualizar productos, procesos y sistemas de ingeniería;
 - las destrezas necesarias para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos y desconocidos que no estén definidos por completo, cuenten con especificaciones contradictorias e incluyan consideraciones ajenas a su ámbito de su especialidad, así como limitaciones no técnicas (sociales, sanitarias, de seguridad, medioambientales, económicas e

- industriales); para seleccionar y aplicar los mejores métodos analíticos, computacionales y experimentales o métodos nuevos e innovadores a la resolución de problemas;
- las destrezas necesarias para identificar, formular y resolver problemas complejos en áreas nuevas y emergentes de su campo de especialización.
 - **Diseño en Ingeniería.** Los egresados cuentan con:
 - las destrezas necesarias para diseñar productos (dispositivos, artefactos, etc.). procesos y sistemas complejos y novedosos con especificaciones incompletas y/o contradictorias que exijan la integración de conocimientos de distintos campos, así como limitaciones no técnicas (sociales, sanitarias, de seguridad, medioambientales, económicas e industriales); para seleccionar y aplicar las metodologías de diseño más convenientes o para utilizar su creatividad a la hora de desarrollar metodologías de diseño novedosas y originales.
 - las destrezas necesarias para realizar diseños aplicando conocimientos de vanguardia de sus campos de especialización en ingeniería.
 - **Investigación.** Los egresados cuentan con:
 - las destrezas necesarias para identificar, ubicar y obtener los datos necesarios;
 - las destrezas necesarias para realizar búsquedas bibliográficas, consultar y utilizar críticamente bases de datos y otros recursos de información para llevar a cabo simulaciones con los que realizar investigaciones exhaustivas de cuestiones técnicas complejas;
 - las destrezas necesarias para consultar y aplicar códigos de normativas de seguridad y prácticas;
 - destrezas avanzadas de laboratorio/taller, así como la capacidad de diseñar y llevar a cabo investigaciones experimentales, evaluar datos de forma crítica y extraer conclusiones;
 - las destrezas necesarias para investigar la aplicación de tecnologías emergentes en la vanguardia de su especialización en ingeniería.
 - **Práctica de la Ingeniería.** Los egresados cuentan con:
 - la comprensión global necesaria de técnicas y métodos de análisis, diseño e investigación y sus limitaciones correspondientes;
 - destrezas prácticas, incluyendo el uso de herramientas informáticas, para la resolución de problemas complejos, realizar diseños de ingeniería complejos, así como diseñar y llevar a cabo investigaciones complejas;
 - la comprensión global necesaria de materiales, equipamiento y herramientas, tecnologías y procesos de ingeniería y sus respectivas limitaciones correspondientes;
 - las destrezas necesarias para aplicar las normas de la práctica de la ingeniería;

- los conocimientos y comprensión necesarios relativos a las implicaciones no técnicas (sociales, sanitarias, de seguridad, medioambientales, económicas e industriales) de la práctica de la ingeniería;
- los conocimientos críticos necesarios relativos a cuestiones económicas, organizativos de gestión (como gestión de proyectos o gestión el riesgo y del cambio).
- Elaboración de juicios. Los egresados cuentan con:
 - las destrezas necesarias para integrar conocimientos y gestionar complejidad para formular juicios con información incompleta o limitada que incluya reflexiones relativas a cuestiones técnicas y sociales asociadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios;
 - las destrezas necesarias para gestionar actividades técnicas o profesionales complejas o proyectos que exijan nuevos enfoques estratégicos, asumiendo la responsabilidad de tales decisiones.
- Comunicación y trabajo en equipo. Los egresados cuentan con:
 - las destrezas necesarias para comunicar sus conclusiones de forma clara y efectiva, así como los conocimientos y los razonamientos que la sustentan a audiencias especializadas y no especializadas en contextos nacionales e internacionales;
 - las destrezas necesarias para operar de forma efectiva en contextos nacionales e internacionales como miembro o líder de un equipo compuesto por miembros de distintas disciplinas y niveles, con posibilidad de utilizar herramientas de comunicación virtuales.
- Formación Continua. Los egresados cuentan con:
 - las destrezas necesarias para formarse permanentemente;
 - las destrezas necesarias para formarse de forma autónoma

El estudio de pertinencia social de la Maestría en Ingeniería realizado por el Departamento de Innovación e Investigación Educativa (UADY 2020) señala que en la construcción del perfil de egreso se requieren las siguientes actitudes: cortesía y buenos modales, creatividad, empatía, emprendimiento, iniciativa, innovación, proactividad y superación constante. Adicionalmente, los siguientes valores: honestidad, ética, transparencia, profesionalismo, responsabilidad y respeto. Finalmente, el egresado debe contar con las siguientes habilidades: comunicación oral y escrita, coordinación de grupos de trabajo, habilidades de investigación, habilidades directivas, habilidades socioemocionales, liderazgo, trabajo en equipo inter y multidisciplinario, trabajo en laboratorio, uso de las TIC, entre otras.

2.2.4. 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 de estudiantes 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

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.

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 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 sus estudiantes, 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 a los estudiantes 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.

2.3. Resultados de la evaluación interna y externa del programa educativo

Como parte de los procesos de acreditación y mejora continua, el Programa de la Maestría en Ingeniería se somete periódicamente a procesos de evaluación tanto interna como externa, fundamentales para el desarrollo de este. A continuación, se describen los mecanismos y resultados de las evaluaciones más recientes.

2.3.1. Evaluación interna

La evaluación interna del Programa de la Maestría en Ingeniería se realiza dentro del marco del Programa Institucional de Evaluación de Posgrados (PIEP) de la UADY, cuyo objetivo es promover una reflexión y análisis cualitativo y cuantitativo sobre el estado del programa, con el fin último de inferir una serie de conclusiones acerca de su funcionamiento y cumplimiento de indicadores y estándares de calidad. La evaluación más reciente se llevó a cabo en el periodo diciembre 2020 – mayo 2021 (UADY, 2021a). Los principales hallazgos obtenidos se describen a continuación.

Plan de Estudios

El plan de estudios de la Maestría en Ingeniería ha alcanzado su consolidación a lo largo de más de cuatro décadas de experiencia. El plan de estudios vigente cuenta con 4 salidas terminales: Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras; sustentadas en 7 Cuerpos Académicos: Ingeniería Ambiental, Ingeniería de la Construcción, Energías Renovables y Sustentabilidad Energética, Estructuras y Materiales, Hidráulica e Hidrología, Mecatrónica, e Ingeniería Física. Como se fundamenta en la sección II, respondiendo a las tendencias de la ingeniería y necesidades de la sociedad, actualmente se identifica la necesidad de incorporar dos salidas terminales a dicho plan: Mecatrónica y Materiales Funcionales. Por otro lado, las salidas terminales del plan de estudios se encuentran alineadas a los perfiles de los programas de licenciatura de la FIUADY.

El plan de estudios vigente tiene una duración de dos años y su estructura garantiza que los estudiantes obtengan los conocimientos necesarios y sean capaces de desarrollar un proyecto de investigación original e innovador de principio a fin de forma estructurada, mientras se rigen bajo los preceptos de sustentabilidad, ética y compromiso social que sustenta la UADY. Asimismo, el plan de estudios es flexible, lo que se logra en virtud de que las asignaturas, exceptuando las obligatorias del tronco común (relacionadas con la investigación), no tienen seriación entre ellas, lo que permite al alumno adecuar más del 70% de los créditos a sus necesidades de formación. De igual forma, se considera la movilidad

académica de los estudiantes al permitir que, del total de créditos, un 25% de ellos puedan ser llevados en otras instituciones. Sin embargo, el plan de estudios vigente aún no se ha incorporado al MEFI de la UADY, por lo que se reconoce la necesidad de llevar a cabo su actualización al modelo más reciente MEFI 2021 (UADY, 2021).

Estudiantes

La demanda de los aspirantes a ingresar es superior a la capacidad del programa, lo cual permite aplicar un proceso riguroso de selección. En la Tabla 13 se presenta el origen (local, nacional o internacional) de los aspirantes inscritos al proceso de selección para los últimos 6 años (2016 al 2021). De éstos, entre el 0% y 4.5% corresponden a aspirantes de origen internacional, del 14% al 29% de origen nacional y del 67% al 83% de origen local. Por consiguiente, se reconoce como oportunidad de mejora el incrementar el número de aspirantes de origen internacional. El proceso de selección a la maestría en Ingeniería es una actividad sistemática, clara, transparente, veraz, que cuenta con las herramientas probadas anualmente. El proceso cumple con 5 mecanismos de evaluación que establece CONACYT.

Tabla 13. Aspirantes a la Maestría en Ingeniería del 2016 al 2021.

Aspirantes	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Internacionales	3	2	2	0	1	2
Nacionales	15	15	17	10	5	13
Locales (Yucatán)	48	47	45	40	29	30
Total	66	64	64	50	35	45

En la Tabla 14 se presenta la eficiencia terminal de la Maestría en Ingeniería para las cuatro opciones terminales y el programa. La eficiencia terminal es la relación entre los graduados, considerando 3 años (2 años del programa más 12 meses), y los que ingresaron. Se presenta el promedio considerando los graduados de los últimos 10 y 5 años. Se observa que ambos valores son aproximadamente 68%. Este valor es bueno, ya que es superior al 60% que solicita el CONACYT para programas consolidados y cercano al 70% requerido para programas de competencia internacional. Se reconoce como oportunidad de mejora el llevar a cabo acciones para incrementar la eficiencia terminal de la opción en Construcción. Por otra parte, se ha observado que la deserción al programa es cercana a cero. La buena efectividad del programa es consecuencia del seguimiento que se le da al estudiante a través de la tutoría, la dirección de tesis, el Comité Tutorial (Comité de

Tesis) y las actividades de los Talleres de Investigación; a lo anterior se debe sumar un proceso de selección riguroso. Se considera que se puede mejorar la eficiencia terminal si se involucra al estudiante en un tema de investigación desde la segunda parte del primer semestre.

Tabla 14. Eficiencia terminal de la Maestría en Ingeniería.

Inicio de generación	Ambiental	Construcción	Energías Renovables	Estructuras	Total Maestría
2009	37.5%	44.4%		40.0%	40.0%
2010	81.8%	66.7%		100.0%	78.9%
2011	100.0%	80.0%	62.5%	50.0%	81.5%
2012	66.7%	42.9%	66.7%	100.0%	65.5%
2013	75.0%	75.0%	85.7%	100.0%	81.3%
2014	62.5%	50.0%	80.0%	71.4%	65.7%
2015	100.0%	36.4%	100.0%	100.0%	76.7%
2016	55.6%	22.2%	81.8%	100.0%	59.4%
2017	80.0%	33.3%	66.7%	87.5%	68.0%
2018	40.0%	42.9%	85.7%	100.0%	69.2%
PROM.10	69.9%	49.4%	78.6%	84.9%	68.6%
PROM. 5	67.6%	37.0%	82.8%	91.8%	67.8%

Finalmente, los estudios de seguimiento de egresados indican que el 91% se encuentra laborando y de ellos el 88% tiene un trabajo relacionado con su posgrado. El 90% de los egresados está satisfecho con su formación y el 93% recomendaría estudiar la maestría.

Planta Académica

La planta académica que conforman el programa de Maestría en Ingeniería vigente con cuatro opciones terminales (Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras) es considerada apropiada tanto en grado académico, como en experiencia docente y de investigación. Ésta está conformada por 35 profesores, 12 del núcleo académico o tiempo completo (PTC) y 23 de tiempo parcial (PTP). En general, la relación estudiante/tutor y estudiante/director de tesis es adecuada. El mayor número de profesores está asociado a la opción en Energías Renovables. Estos profesores se reorganizarán para integrar dos opciones adicionales: Mecatrónica y Materiales Funcionales. A continuación, se presenta un análisis de la planta académica considerando seis opciones terminales del programa: Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales y Mecatrónica.

En las Tablas 15 y 16 se presenta el listado de los profesores del programa de Maestría en Ingeniería de tiempo completo y de tiempo parcial, respectivamente. En dichas tablas se indica el grado de estudios y la institución donde se obtuvo, si cuentan con perfil deseable del PRODEP, cuál es su nivel en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el cuerpo académico al que pertenece y su línea de investigación.

En la Tabla 15 se observa que se cuenta con 3 profesores de tiempo completo por cada línea de investigación. El 89% de los profesores tiene doctorado, 89% obtuvo su grado máximo en una institución diferente a la UADY y 39% obtuvo su grado máximo en una institución del extranjero. El 100% de los profesores tiene el perfil deseable del PRODEP y el 83% es miembro del SNI. En particular, el 61% cuenta con el nivel I del SNI y el 16.7% con el nivel II. Se reconoce como oportunidad de mejora el incrementar el número de profesores con nivel II del SNI. Asimismo, la formación académica y las líneas de investigación de los profesores están en correspondencia con cada una de las opciones del posgrado. Los cuerpos académicos consolidados que dan soporte al programa son: Ingeniería Ambiental (UADY-CA-23), Estructuras y Materiales (UADY-CA-26), Ingeniería Física (UADY-CA-27), Mecatrónica (UADY-CA-84) y Energías Renovables y Sustentabilidad Energética (UADY-CA-119). Los cuerpos académicos en consolidación que dan soporte al programa son: Ingeniería de la Construcción (UADY-CA-21) e Hidráulica e Hidrología (UADY-CA-24). En la Tabla 16 se observa que se cuenta con profesores con Doctorado, perfil deseable del PRODEP, S.N.I. y pertenecientes a cuerpos académicos consolidados o en consolidación, que participan de manera parcial en el programa. Se concluye que la planta académica es suficiente y de alta calidad para ofrecer una formación integral a los estudiantes de la Maestría en Ingeniería.

Tabla 15. Núcleo académico de tiempo completo.

Nombre	Grado de estudios	Posgrado obtenido en	Perfil PRODEP	SNI	Cuerpo académico	Línea de Investigación
Germán Giácoman Vallejos	Doctorado	Universidad de Bremen, Alemania	Si	I	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental
Roger Iván Méndez Novelo	Doctorado	Instituto Tecnológico de Mérida	Si	I	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental
María del Carmen Ponce Caballero	Doctorado	Universidad de Borgoña- Dijon, Francia	Si	I	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental
Gilberto Abenamar Corona Suárez	Doctorado	Universidad de Alberta, Canadá	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

José Antonio González Fajardo	Maestría	Universidad de California en Berkeley, EUA	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción
Romel Gilberto Solís Carcaño	Maestría	Universidad Autónoma de Yucatán	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción
Bassam Ali	Doctorado	Universidad Nacional Autónoma de México	Si	I	Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables
Mauricio Alberto Escalante Soberanis	Doctorado	Universidad de la Columbia Británica, Canadá	Si	I	Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables
Manuel Israel Flota Bañuelos	Doctorado	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Si	I	Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables
Luis Enrique Fernández Baqueiro	Doctorado	Universidad Nacional Autónoma de México	Si	I	Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los materiales
Joel Alberto Moreno Herrera	Doctorado	Universidad Autónoma de Yucatán	Si	I	Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los materiales
Jorge Luis Varela Rivera	Doctorado	Universidad de Texas en Austin, EUA	Si	I	Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los materiales
Milenis Acosta Díaz	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	II	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Inés Margarita Riech Méndez	Doctorado	Universidad de la Habana, Cuba	Si	II	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Jorge Alejandro Tapia González	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	II	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Alejandro Arturo	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios	Si	I	Mecatrónica	Mecatrónica

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Castillo Atoche		Avanzados, IPN Unidad Guadalajara				
Renán Gabriel Quijano Cetina	Doctorado	Universidad de Strathclyde, Reino Unido	Si		Mecatrónica	Mecatrónica
Luis Josué Ricalde Castellanos	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Guadalajara	Si	I	Mecatrónica	Mecatrónica

Tabla 16. Núcleo académico de tiempo parcial.

Nombre	Grado de estudios	Posgrado obtenido en	Perfil PRODEP	SNI	Cuerpo académico	Línea de Investigación
Roger Amilcar González Herrera	Doctorado	Universidad Nacional Autónoma de México	Si	I	Hidráulica e Hidrología	Ingeniería Ambiental
Carlos Alberto Quintal Franco	Doctorado	Universidad de Leeds, Inglaterra	Si	I	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental
Marisela Ixchel Vega De Lille	Doctorado	Universidad de Friedrich-Alexander de Erlangen-Núremberg, Alemania	Si		Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental
Sergio Omar Álvarez Romero	Doctorado	Instituto Politécnico de Worcester, EUA	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción
Selene Aimée Audeves Pérez	Maestría	Universidad Autónoma de Yucatán	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción
Jesús Nicolás Zaragoza Grifé	Maestría	Universidad Autónoma de Yucatán	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción
Liliana San Pedro Cedillo	Doctorado	Universidad Autónoma de Yucatán		C	Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

María Milagrosa Pérez Sánchez	Doctorado	Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas, Lyon, Francia	Si		Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables
Ignacio Vicente Pérez Quintana	Doctorado	Universidad de Modena, Italia	Si	I	Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables
Eduardo Ernesto Ordóñez López	Maestría	Universidad Nacional Autónoma de México	Si		Energías Renovables y Sustentabilidad Energética	Energías Renovables
Mauricio Gamboa Marrufo	Doctorado	Universidad de Oxford, Inglaterra	Si		Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los materiales
Osvaldo Carvente Muñoz	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	I	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Rubén Arturo Medina Esquivel	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	I	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
José Ángel Méndez Gamboa	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	I	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Francisco Ramón Peñuñuri Anguiano	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	I	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Miguel Ángel Zambrano Arjona	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	I	Ingeniería Física	Materiales Funcionales
Jaime Francisco Avilés Viñas	Doctorado	Centro de Investigación y Estudios Avanzados,	Si	I	Mecatrónica	Mecatrónica

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

		IPN Unidad Saltillo				
Ricardo Javier Peón Escalante	Maestría	Universidad Nacional Autónoma de México	Si		Mecatrónica	Mecatrónica

Infraestructura

La Facultad de Ingeniería cuenta con una infraestructura suficiente y adecuada para el sustento del programa de la Maestría en Ingeniería. Se cuenta con cinco aulas, con una capacidad de una para 40 alumnos, dos para 20 alumnos y dos para 10 alumnos. Todas cuentan con aire acondicionado, video proyector, pantalla, tomas de corriente para computadoras portátiles y acceso a Internet inalámbrico. Adicionalmente, se cuenta con una sala audiovisual para usos múltiples, en ella se llevan a cabo los Seminarios de Investigación, así como los exámenes de grado y eventos académicos de carácter local, nacional e internacional. Además, se dispone de otras dos salas audiovisuales y un aula magna, compartidas con los otros programas educativos de la Facultad. Todos los profesores cuentan con cubículos individuales con mobiliario, equipo de cómputo y acceso a Internet alámbrico e inalámbrico, lo que les permite desarrollar de manera adecuada sus actividades académicas. De igual forma, los alumnos disponen de cubículos para desarrollar sus actividades académicas. Se cuenta además con un centro de cómputo exclusivo para los alumnos de posgrado con computadoras con acceso a Internet, impresoras, plotter, escáner, y software especializado. Por otro lado, la amplia biblioteca del Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías proporciona servicio a los estudiantes del posgrado. Finalmente, para el óptimo desarrollo de las actividades docentes y de investigación se cuenta asimismo con los siguientes laboratorios operando en condiciones de seguridad:

- Laboratorio de Ingeniería Ambiental, que incluye las áreas para modelos físicos, análisis fisicoquímicos, análisis instrumental, microbiología, y térmica; así como el área de Hidráulica e Hidrología.
- Laboratorio de Construcción, en el que se desarrollan aplicaciones computacionales para la modelación de la construcción y de sistemas de posicionamiento geográfico.
- Laboratorio de Energías renovables, que incluye las áreas de Instrumentación y Control, Circuitos Eléctricos, Electricidad y Magnetismo, Control Industrial, Energías Eólica y Fotovoltaica. Además, cuenta con un sistema de caracterización de dispositivos fotovoltaicos, estaciones de evaluación de potencial solar/eólico, planta de generación eólica de 20 kW, planta de generación fotovoltaica de 22 kW (parte de un sistema híbrido de generación de energía), y un banco de inversores para conexión a red.

- Laboratorio de Estructuras y Materiales, que incluye las áreas de concreto, área de construcción y pruebas de durabilidad, área de ensaye de elementos y sistemas estructurales, máquina universal, entre otros. Adicionalmente, cuenta con un túnel de viento.
- Laboratorio de Mecatrónica, que incluye las áreas de Sistemas Digitales, Instrumentación y Control, Circuitos Eléctricos, Sistemas Embebidos, Electrónica de potencia y Visión por computadora. Además, se cuenta con impresora 3D y CNC para fabricación de placas de circuitos electrónicos impresos.
- Laboratorio de Materiales Funcionales, que incluye sistemas de crecimiento de materiales por técnicas físicas y químicas, sistemas de caracterización de propiedades ópticas, eléctricas, morfológicas y de transporte electrónico. Adicionalmente se cuenta con un clúster de computadoras para el área de simulación.

Financiamiento

Los recursos requeridos para la operación del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería se gestionan a través de diversos mecanismos. Se cuenta para tal propósito con los recursos ordinarios, provenientes de los subsidios federal y estatal, con recursos propios y con recursos extraordinarios y concursables.

Los gastos anuales que ocasionan la planta académica y la operación de la infraestructura son cubiertos mediante los recursos ordinarios, considerados en el presupuesto anual de ingresos y egresos de la Universidad. Cabe mencionar que, tanto la planta académica como la infraestructura, no son exclusivas del presente plan de estudios, ya que son compartidos por otros programas educativos de la Facultad de Ingeniería.

La generación de ingresos propios se obtiene a través de diversas acciones, algunas de las cuales son: pruebas realizadas en los diversos laboratorios, trabajos de consultoría y asesoría realizados por los cuerpos académicos y cuotas de inscripción a los diferentes programas educativos. Estos recursos son utilizados principalmente para mantenimiento de equipo de laboratorio, adquisición de equipo menor de laboratorio y de materiales para pruebas y experimentos.

Los integrantes de los cuerpos académicos que apoyan el plan de estudios tienen como una de sus principales actividades la búsqueda de fondos externos para apoyar diversas acciones del programa y complementar los gastos de operación. En particular, los académicos que dirigen tesis dentro del programa han sido exitosos en conseguir fondos para investigación que se emplean principalmente en el financiamiento de los gastos que requieren las tesis, asistencia a eventos académicos, adquisición y mantenimiento de equipo científico y movilidad de profesores y alumnos. En el período del 2017-2021 se consiguieron

recursos de las siguientes fuentes: CONACYT (Fondos Sectoriales, Ciencia Básica, FONCICYT), SEP-PRODEP, SEDUMA, LENERSE, entidades municipales, sector empresarial.

En conclusión, se cuenta con los recursos financieros suficientes para la correcta operación del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería. Sin embargo, se reconoce la necesidad de incrementar los recursos para atender los requerimientos de mantenimiento y renovación del equipamiento de los laboratorios.

2.3.2. Evaluación externa

Como se mencionó anteriormente, el programa de la Maestría en Ingeniería se somete adicionalmente de forma periódica a procesos de evaluación por parte de agentes externos. Actualmente, el programa cuenta con la acreditación de dos de estos agentes: el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT y el Premio a la Calidad de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP). A continuación, se describen los principales resultados de las últimas acreditaciones obtenidas.

2.3.2.1. CONACYT

El PNPC se creó en 1991 y forma parte de la política pública de fomento a la calidad del posgrado nacional del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El PNPC reconoce la calidad y pertinencia social y científica de los programas de posgrado mediante rigurosos procesos de evaluación por pares académicos, y se otorga a los programas que muestran haber cumplido los más altos estándares de calidad y pertinencia.

El nivel otorgado por el PNPC puede ser: Competencia internacional, Consolidado, en Desarrollo y de Reciente Creación. En particular, el modelo de evaluación del PNPC es de carácter cualitativo-cuantitativo y valora el cumplimiento de estándares de pertinencia y calidad donde evalúa: el compromiso institucional, las categorías y criterios del modelo (estructura y personal académico, estudiantes, resultados y vinculación) y el plan de mejora del programa. Los rasgos de los programas de investigación que son evaluados son: proceso de selección de estudiantes, perfil de egreso, plan de estudios, movilidad, núcleo académico, dirección de tesis, calidad y pertinencia de la tesis, productividad académica del programa, redes de egresados.

De acuerdo con el reporte de 2020, existen 1320 programas de maestría registrados en el PNPC, de los cuales 864 son de orientación a la investigación. Con nivel consolidado se tienen 374 programas y 136 en competencia internacional. La Maestría en Ingeniería cuenta con el reconocimiento de Consolidado desde el 2011.

En el 2016 el PE de la maestría en Ingeniería fue evaluado por el CONACYT para su vigencia en el PNPC como programa consolidado. Como resultado de la evaluación, en general, se cumplieron los principales aspectos a evaluar, tales como compromiso institucional, estructura y personal académico, núcleo académico básico, estudiantes, infraestructura del programa y resultados y vinculación considerando en todos los ámbitos que las recomendaciones formuladas en la última evaluación fueron atendidas.

Los criterios evaluados que no se cumplieron fueron el “índice estudiante / profesor”, el rubro de “comunicación constante con sus egresados y organiza actividades académicas con ellos”, el criterio de “instrumentos, criterios, y procedimientos de evaluación de los estudiantes son transparentes y se aplican de manera coherente con lo establecido en el plan de estudios” y finalmente el criterio de “presupuesto destinado a vinculación”. Todas las recomendaciones han sido atendidas, la primera mediante la graduación de estudiantes que tenían pendiente su examen de grado con lo que se ha logrado tener un índice aceptable, la segunda con la implementación de un programa de seguimiento de egresados y empleadores, la tercera mediante las evidencias de los instrumentos, criterios, y procedimientos de evaluación que están declaradas en las actas de los talleres de investigación y las evidencias de los métodos de evaluación y, finalmente, la cuarta, como parte de los recursos del Programa Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE), se encuentra un presupuesto asignado específicamente a vinculación.

A continuación, se presentan los comentarios que surgieron a partir de esta recomendación externa:

- Mostrar evidencias de los instrumentos, criterios y procedimientos de evaluación de estudiantes.
- Efectuar la actualización al plan de estudios de acuerdo con lo programado.
- Mostrar evidencia de que existe una comunicación permanente con los egresados.
- Revisar el índice estudiante/profesor-tutor, para cumplir con lo especificado en el anexo A, principalmente entre las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) de ingeniería ambiental.
- Mostrar evidencia del presupuesto que se asigna a la vinculación.
- Presentar información que muestre una adecuada movilidad de los PTC.
- Enriquecer su plan de mejora con más estrategias que le permitan transitar a un nivel superior.

En 2021 el PE de maestría en ingeniería fue evaluado nuevamente por el CONACYT y mantiene su vigencia por cinco años más en el PNPC como un programa consolidado. En términos generales, la evaluación de las categorías: Contexto y responsabilidad social de la institución; Estructura e infraestructura; Proceso académico; Pertinencia; Relevancia de los resultados; resultó altamente satisfactoria. Adicionalmente, se atendieron, en su mayoría, las recomendaciones

de la evaluación 2016. En particular, la comunicación efectiva con las personas egresadas se da por medio de https://www.ingenieria.uady.mx/posgrado_maestria_fi.php y la página de Facebook del Posgrado en Ingeniería <https://www.facebook.com/posgrado.ingenieria.uady/>. El Comité de Seguimiento de Egresados y Estudios de Empleadores (CoSEEE) de la FIUADY realiza los estudios de seguimiento de egresados del posgrado. Se mejoró el índice estudiante/profesor tutor en los últimos 5 cohortes, 2016-2020, y se equilibró el ingreso promedio anual de las opciones de Ambiental (4.6), Construcción (6.6), Energías Renovables (6.6) y Estructuras (7). Si bien el criterio de la relación estudiante / tutor mejoró, aún no ha sido posible alcanzar el número ideal establecido en los términos de referencia del PNPC. En cuanto a la recomendación de mantener actualizado el PE de maestría en ingeniería, se ha estado trabajando desde 2018 en dicha actualización, prueba de las actividades que se han realizado es justamente esta actualización.

A continuación, se presentan las recomendaciones emitidas en la última evaluación:

- Fortalecer el área de construcción que ha demostrado ser el área más débil en cuanto a producción científica.
- Fomentar la autoría principal de los productos.
- Fomentar la colaboración de los egresados en las actividades del programa.
- Implementar estrategias para el enfoque multi y transdisciplinar entre las LGAC e incluirlas en el plan de estudios.
- Revisar el índice de estudiante profesor para cumplir con el máximo especificado.
- Se sugiere incluir cursos propedéuticos en el proceso de admisión.

2.3.2.2. AUIP

La Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP) es un organismo internacional no gubernamental reconocido por la UNESCO, cuyo objetivo es el fomento de los estudios de postgrado y doctorado en Iberoamérica. La AUIP ha hecho un esfuerzo, desde 1989, incentivando la creación, fortalecimiento y consolidación de una cultura de calidad que permita a sus instituciones asociadas, mejorar su oferta de posgrado haciéndolas más competitivas en el ámbito regional e internacional. Para lograrlo, se puso en marcha una iniciativa de gestión de la calidad que incluye procesos de autoevaluación, de ajuste y mejora, de evaluación externa por parte de auditores internacionales en el marco de una convocatoria de premios a la calidad.

En el año 2019 se llevó a cabo la evaluación del Programa de Estudios de la Maestría en Ingeniería para obtener el premio a la calidad AUIP. El proceso de evaluación consistió en recabar y analizar la información pertinente de 8 variables

(estudiantes, profesores, plan de formación, investigación, gestión, entorno y pertinencia, egresados e impactos, y evaluaciones periódicas), a fin de poder encontrar las fortalezas y debilidades del PE que propicie la mejora continua de la calidad (AUIP, 2020).

Dentro de las fortalezas encontradas, los evaluadores consideraron que el Programa de Estudios de la Maestría en Ingeniería es un programa consolidado, con una cultura de mejora continua. Destacaron que el proceso de admisión está muy bien organizado y no plantea prácticamente ninguna duda para los aspirantes, esto evidenciado tanto por los datos aportados por la FIUADY, como por los comentarios realizados por los estudiantes entrevistados. Respecto a los servicios que se le prestan al estudiante para facilitar su trabajo de investigación se consideran apropiados para un programa de alta calidad, ya que se cuenta con una biblioteca moderna, con textos actualizados de acuerdo con las exigencias de las asignaturas, un buen sistema de base de datos, y espacios adecuados de estudio. En lo referente a los profesores, se evidenció que cuentan con un buen nivel de formación ya que todos los docentes tienen un título académico igual o superior al de la Maestría, además se identificó que tienen un amplio compromiso investigativo. En cuanto a la investigación se destaca la precisa y coherente definición de las líneas de generación del conocimiento y su pertinencia con el entorno local y regional.

De igual forma se identificaron algunas oportunidades de mejora en el programa de seguimiento institucional al egresado, considerando importante atraer al egresado, sobre todo en este caso en el que se encuentran satisfechos con la formación recibida. Los egresados expresaron que se sentirían altamente satisfechos si los invitaran a eventos académicos que se realicen en la UADY, a eventos culturales, y en general recibir información permanente de actividades que se realicen. Igualmente, se considera que la institución podría fortalecer la relación con el entorno, la buena imagen que tiene la institución a nivel regional se puede aplicar para liderar procesos intersectoriales, involucrando estudiantes los cuales puedan trabajar en proyectos empresariales que lleven a resolver problemas de la sociedad y del entorno.

Los premios AUIP se clasifican de la siguiente manera de acuerdo con la cantidad de puntos obtenidos en la evaluación de un total de 100:

- Certificado al Mérito: para los programas que alcancen un puntaje superior a 60.
- Mención de Honor: para los programas que alcancen un puntaje superior a 75.
- Premio AUIP a la Calidad: para los programas que alcancen un puntaje superior a 90.

El Programa de Estudios de la Maestría en Ingeniería obtuvo 92 puntos, lo que lo hizo acreedor al Premio a la calidad AUIP en el año 2019. Es importante destacar que actualmente a nivel mundial son 249 Instituciones Asociadas a la AUIP, y en México son 28 instituciones con esta distinción.

2.4. Resultados de la validación por expertos en la práctica profesional

Lo Planes de Estudio de la Universidad Autónoma de Yucatán deben responder a las tendencias y demandas educativas, profesionales y disciplinares; contribuir a la solución de problemáticas y necesidades sociales; apegarse a los estándares de calidad nacionales e internacionales; contar con capacidad y competitividad académica, infraestructura y financiamiento que aseguren su viabilidad en el tiempo. En este contexto, el Consejo Consultor de la Maestría en Ingeniería, conformado por Investigadores en instituciones de gran prestigio, egresados, empleadores y agentes del sector gubernamental, todos ellos expertos en la práctica profesional y reconocidos tanto regional como nacionalmente, fue consultado para emitir su veredicto sobre la modificación del PE de la Maestría en Ingeniería. En general, el Consejo Consultor está conformado por 36 miembros (6 por opción), y en esta consulta se contó con la participación de 29 miembros. A continuación, se presentan los resultados cuantitativos y cualitativos generales y para cada opción:

- El 96.5% considera que la modificación se sustenta en un análisis colegiado y sistemático de elementos como: Estudio de Pertinencia Social y Científica, Estudio de Seguimiento de Egresados, Estudio del Estado del Arte, Estudio de Factibilidad, entre otros.
- El 100 % considera que las modificaciones del PE de la Maestría en Ingeniería son acordes con las tendencias educativas y de investigación nacionales e internacionales, destacando opiniones como: “es claro que se han tomado en cuenta las necesidades no solo regionales, si no nacionales e internacionales”; “Entre las modificaciones se incluye el “Diseño de experimentos” que es una herramienta importante que permite la planeación del trabajo experimental del estudiante, facilita el análisis de resultados e incrementa la confiabilidad de los mismos. Esto dará oportunidad de publicar los resultados en revistas científicas, y en general para la divulgación y transferencia de los resultados a los posibles beneficiarios, además de materias que complementan muy bien el currículo.”; “El hecho de integrar dos nuevas áreas de gran interés creo abre la posibilidad no solo de captar más estudiantes de posgrado, si no de abonar a un desarrollo mayor en la región debido a la presencia de especialistas en diversas áreas de la ingeniería.”; “Se nos ha presentado la similitud con el modelo Europeo y Latinoamericano, en cuanto a la distribución de créditos en relación con las horas asociadas a cada materia. En mi experiencia, el plan a dos años contiene una carga de trabajo similar a la que he visto en la mayoría de las universidades estadounidenses”.
- El 96.5 % considera que el objetivo general del PE es acorde a un posgrado por investigación, destacando opiniones como: “El objetivo es adecuado”; “Sí, considero que el objetivo del plan de estudios es afín a un programa de

investigación que busque resolver problemas prioritarios tanto a nivel local, nacional e internacional”; “Considero que se aleja un poco del enfoque de investigación. Sin embargo, considero que si genera recursos humanos de gran competencia.”

- El 100% considera que las competencias profesionales están correctamente sustentadas, son adecuadas y contribuyen a la consecución del objetivo general del PE, destacando: “El graduado tiene los elementos necesarios para llegar al doctorado”; “Es claro el balance de las competencias dentro del plan de estudio.”; “Dada la naturaleza de la Maestría en Ingeniería, las competencias son adecuadas”; “Las competencias propuestas me parecen adecuadas para la Maestría en Ingeniería para aquellos estudiantes que al finalizar quieran continuar con sus estudios de doctorado. Sin embargo, me parecen limitadas para aquellos estudiantes que no deseen continuar sus estudios de doctorado y quieren incursionar al trabajo en la industria.”; “Si se perciben alineado el objetivo para dotar de herramientas a los egresados tanto para el sector laboral como para continuar en investigación o la academia. Aunque se inclina más a la parte profesionalizante que de investigación. Adicionalmente, no se lee ninguna competencia que implique compromiso social, o que relacione el impacto a la sociedad por tener un especialista en algunas de las 6 áreas de la ingeniería que se presentan.”
- El 100% considera adecuada la malla curricular y que, en general, contribuye a la consecución del objetivo general y de las competencias profesionales, destacando: “el planteamiento es acorde para cumplir con el objetivo general y asegura que los alumnos obtengan las competencias necesarias tanto para integrarse en el sector productivo como para obtener las bases en caso de continuar con un doctorado.”; “La propuesta de Malla curricular que compone el plan de estudios de la Maestría en Ingeniería me parece adecuado para la consecución del objetivo general del programa y para que los egresados adquieran las competencias profesionales necesarias en su campo de estudio.”; “Considero que 5 materias obligatorias y una sello, y solo 4 optativas, se alejan un poco de lo que quizá son los programas con enfoque de investigación en el mundo, creo tiene un enfoque más profesionalizante que de investigación con esta estructura, aun si implica una tesis. En mi opinión, como lo establece el objetivo se tiene una perspectiva internacional, pero habría que ver a que parte del mundo se mira. También por experiencia, se debe procurar que la investigación inicie a más tardar en el segundo semestre, y no es del todo posible con tantas materias obligatorias.” Para programas de Maestría, el número de asignaturas obligatorias es consistente con el número de créditos de asignaturas obligatorias de acuerdo con el MEFI 2021, y en esta modificación, el trabajo de investigación inicia en el Seminario de Tesis I en el primer semestre.

- En escala del 1 al 5, donde 5 es la calificación más alta, el Consejo Consultivo otorgó una calificación promedio de 4.6 a la propuesta de modificación del Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería.

La consulta, por opción, se enfocó en el Objetivo principal de cada opción, las principales modificaciones de la propuesta de plan de estudios con respecto al plan 2010, esquema de consistencia de asignaturas obligatorias con el perfil profesional, malla curricular y asignaturas optativas, y planta académica que sustenta la opción.

Ambiental, asistentes:

- Dr. Prócoro Gamero Melo, Profesor Investigador, Departamento de Química, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Saltillo.
- MIA. Perla Garrido Vivas, Profesora Investigadora, Departamento de Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Mérida.
- Dr. Virgilio Rene Góngora Echeverría, Jefe del Departamento de Geoestadística y Proyectos, Secretaría de Desarrollo Sustentable.
- Dr. Emmanuel Hernández Núñez, Profesor Investigador, Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida.
- Dr. Iván Moreno Andrade, Profesor Investigador, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Juriquilla.

Retroalimentación de los asistentes

- Al presentar la lista de materias optativas, se observa un mayor número de éstas relacionadas con la contaminación y el tratamiento del agua. Es importante darles el mismo peso a las materias relacionadas con suelo y aire.
- **Dra. Marisela Ix-chel Vega De Lille:** La línea principal de investigación del Cuerpo Académico asociado a la opción Ambiental de la Maestría en Ingeniería es la de tratamiento del agua. Por consiguiente, 3 de las 9 materias optativas propuestas en la modificación del plan de estudios tienen que ver con tratamiento del agua. Sin embargo, la lista de materias optativas propuestas no es excluyente, es decir, según el interés de los alumnos, se cuenta con la posibilidad de incorporar más asignaturas optativas relacionadas con suelo y aire.
- Se felicita al grupo diseñador del plan de estudios por reconocer la importancia de ofrecer una materia optativa relacionada con la modelación y control de procesos en ingeniería ambiental.
- Se recomienda hacer énfasis a los alumnos en la importancia de las materias optativas relacionadas con Gestión (y legislación) Ambiental, así como Modelación y Control de Procesos en Ingeniería Ambiental, en comparación con las materias asignadas a los rubros Agua, Aire, Suelo y Residuos.

- **Dra. Marisela Ix-chel Vega De Lille:** En la presentación impartida al Consejo Consultivo se dividió la lista de materias optativas propuestas en 5 rubros: Agua, Aire, Suelo, Residuos y Otras. El rubro Otras se modificó a Complementarias.

Construcción, asistentes:

- M.I. Heftye Cué Erick, Empresario (dueño de empresa constructora).
- Dr. Carlos Arturo Osorio Sandoval, Assistant Professor in Construction Management, University of Nottingham.
- M. en I. Elías Antolín Tavera Gutiérrez, Structural Manager, AECOM; Profesor en la Universidad La Salle México.
- M. en I. Carlos Bustos Mota, Coordinador de Maestría en Construcción de Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- M.I. Raúl Humberto Guillermo Dimas, Jefe de Depto. De planeación Estratégica, Subsecretaría de Energía.

Retroalimentación de los asistentes

- El Dr. Carlos Arturo Osorio Sandoval comentó: 1. Excelente que se haya contextualizado la materia sello "sistemas de calidad en ingeniería" del plan de estudios anterior, y ahora se imparta "gestión de la calidad y seguridad en la construcción" como materia obligatoria; 2. Excelente que "gestión de la información para la construcción" sea obligatoria, fomentando el uso de BIM; 3. Ante los problemas del cambio climático, eficiencia energética y gestión de recursos que enfrentamos ahora y enfrentaremos en los próximos años, pienso que se debe conservar "desarrollo de proyectos sustentables" como asignatura sello obligatoria para todas las opciones de maestría. Como alternativa, inculcar la importancia de analizar y reducir el impacto de los proyectos de construcción sobre el medio ambiente como componente de todas (o la mayoría de) las materias; 4. En el plan de estudio anterior, además de las materias de investigación, se cursaban 2 materias sello, 4 obligatorias y 5 optativas para un total de 11 materias. En este plan de estudios veo 1 sello, 5 obligatorias y 4 optativas para un total de 10. Me hubiera gustado ver el periodo de verano con una materia optativa (o alguna sello) como parte del plan de estudios nuevo.
- **MI. Selene Aimeé Audeves Pérez:** En esta actualización se propuso un mayor equilibrio en las asignaturas para que el estudiante obtenga una formación integral, además, las temáticas relacionadas con proyectos sustentables se podrían abordar en asignaturas optativas, ya que el enfoque del programa, además de ser de investigación, es de sustentabilidad.

Energías Renovables, asistentes:

- M. I. Cielo Esther Bautista Arana, Jefe de departamento de conciliación y contratos, CENACE.
- Dr. José Gonzalo Carrillo Baeza, Investigador, Centro de Investigación Científica de Yucatán.

- Dr. Luis Carlos Ordoñez López, Investigador, Director de la Unidad de Energía renovable, Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Ing. Marco Ramos, Supervisor de Producción, Perfect Home.
- M.I. Raúl Humberto Guillermo Dimas, Jefe de Depto. De planeación Estratégica, Subsecretaría de Energía.

Retroalimentación de los asistentes

- El M. I. Guillermo Dimas preguntó si se estaban considerando en los cursos los mecanismos de aceptación social por parte del sector usuario y los prestadores de uso de suelo en proyectos energéticos. También propuso mecanismos de vinculación con la subsecretaría de energía del Estado de Yucatán.
- **Dr. Luis Josué Ricalde Castellanos:** se han realizado trabajos de investigación en temáticas de impacto social de las tecnologías fotovoltaicas, así como la evaluación de procesos de reciclaje de los residuos de sistemas de generación y la aceptación por parte del sector usuario. Se comentó que estas temáticas serán incorporadas en asignaturas optativas.
- La M. I. Bautista considera muy importante que los estudiantes estén actualizados en los temas de reforma energética y eléctrica.
- **Dr. Luis Josué Ricalde Castellanos:** se han realizado trabajos de investigación en temáticas de impacto social de las tecnologías fotovoltaicas, así como la evaluación de procesos de reciclaje de los residuos de sistemas de generación y la aceptación por parte del sector usuario. Se comentó que estas temáticas serán incorporadas en asignaturas optativas.

Estructuras, asistentes:

- Dr. Gustavo Ayala Milián, Profesor Investigador, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dr. Luciano Fernández Sola, Profesor Investigador, Departamento de Materiales, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco; Vicepresidente de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.
- Dr. Andrés Santiago Paleo Torres, Associate Director, Impact Forecasting Department, AON, Estados Unidos.
- M.I. Javier Hernández Santillán, Ingeniero consultor.
- M.I. Eric Raygoza Luna, Gerente de Ingeniería Estructural, Estudios y Supervisión del Sureste, S.A. de C.V.; Tesorero de la Delegación Yucatán de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.

Retroalimentación de los asistentes

- El Dr. Luciano Fernández preguntó, ¿Cuáles son las experiencias de los académicos sobre las metodologías de evaluación en el MEFI?
- **Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro:** Se le explicó cómo cambia la filosofía de evaluación de los estudiantes con respecto al esquema tradicional basado en resultados de exámenes. En el MEFI la evaluación es más amplia e incluye ADAS,

proyectos, pruebas de desempeño, entre otros. Los académicos tienen experiencia aplicando el MEFI en los programas de licenciatura. El cambio ha sido difícil, pero hay un buen avance.

- El Dr. Luciano Fernández preguntó, ¿Cómo planean distribuir a los estudiantes en los equipos multidisciplinarios en la asignatura de Gestión de Proyectos de Ingeniería?, ¿Cuántos profesores participarán en la impartición de esta asignatura?
- **Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro:** La primera parte del curso será impartida por profesores de la opción de Construcción. Se formarán equipos multidisciplinarios para la solución de proyectos, los cuales serán asistidos por profesores de cada opción.
- Dr. Gustavo Ayala: En el mundo existen dos programas de maestría: Maestrías en Ingeniería y Maestrías en Ciencias. Las primeras son de un año y tienen un enfoque profesionalizante. Las segundas son de dos años y tienen un enfoque hacia la investigación. El programa de ustedes, aunque es nombrado Maestría en Ingeniería, es una Maestría en Ciencias.
- **Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro:** Se reconoce que el programa, en terminología utilizada en los Estados Unidos y Canadá, corresponde a una Maestría en Ciencias dado que tiene como eje la investigación.
- Dr. Gustavo Ayala: Considerar la posibilidad de impartir una asignatura de Diseño Estructural, en la cual se consideren múltiples materiales: madera, concreto, mampostería, aluminio, etc.
- **Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro:** Se revisará la viabilidad con los profesores del área de Estructuras.
- Dr. Andrés Paleo: En Estados Unidos este programa es similar a una Maestría en Ciencias, lo cual tiene un nivel superior a lo que es una Maestría en Ingeniería de ese país.
- MI. Javier Hernández: Es de gran importancia la asignatura de Gestión de Proyectos de Ingeniería y aprender a trabajar en equipos multidisciplinarios y que los especialistas en Ingeniería Estructural dominen BIM (Building Information Modeling).
- **Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro:** Este nuevo plan de estudios permite que el estudiante curse asignaturas obligatorias y optativas de cualquier opción y se le reconozcan los créditos dentro del bloque de asignaturas optativas de especialidad. En particular, esto permitirá a los estudiantes de la opción en Estructuras cursar asignaturas de BIM que se imparten en la opción Construcción.
- MI. Eric Raygoza: Como empleador de los egresados del programa de maestría considero que la formación que les dan es muy buena. Les felicito y considero que esta es una buena propuesta de modificación del plan de estudios.

Materiales Funcionales, asistentes:

- Dr. Gabriel I. Canto Santana, Universidad Autónoma de Campeche.
- Dr. Filiberto Ortiz Chi, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

- Dr. Eduardo Flores Cueva, CINVESTAV, Mérida.
- M.I. Aurora Azharel Matías Velázquez, Tecnología Solar de México.
- M.I. Mario E. Palmero Bojórquez, Heurístico Energía Inteligente.
- Dr. Romeo de Coss Gómez, CINVESTAV, Mérida.

Retroalimentación de los asistentes

- Dr. Filiberto Ortiz Chí, ¿Se cuenta con la infraestructura para impartir la materia de Caracterización de Materiales?
- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** La FIUADY cuenta con parte de los sistemas de caracterización, aquellos que estudian propiedades ópticas, eléctricas y de transporte electrónico. Los sistemas de caracterización para estudio de propiedades estructurales (Difracción de Rayos X), morfología y composición (SEM/EDS) se encuentran en el CINVESTAV, en el Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO) con el cual tenemos colaboración.
- Dr. Filiberto Ortiz Chí, ¿Tienen establecido entre los requisitos de titulación, el envío o la publicación de un artículo, la presentación de trabajo en congreso o estancia académica?
- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** El envío de un artículo no está establecido como requisito de titulación en el programa de maestría, aunque es deseable. Se garantiza la difusión de la investigación realizada por los estudiantes a través de los eventos académicos de la facultad. La asistencia a congresos externos y las estancias dependen de la disponibilidad de fondos por lo que no se establece como requisito obligatorio.
- M.I. Mario E. Palmero Bojórquez, Sería recomendable que la materia de Gestión de Proyectos se encuentre en el primer periodo para que los estudiantes puedan aprovechar esos conocimientos en el desarrollo de su proyecto de tesis.
- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** El plan de estudio debe contener un número finito de créditos en cada semestre por lo que se debe priorizar qué asignaturas se imparten en cada uno. Decidimos organizar la malla curricular de manera que el estudiante pueda recibir la mayor información de su área de especialidad en el primer periodo y que pueda insertarse a un tema de investigación.
- Dr. Eduardo Flores Cuevas, En la malla curricular no existe diferenciación en cuanto a la titulación para aquellos estudiantes que estén interesados en trabajar en la empresa respecto a los que desean seguir en un doctorado? Para los que deseen seguir en la industria podría existir otra modalidad como estancias o proyectos con la industria.
- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** Nuestro posgrado es por investigación y todos deben desarrollar tesis, pero no está excluido que el tema de esos proyectos se desarrolle en empresas resolviendo problemas concretos.
- Dr. Eduardo Flores Cuevas, Teniendo en cuenta la importancia de la materia de Gestión de Proyectos para aquellos que deseen continuar su desarrollo profesional en empresas, ¿por qué solo aparece una asignatura relacionada con este tema?

- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** En nuestra malla curricular existe solo una materia obligatoria en el área de gestión de proyectos, pero dentro del bloque de materias optativas, los estudiantes pueden seleccionar materias de otras áreas, donde se oferta mayor variedad de materias relacionadas con esta competencia.
- Dr. Gabriel I. Canto Santana, Según la información mostrada, parece que existe un traslape en algunos contenidos de las materias Ciencia e Ingeniería de Materiales y la de Física de la Materia Condensada que se imparten en el primer periodo. Sugiere eliminar todo lo que sea “Ciencia” de la primera asignatura, pasarlo a la de Física de la Materia Condensada y dejar la primera materia como Ingeniería de materiales.
- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** Los objetivos de estas materias son diferentes, y si existe algún tema que se imparta en ambas asignaturas, sería con propósitos y niveles de profundidad diferentes. (se explicó con detalle la competencia que se persigue lograr en cada asignatura). No obstante, se revisarán con detalle los contenidos de estas materias para atender esta observación.
- Dr. Romeo de Coss Gómez, Teniendo en cuenta la importancia de la colaboración con LANNBIO, sugiere que la UADY actualice los convenios de colaboración entre ambas instituciones UADY-CINVESTAV. También aprovechar la infraestructura del CICY para estos propósitos. Propone crear dentro de las materias optativas, algunas que sean impartidas por académicos vinculados con la industria, así como aprovechar los cursos en línea.
- **Dra. Inés Margarita Riech Méndez:** Se tomarán cuenta los comentarios para mejorar la operación del programa.

Mecatrónica, asistentes:

- MC. Jorge Carlos Romero Aragón, Intel.
- Dr. Efraín de Jesús Gaxiola Sosa, Silicon Labs.
- Dr. Francis Aviles Cetina, CICY.
- Dr. Roberto Duarte Coello, The University of Edinburgh.

Retroalimentación de los asistentes

- MC. Jorge Carlos Romero Aragón: Ampliar la gama de materias optativas, incorporar profesores invitados para promover multidisciplinariedad en la Mecatrónica.
- Dr. Efraín de Jesús Gaxiola Sosa: La propuesta del plan de estudios me parece sumamente interesante y muy completo en las áreas científicas (investigación) profesionales.
- Dr. Francis Avilés: Se sugiere dar seguimiento a egresados para poder medir el alcance de las competencias y ajustar el PE.

- Dr. Roberto Duarte Coello: Considerar el aumento de una perspectiva global, que permita a los egresados estudiar un Doctorado por investigación en el extranjero, o bien, obtener puestos en empresas fuera del país.

2.5. Principales hallazgos que justifican la propuesta de modificación del plan de estudios

2.5.1. Pertinencia social

En esta sección se presenta los hallazgos relacionados con la pertinencia social del programa de Maestría en Ingeniería.

- La preparación de los ingenieros a nivel posgrado, con un enfoque hacia la investigación, es un factor indispensable para el desarrollo de la sociedad, ya que sus contribuciones para innovar en centros de investigación y en la industria impulsan el progreso económico y propician una mejor calidad de vida.
- El PE de la Maestría en Ingeniería contribuye directamente con el logro de los siguientes ODS: 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.
- El PE de la Maestría en Ingeniería es un programa por investigación que contribuye a la solución de problemáticas locales, nacionales y mundiales, y de acuerdo con la Visión 2030 declarada en el PDI de la UADY, promueve el Desarrollo Sostenible y la adopción de la cuarta revolución industrial; y contribuye al diseño, aplicación y seguimiento de políticas públicas y de la agenda pública local, así como a mejorar el nivel de bienestar de la sociedad yucateca y el país.
- El PE de la Maestría en Ingeniería de la UADY se implementó con el propósito de formar recursos humanos especializados para dar solución, a través de la investigación, a problemáticas en las opciones de ambiental, construcción, energías renovables, estructuras, materiales funcionales y mecatrónica
- La Maestría en Ingeniería es un programa por investigación que complementa, actualiza y profundiza los conocimientos y habilidades que poseen, vinculados directamente a los avances científicos y tecnológicos y al ejercicio profesional, contribuyendo a la solución de las necesidades y problemáticas de la región.

2.5.2. Tendencias y necesidades formativas y curriculares

Los principales hallazgos con respecto a las tendencias formativas y curriculares que se muestran en esta sección son resultado de los procesos de

autoevaluación del posgrado, estudio de egresados, estudio de empleadores y el estudio de pertinencia social.

- Las políticas del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2018 – 2024 convergen con los quehaceres del posgrado en las áreas: conservación de recursos naturales, agua limpia y saneamiento, manejo integral de residuos, energía accesible y no contaminante; desarrollo industrial; acceso a la vivienda; educación superior, enseñanza científica y técnica, conocimiento científico, tecnológico e innovación.
- Todos los profesores adscritos al programa tienen experiencia investigativa atendiendo problemas de los sectores de la sociedad. Esto se evidencia a través de: a) su participación en proyectos de investigación con fondos externos b) publicación en revistas académicas o científicas indizadas o arbitradas c) participación en congresos, seminarios y simposios con ponencias de trabajos de investigación y d) producción de prototipos y patentes.
- Son 7 cuerpos académicos los que apoyan el programa de maestría en ingeniería: ingeniería ambiental, ingeniería de la construcción, estructuras y materiales, ingeniería física, hidráulica e hidrología, mecatrónica, energías renovables y sustentabilidad energética. El 100% de los cuerpos académicos cuentan con el nivel “consolidado” o “en consolidación”.
- Las LGAC son actuales y pertinentes ya que la investigación que se realiza en el programa atiende problemas de la región a través de proyectos de investigación y vinculación con los sectores gubernamental y privado.
- En el estudio de egresados: el 82% consideró que el énfasis en la enseñanza práctica fue “suficiente” o “poco” y sólo el 18% consideró que hubo “mucho” énfasis en este aspecto.
- En el estudio de egresados: 59% sugirió actualizar o ampliar los aspectos teóricos del plan de estudios, 68% los aspectos metodológicos y 89% los aspectos técnicos. Un 8% sugirió reducir los aspectos teóricos.
- Los empleadores sugieren dar al programa un enfoque transdisciplinario, así como aprovechar el énfasis en la investigación para incorporar temas tales como: 1) Para ambiental, actividades de campo, normativa, eficiencia energética, sustentabilidad, 2) Para construcción, planificación y control de obra, administración y control de proyectos, normativa, procedimientos constructivos, 3) Para energías renovables, normativa, eficiencia energética, política energética, redes inteligentes y 4) Para estructuras, concreto presforzado, confiabilidad estructural, normativa y métodos avanzados.
- Los egresados consideran que las nuevas tendencias donde el plan de estudios debe actualizarse oportunamente son: 1) Para ambiental, optimización, eficiencia y sustentabilidad ambiental en procesos, economía circular, estimación de parámetros de control, 2) Para construcción, certificaciones, desarrollo sustentable, emprendimiento e innovación, impacto ambiental, 3) Para energías renovables, análisis económico, política energética,

financiamiento y procesos legales, y 4) Para estructuras, machine learning y normativa. Tales actualizaciones deben realizarse manteniendo el enfoque en la investigación que caracteriza al programa.

- En el estudio de pertinencia correspondiente a las nuevas salidas terminales de Materiales Funcionales y Mecatrónica, el 89% de los encuestados (estudiantes de los últimos semestres de las Licenciaturas en Ing. Civil, Ing. Física, Ing. en Energías Renovables e Ing. en Mecatrónica), manifestó interés por realizar estudios de posgrado en ingeniería, donde el 31% manifestó interés por las nuevas opciones Materiales Funcionales y Mecatrónica. Por otra parte, los informantes clave, sugieren dar al programa un enfoque transdisciplinario e incorporar en el plan de estudios de Materiales Funcionales contenidos temáticos relacionados con materiales endémicos, micromateriales y nanomateriales entre otros. Para la opción Mecatrónica los informantes clave también sugieren un enfoque transdisciplinario e incorporar en el plan de estudios contenidos temáticos relacionados con automatización, sensores, robótica, técnicas de modelado y simulaciones, entre otros.
- La ENAEE ha establecido ocho áreas para describir los resultados de un programa educativo de licenciatura o maestría de ingeniería. Entre las ocho áreas destaca: Análisis en Ingeniería, Diseño en Ingeniería, Investigación, Práctica de la Ingeniería y Elaboración de Juicios. Estos dos últimos están asociados a la Gestión de Proyectos.

2.5.3. Factibilidad académico-administrativa

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

- El plan de estudios tiene una duración de dos años, es flexible y cuenta con cuatro salidas terminales: Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras. Se ha identificado la pertinencia de añadir dos salidas terminales: Mecatrónica y Materiales Funcionales. Este programa atiende a los Programas Nacionales Estratégicos del Conacyt (PRONACES) y múltiples objetivos de desarrollo sustentable del Estado de Yucatán y de la ONU. Las salidas del programa están alineados a los perfiles de los programas de licenciatura de la FIUADY.
- El programa fue elaborado según los lineamientos del MEyA, y por tanto requiere ser actualizado al MEFI 2021, atendiendo a: los lineamientos vigentes del PNPC, 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 maestría por investigación.

- La efectividad del programa de Maestría en Ingeniería es buena dado que en los últimos 5 años ha tenido una eficiencia terminal de 68%. Se considera que se puede mejorar esta eficiencia terminal si se involucra al estudiante en un tema de investigación desde el primer semestre.
- La planta académica es suficiente para dar soporte al programa con profesores de tiempo completo y tiempo parcial. Los profesores tienen experiencia en docencia e investigación. Los profesores pertenecen 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 de la Maestría en Ingeniería. Entre la infraestructura destaca los laboratorios, aulas y oficinas para profesores y estudiantes, entre otros.
- Se cuenta con los recursos financieros suficientes para la operación del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería provenientes de los subsidios federal y estatal, recursos propios y recursos extraordinarios y concursables.
- Se requiere incrementar los recursos para atender los requerimientos de mantenimiento y renovación del equipamiento de los laboratorios.
- El programa tiene el reconocimiento nacional del CONACYT como un programa consolidado y el reconocimiento internacional a través del premio a la calidad AUIP.

2.6. Conclusiones

Las principales conclusiones del programa de Maestría en Ingeniería, obtenidas de los estudios de referentes, la evaluación interna, las evaluaciones externas, y la validación por expertos son:

- Se debe modificar el plan de estudios con base en el Modelo Educativo para la Formación Integral 2021.
- Se mantienen las cuatro salidas terminales: Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras. Se añaden dos salidas terminales: Materiales Funcionales y Mecatrónica.
- Se establece la competencia transversal: Investigación, y tres competencias profesionales: Análisis en Ingeniería, Diseño en Ingeniería y Gestión. Estas competencias son consistentes con los atributos de egreso definidos por la agencia European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAAE) para programas de maestría.
- Se mantienen las buenas prácticas del plan de estudios que han permitido obtener el reconocimiento nacional del CONACYT como programa por investigación consolidado y el reconocimiento internacional a través del premio a la calidad AUIP. Estas buenas prácticas incluyen: duración de dos años; contar con asignaturas de investigación, obligatorias de especialidad, optativas de especialidad y sello; flexibilidad curricular, que incluye cursar asignaturas de

distintas salidas terminales; mecanismos de seguimiento académico de la trayectoria y, en particular, del trabajo de tesis, que permita tener una buena eficiencia terminal; entre otras.

- Se cuenta con una sólida planta académica, que está integrada por profesores con el Reconocimiento al Perfil Deseable del PRODEP y son miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Los profesores están organizados 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.
- Esta modificación de plan de estudios de la maestría en ingeniería sienta bases para que el programa pueda evolucionar hacia cumplir con los indicadores de competencia internacional.

2.6.1. Justificación de las áreas profesionales y salidas terminales definidas para el programa educativo.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 – 2024 y el Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2018 – 2024 se considera imperativo el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, plasmados en la Agenda 2030. 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 de la Maestría 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 de la Maestría en Ingeniería, con sus 6 opciones terminales, es acorde al PND, al PED y al PDI, y contribuye 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.

Áreas Profesionales

Con base en el estudio de referentes se ha identificado que el proceso de aprendizaje debe permitir a los graduados del programa de Maestría en Ingeniería demostrar conocimiento, entendimiento, destrezas y habilidades que les permitan generar o aplicar de manera innovadora el conocimiento en la solución de problemáticas prioritarias que la sociedad demanda. En este contexto, se identifica la competencia de Investigación (transversal para una maestría por investigación), y las competencias profesionales: Análisis en Ingeniería, Diseño en Ingeniería y Gestión de Proyectos. Tales áreas profesionales se describen a continuación:

- Investigación. Contar con las destrezas necesarias de análisis que le permitan identificar, ubicar y obtener los datos necesarios; contar con la capacidad de diseñar metodologías para llevar a cabo investigaciones experimentales, analíticas o computacionales, evaluar datos de forma crítica y extraer conclusiones; contar con las destrezas para gestionar proyectos de investigación o de ingeniería en entornos multidisciplinarios; contar con las destrezas necesarias para generar conocimiento e investigar la aplicación de tecnologías emergentes de vanguardia en su especialización en ingeniería.
- Análisis en Ingeniería. Analizar productos, procesos y sistemas de ingeniería complejos y novedosos dentro de contextos multidisciplinarios o más amplios; identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos y desconocidos que no estén definidos por completo; seleccionar y aplicar los métodos analíticos, computacionales y experimentales nuevos e innovadores más apropiados; interpretar de forma crítica los resultados de dichos análisis.
- Diseño en Ingeniería. Diseñar productos (dispositivos, artefactos, etc.), procesos y sistemas complejos, considerando las limitaciones no técnicas (sociales, sanitarias, de seguridad, medioambientales, económicas e industriales); seleccionar y aplicar las metodologías de diseño más convenientes con base en sus conocimientos de vanguardia de sus campos de especialización en ingeniería.
- Gestión de proyectos. Contar con los conocimientos críticos necesarios relativos a cuestiones económicas y organizativos de gestión; contar con los conocimientos y comprensión necesarios relativos a las implicaciones no técnicas (sociales, sanitarias, de seguridad, medioambientales, económicas e industriales) de la práctica de la ingeniería; contar con las destrezas necesarias

para gestionar actividades de investigación, técnicas o profesionales complejas o proyectos que exijan nuevos enfoques estratégicos, asumiendo la responsabilidad de tales decisiones.

Ambiental

Actualmente, vivimos en un mundo donde la escasez de agua potable, la contaminación de los suelos y las emisiones de gases de efecto invernadero y demás contaminantes representan un factor de riesgo inminente para toda la población. A nivel local, destaca la problemática de la contaminación del acuífero de la Península de Yucatán, única fuente de agua potable para su población. En consecuencia, se reconoce a nivel mundial la imperante necesidad de incorporar tecnologías sostenibles en todos los sectores ingenieriles, capaces de garantizar no sólo el adecuado saneamiento de los desechos generados, sino también la recuperación de los recursos disponibles. Por otro lado, la pertinencia científica de la Ingeniería Ambiental se puede constatar a partir de las más de cien revistas indizadas con alto factor de impacto relacionadas con esta disciplina. Debido a las razones descritas anteriormente, se considera la formación de especialistas en Ingeniería Ambiental fundamental para el desarrollo del país, así como para poder garantizar una buena calidad de vida para las generaciones presentes y futuras.

Construcción

La formación de profesionales en el área de construcción resulta de gran relevancia ya que la industria de la construcción es una de las principales actividades económicas en México y el mundo, la cual impulsa el desarrollo y el progreso de las comunidades, tanto por la inversión de capitales como por la cantidad de empleo que genera. Las distintas obras de infraestructura que se crean tales como: viviendas, carreteras, puentes, hospitales, escuelas, por mencionar algunas, afectan en forma directa el desarrollo y bienestar de la sociedad, mejorando su calidad de vida e impulsando la productividad del país. La evidencia científica de esta área de la ingeniería se ve reflejada en los resultados de las investigaciones, los cuales son plasmados en informes técnicos proporcionados a las empresas constructoras participantes, así como en artículos que se publican en revistas de ingeniería civil, Construcción y Administración.

Energías Renovables.

La tendencia mundial actual en el sector energético se enfoca hacia minimizar la dependencia de la generación de energía a través de los combustibles fósiles, así como el impacto ambiental que provoca. México y en particular la península de Yucatán cuenta con el recurso solar y eólico suficiente para la

explotación de estas fuentes. El sistema energético y eléctrico de nuestro país demanda decisiones estratégicas bien planteadas, junto con una renovada normativa para ir evolucionando hacia un sistema de generación más distribuido con una estructura económica que favorezca a los usuarios finales.

Considerando la problemática anterior y tomando en cuenta las características propias de la región, la opción de la maestría se enfoca principalmente en las áreas de solar fotovoltaica, solar térmica y eólica, tanto en la generación como en su aprovechamiento eficiente.

Estructuras

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. La pertinencia científica de la Ingeniería Estructural se evidencia con las numerosas revistas indizadas del área en las que se publican resultados científicos. Estas revistas cubren diversas temáticas contenidas dentro de la Ingeniería Estructural y la Ingeniería Civil, tales como Concreto, Materiales de Construcción, Estructuras, Ingeniería Eólica, Ingeniería Sísmica, Mecánica Computacional, entre otras.

Materiales Funcionales

El aporte de los especialistas en Ciencia de Materiales a la sociedad es a través del diseño y síntesis de materiales con alta funcionabilidad para generar nuevos dispositivos más eficientes energéticamente, menos tóxicos y fáciles de reciclar. Esta rama de la ingeniería impacta en diversas áreas estratégicas como la salud, el desarrollo de la inteligencia artificial y la computación. Por otra parte, también se ocupa del control de materiales en la industria a través de la caracterización y evaluación de materiales, control de calidad y predicción de durabilidad. La pertinencia científica se evidencia por el número e impacto de publicaciones en revistas internacionales indexadas, algunas de las más reconocidas son: Nature Materials, Carbon, Materials Research Letters, Materials Science and Engineering, Advanced Materials y Physical Review B.

Mecatrónica

La industria regional y nacional requiere la pronta implementación, en sus procesos productivos, de las tecnologías que conforman los pilares de la industria 4.0, para mejorar su competitividad a nivel global y hacer un uso más eficiente de los insumos y recursos naturales. Los profesionales en Mecatrónica contribuyen

con el logro de este objetivo, en beneficio de la sociedad, mediante la implementación de nuevas tecnologías como el Internet de las Cosas, la Manufactura Aditiva y el Control Avanzado, entre otras. 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*.

III. INTEGRACIÓN DE LOS EJES DEL MEFI EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Tabla 17. Estrategias y acciones para integrar los ejes del MEFI en el plan de estudios

EJES DEL MEFI	Estrategias y acciones para integrar los ejes en el plan de estudios
Educación para la vida	Estrategias • Contribuir al desarrollo integral de los estudiantes • Promover las competencias genéricas a lo largo de todo el proceso de formación y de la vida. Acciones • Organizar actividades curriculares que fortalezcan el pensamiento crítico y la autoevaluación. • Incorporar actividades de aprendizaje que desarrollen la inteligencia emocional y valores universales. • Fomentar actividades que promuevan la cultura de la paz y el desarrollo emprendedor atendiendo los objetivos del desarrollo sostenible. • Generar espacios para la promoción de la autonomía en la toma de decisiones y la responsabilidad de sus acciones.
Internacionalización	Estrategias • Fomentar el uso del idioma inglés en las actividades del posgrado. • Promover vínculos de colaboración con instituciones nacionales y extranjeras de educación superior. • Fomentar el uso de bibliografía actualizada y en idioma inglés en los programas de estudio. Acciones • Incorporar en todas las asignaturas del plan de estudios material didáctico e información técnica en idioma inglés.

Educación vinculada a la práctica

- Organizar seminarios de investigación impartidos por los alumnos del posgrado en idioma inglés.
- Ofrecer cursos en modalidad virtual que favorezcan el intercambio con universidades extranjeras.
- Establecer convenios de movilidad e intercambio académico con instituciones extranjeras.
- Establecer nuevas redes de colaboración académica y fortalecer las existentes.
- Proponer proyectos encaminados a la solución de problemáticas globales.
- Organizar foros que fomenten el pensamiento crítico global.

Estrategias

- Diseñar el plan de estudios a partir de un enfoque de competencias en la generación de nuevo conocimiento para la solución de problemas de ingeniería.
- Definir áreas profesionales y competencias específicas asociadas a la investigación para resolver problemáticas y necesidades de la sociedad donde el egresado puede desempeñarse de manera sobresaliente.

Acciones

- Incorporar un sistema de créditos que considere todas las actividades realizadas por el estudiante como parte fundamental del proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias.
- Organizar los programas de estudios de las asignaturas a partir de experiencias de aprendizaje en escenarios reales.
- Incorporar estrategias y experiencias de aprendizaje que privilegien la generación de nuevo conocimiento.
- Diseñar las asignaturas con competencias que favorezcan la adopción tecnológica y transformación digital.

Innovación educativa	Estrategias • Vincular el programa de posgrado con las empresas del sector industrial regional y nacional. • Diseñar cursos interdisciplinarios a distancia empleando las tecnologías de la información. Acciones • Fomentar el desarrollo de cursos, talleres, y <i>webinars</i> con la participación de expertos del área empresarial, gubernamental y/o académica.
Flexibilidad	Estrategias • Promover la adaptación del plan de estudio a las tendencias del entorno. • Permitir al estudiante participar en la construcción de su perfil de egreso. • Fomentar la movilidad estudiantil a través de mecanismos que faciliten su gestión. Acciones • Mantener actualizados los contenidos, recursos y tecnologías de las asignaturas. • Incluir en las asignaturas temas que respondan a las necesidades y tendencias locales, nacionales y globales. • Incluir asignaturas optativas que contribuyan a la formación de un perfil de egreso especializado. • Implementar un sistema de créditos que facilite la transferencia y reconocimiento de créditos. • Facilitar la movilidad interinstitucional nacional e internacional.

IV. OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

Formar integralmente recursos humanos a nivel maestría en el área de Ingeniería, competentes para generar o aplicar de manera innovadora el conocimiento para la solución de problemas complejos en los campos de Ambiental, Construcción, Energías Renovables, Estructuras, Materiales Funcionales y Mecatrónica, comprometidos con el desarrollo sostenible, bajo una perspectiva local, nacional e internacional.

V. PERFIL DE INGRESO

Los aspirantes a la Maestría en Ingeniería deberán ser egresados de programas de ingeniería o áreas afines y tener dominio de las siguientes competencias:

- 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.

VI. PERFIL PROFESIONAL

6.1. Áreas profesionales

Para cumplir con el objetivo general del PE es necesario que los graduados de la Maestría en Ingeniería demuestren competencias para desarrollar o aplicar de forma innovadora el conocimiento y contribuir a la solución de problemas propios de su disciplina y al desarrollo sustentable del país. En este contexto, la Maestría en Ingeniería contempla las siguientes áreas profesionales:

Área transversal.

- Investigación

Áreas profesionales.

- Análisis en Ingeniería
- Diseño en Ingeniería
- Gestión de Proyectos

6.2. Competencias profesionales

- Investigación (transversal)
Realiza investigación sobre problemas complejos de ingeniería aplicando rigurosamente el método científico.
- Análisis en Ingeniería
Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- Diseño en Ingeniería
Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.
- Gestión de Proyectos
Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

El desarrollo de la competencia transversal de Investigación se fomenta a lo largo de la duración del PE, al tiempo que las competencias Análisis en Ingeniería, Diseño en Ingeniería y Gestión de proyectos, contribuyen al desarrollo de la competencia de Investigación y dotan al graduado de habilidades y destrezas necesarias para continuar estudios de doctorado o para un correcto desarrollo del ejercicio de su profesión. En la Tabla 18 se definen las competencias descritas anteriormente.

Tabla 18. Competencias profesionales

Área profesional: Análisis en Ingeniería	Área profesional: Diseño en Ingeniería	Área profesional: Gestión de Proyectos
Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.	Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.	Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
Área transversal: Investigación		
Realiza investigación sobre problemas complejos de ingeniería aplicando rigurosamente el método científico.		

6.3. Desagregado de competencias

Las competencias específicas correspondientes a las áreas profesionales y el área transversal que tendrá el egresado de la Maestría en Ingeniería para cada salida terminal se describen a continuación.

6.3.1. Competencias específicas

Tabla 19. Competencias específicas del área de Análisis en Ingeniería

Análisis en Ingeniería	Ambiental	Analiza la contaminación del agua, aire o suelo originada por actividades antropogénicas o naturales, utilizando métodos analíticos según las normas vigentes.
		Analiza métodos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo en un contexto global, ambiental y

		social, en concordancia con la normatividad vigente.
		Establece procedimientos adecuados durante el monitoreo y análisis estadístico de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con respecto al ambiente a estudiar.
	Construcción	Analiza planos, especificaciones, documentos contractuales, normativa vigente y el contexto en la propuesta de procesos y métodos constructivos más eficaces y eficientes.
		Analiza la gestión de la información en la construcción para una eficiente toma de decisiones.
		Analiza los modelos de gestión de proyectos para mejorar los sistemas administrativos vigentes en las empresas de construcción.
	Energías Renovables	Evalúa el potencial energético en estaciones de monitoreo de los recursos renovables solar y eólico utilizando modelos analíticos, herramientas computacionales e instrumentos de medición.
		Aplica métodos matemáticos avanzados mediante técnicas de modelado, obtención de soluciones analíticas y simulación de los diversos fenómenos presentes en un sistema de aprovechamiento energético.

		Diagnostica sistemas de eficiencia energética en instalaciones residenciales o industriales considerando los aspectos de aprovechamiento, gestión energética, aspectos económicos y técnicos.
	Estructuras	Analiza la respuesta de elementos y sistemas estructurales sujetos a diversas acciones utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas
		Analiza los esfuerzos y las deformaciones que se presentan en elementos y sistemas estructurales utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas
	Materiales Funcionales	Analiza la relación entre los parámetros de crecimiento y las propiedades físicas de los materiales considerando diferentes técnicas de síntesis o transformación de materiales.
		Resuelve problemas complejos considerando las propiedades físicas y químicas de los materiales para arreglos en diferentes escalas utilizando modelos y herramientas computacionales avanzadas.
	Mecatrónica	Analiza el comportamiento mecánico, electrónico, magnético y óptico de los materiales considerando sus características a escala atómica.
		Analiza sistemas embebidos con herramientas avanzadas de cómputo para el procesamiento



de datos en tiempo real, en procesos industriales, con un enfoque de optimización.

Propone soluciones mecatrónicas utilizando el enfoque de la industria 4.0 en procesos industriales, de acuerdo con la normatividad vigente.

Tabla 20. Competencias específicas del área de Diseño en Ingeniería

Diseño en Ingeniería	Ambiental	Diseña alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento de residuos, a partir de los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados, que permitan cumplir con la normatividad vigente.
		Diseña soluciones innovadoras que contribuyan a la preservación, restauración y conservación del medio ambiente en un contexto global, acordes con la normatividad vigente.
	Construcción	Diseña la organización de una empresa constructora considerando el contexto en que se desarrollará.
		Diseña modelos de información en los proyectos de construcción apeguándose a las normas y estándares vigentes.
	Energías Renovables	Diseña el plan de ejecución y control de un proyecto de construcción para cumplir con los requerimientos de las partes interesadas.
		Evalúa la factibilidad técnica de sistemas de aprovechamiento de

		recursos renovables utilizando técnicas estadísticas, computacionales y criterios de eficiencia de manera congruente con la normatividad vigente. Evalúa la factibilidad económica de los proyectos de sistemas de aprovechamiento de energías renovables utilizando modelos analíticos, financieros y herramientas computacionales avanzadas de manera congruente con la normatividad vigente. Diseña componentes en sistemas de aprovechamiento de las energías renovables, así como su uso eficiente utilizando técnicas avanzadas de modelado, optimización y control. Diseña sistemas para la generación de potencia a partir de fuentes de energía renovables en instalaciones autónomas ó interconectadas a red considerando las diversas metodologías de operación, mantenimiento, administración, normatividad vigente y análisis de costos.
	Estructuras	Diseña sistemas estructurales con base en el comportamiento de los materiales y los elementos que los conforman, así como en la normatividad vigente.
	Materiales Funcionales	Diseña procesos para la obtención y transformación de materiales utilizando métodos físicos y químicos.
		Diseña materiales en diferentes escalas a través del modelado y

		simulación considerando sus propiedades y aplicación.
		Diseña metodologías para la caracterización de materiales empleando técnicas avanzadas durante el estudio de su comportamiento en una aplicación determinada.
	Mecatrónica	Diseña sistemas embebidos con el paradigma de internet de las cosas en la optimización de procesos mecatrónicos industriales utilizando plataformas tecnológicas recientes.
		Diseña sistemas de control automático aplicando técnicas avanzadas de optimización, inteligencia artificial o visión por computadora en la solución de problemas mecatrónicos.
		Implementa procesos de manufactura y automatización utilizando las tecnologías integradoras de la industria 4.0 en la solución de problemas industriales.

Tabla 21. Competencias específicas del área de Gestión de Proyectos

Gestión de Proyectos	Ambiental Energías Renovables Estructuras Materiales Funcionales Mecatrónica	Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos.
		Aplica los principios de la dirección de proyectos que guían los comportamientos y acciones de los profesionales del proyecto y otros interesados que trabajan o participan en proyectos.
		Ejecuta los dominios de desempeño del proyecto durante el desarrollo de éstos.

Construcción

Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos.

Aplica los principios de la dirección de proyectos que guían los comportamientos y acciones de los profesionales del proyecto y otros interesados que trabajan o participan en proyectos.

Ejecuta los dominios de desempeño del proyecto durante el desarrollo de éstos.

Gestiona empresas constructoras considerando la responsabilidad social.

Planifica y organiza proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

Organiza proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

Controla proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

Tabla 22. Competencias específicas de la competencia transversal de Investigación

Investigación	Ambiental	Analiza la literatura pertinente relacionada con un problema de ingeniería, identificando métodos, diseños y resultados similares, así como sus limitaciones.
	Construcción	Establece una metodología adecuada para resolver un problema de ingeniería específico.
	Energías Renovables	Formula conclusiones a partir de una adecuada interpretación de los resultados de investigación.
	Estructuras	Comunica de manera oral y escrita los avances en el desarrollo de un trabajo de investigación.
	Materiales Funcionales	
	Mecatrónica	

6.3.2. Competencias disciplinares

Las competencias disciplinares que se desarrollan en este Plan de Estudios son:

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

6.3.3. Competencias genéricas

Las competencias genéricas que integran el perfil profesional son las declaradas en el Modelo Educativo para la Formación Integral (UADY, 2021):

- CG1.** Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- CG2.** Se comunica en inglés en forma oral y escrita para describir acontecimientos y situaciones de la vida cotidiana y profesional.
- CG3.** Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- CG4.** Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- CG5.** Persevera en la solución de problemas de manera crítica e innovadora.
- CG6.** Lidera personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas comunes.
- CG7.** Trabajar de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- CG8.** Gestiona, de manera pertinente, la información y el conocimiento.
- CG9.** Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local

- CG10.** Regula sus emociones y actitudes para trabajar bajo presión y afrontar retos y dificultades de la vida.
- CG11.** Establece relaciones interpersonales basadas en la comunicación constructiva, asertiva e inclusiva.
- CG12.** Manifiesta respeto y tolerancia hacia la diversidad y dignidad de las personas.
- CG13.** Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

La CG1 se desarrolla principalmente a través de la elaboración de un protocolo de investigación, un informe de avances de su proyecto de investigación y una tesis en las asignaturas Seminario de Investigación II, III y IV, respectivamente. Adicionalmente, en dichas asignaturas se desarrolla la comunicación oral en español a través de las presentaciones en seminarios y ante el Comité Tutorial.

La CG2 se desarrolla a través de la lectura de material técnico en idioma inglés en las asignaturas de especialidad y durante el desarrollo de su trabajo de investigación en las asignaturas Seminario de Investigación I, II y III. Adicionalmente, en las asignaturas de Seminario de Investigación III y IV se desarrolla la comunicación oral en idioma inglés a través de las presentaciones en seminarios.

Para el buen desarrollo de un trabajo de investigación se requiere que el estudiante gestione pertinentemente la información y el conocimiento (CG8) desde la elaboración del protocolo de investigación, tome decisiones pertinentes (CG4) en el momento de elaborar su metodología de investigación y desarrollarla, persevere en la solución de problemas de forma creativa e innovadora (CG5), dado que su trabajo de investigación es un problema no resuelto, y pueda trabajar bajo presión y afrontar las dificultades (CG10) asociadas a la solución de problemas complejos de ingeniería.

Para que el estudiante realice la adecuada gestión de proyectos, se requiere que el estudiante lidere la creación de entornos de trabajo (CG6) de respeto y tolerancia hacia la dignidad de las personas (CG12), en el que diferentes grupos de interés colaboren como un sólo equipo de alto desempeño (CG7), con roles, funciones y responsabilidades definidas (CG11), en el que el principal insumo para la aplicación de los principios de la gestión de proyectos, es la información concerniente a los objetivos, los recursos y el contexto del proyecto (CG13), gestionada utilizando las tecnologías de información (CG3) para la adecuada comunicación y toma de decisiones.

Las asignaturas obligatorias del plan de estudio favorecen el uso de tecnologías clásicas como innovadoras para la generación de nuevo conocimiento

en la solución de problemas de ingeniería (CG3), a través del uso de software y equipo de propósito específico, y promoviendo el aprendizaje y generación de conocimiento de forma autónoma a través de la gestión eficaz de la información y elaboración de informes (CG8). La solución de los problemas de ingeniería se debe enfocar en el entorno local para la atención de problemáticas nacionales prioritarias, pero siempre manteniendo una perspectiva nacional y global (CG9).

6.4. Experiencias de aprendizaje

A continuación, se enlistan las experiencias de aprendizaje vinculadas a las competencias profesionales declaradas en el plan de estudio. Las tablas 23a – 23f relacionan las competencias de las áreas Análisis en Ingeniería y Diseño en Ingeniería correspondientes a las seis salidas terminales del programa. Las tablas 23g y 23h indican las experiencias de aprendizaje asociadas a la competencia profesional de Gestión de Proyectos y la competencia transversal de Investigación, respectivamente, tales experiencias de aprendizaje son las mismas para las seis salidas terminales.

Tabla 23a. Listado de experiencias de aprendizaje de Ambiental

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Analiza la contaminación del agua, aire o suelo originada por actividades antropogénicas o naturales, utilizando métodos analíticos según las normas vigentes.	Describir los principios físicos, químicos y microbiológicos necesarios para comprender la contaminación en el medio ambiente. Determinar los contaminantes presentes en el agua, aire o suelo mediante el uso de métodos analíticos en el laboratorio. Evaluar los parámetros de calidad del agua, aire o suelo que deben cumplirse durante el manejo adecuado de residuos, en concordancia con la normatividad vigente.
Analiza métodos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo en un contexto global, ambiental y social, en concordancia con la normatividad vigente.	Identificar métodos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo, considerando un contexto global, social y ambiental. Describir procesos biológicos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo, considerando un contexto global, social y ambiental. Describir procesos fisicoquímicos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo, considerando un contexto global, social y ambiental.
Establece procedimientos adecuados durante el monitoreo y análisis estadístico de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con	Seleccionar procedimientos adecuados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo. Elaborar un protocolo de muestreo mediante la planeación de los procedimientos usados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo.

respecto al ambiente a estudiar.	Realizar análisis de control y aseguramiento de la calidad de los protocolos de muestreo empleados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo. Seleccionar el tamaño de la muestra representativa más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería. Seleccionar el diseño estadístico paramétrico o no paramétrico más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería. Aplicar el diseño estadístico más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería.
Diseña alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento de residuos, a partir de los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados, que permitan cumplir con la normatividad vigente.	Justificar el uso de operaciones y procesos unitarios considerados en el tratamiento biológico de un residuo. Justificar el uso de operaciones y procesos unitarios considerados en el tratamiento fisicoquímico de un residuo. Diseñar alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento biológico de residuos. Diseñar alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento fisicoquímico de residuos
Diseña soluciones innovadoras que contribuyan a la preservación, restauración y conservación del medio ambiente en un contexto global, acordes con la normatividad vigente.	Diseñar procesos innovadores de tratamiento biológico de residuos presentes en el agua, aire o suelo. Diseñar procesos innovadores de tratamiento fisicoquímico de residuos presentes en el agua, aire o suelo

Tabla 23b. Listado de experiencias de aprendizaje de Construcción

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos	Definir los usos BIM en el proyecto. (GIC)
Gestiona empresas constructoras considerando la responsabilidad social.	Analizar las características y particularidades de la industria de la Construcción en México como insumo fundamental en la administración de las empresas constructoras. Analizar de las escuelas administrativas más importantes y que impactan o se aplican en la industria de la construcción. Establecer políticas para la creación de una cultura de responsabilidad social en la empresa constructora.

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

	Gestionar la cadena de suministro de insumos de construcción para el buen desempeño en la empresa constructora.
Planifica proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.	Analizar los principios y la práctica de la gestión de los proyectos de construcción que inciden en su planificación. Evaluar las necesidades y establece los objetivos en el proyecto. Elaborar una declaración general que describa cómo se llevará a cabo y cómo será administrada la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Identificar los riesgos más importantes en la etapa de ejecución en un proyecto de ejecución para su gestión óptima. Aplicar los conceptos básicos y principios de la gestión de la calidad en la planeación y el control de los proyectos de construcción. Aplicar la normatividad y estándares en la planeación y el control de la seguridad de los proyectos de construcción.
Organiza proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.	Definir la matriz de responsabilidades en el proyecto. Organizar el equipo de trabajo en sitio para una gestión óptima de la etapa de ejecución en los proyectos de construcción. Actualizar las redes como respuesta al avance real de la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Elaborar la replaneación semanal del trabajo faltante por ejecutar en un proyecto en control. Elaborar los ajustes al programa de procuración en un proyecto en control.
Controla proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental	Elaborar las órdenes de trabajo semanal en un proyecto en control. Determinar la fuerza de trabajo semanal para cumplimiento del programa maestro en un proyecto en control. Elaborar las estimaciones de avance semanal en un proyecto en control. Realizar el comparativo entre ordenes de trabajo y estimaciones de avance semanal en un proyecto en control. Elaborar requisiciones y órdenes de compra en un proyecto en control. Elaborar movimientos en almacenes: Entradas, Salidas y Traslados en la obra objeto en un proyecto en control.
Analiza planos, especificaciones, documentos contractuales, normativa vigente y el contexto en la propuesta de procesos y métodos	Analizar los planos, especificaciones, método de entrega, contrato, y situaciones contextuales como antecedente para planificar la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Analizar el proyecto ejecutivo, la planeación del proyecto, los rendimientos de las actividades en un proyecto.

constructivos más eficaces y eficientes.	Elaborar las curvas de tiempo costo para Valor Ganado y Programación Ganada en un proyecto en control.
Analiza la gestión de la información en la construcción para una eficiente toma de decisiones.	Analizar los métodos de gestión de entregas en el proyecto. Definir la infraestructura de gestión de información en el proyecto. Gestionar los modelos de información en el proyecto. Obtener los indicadores de desempeño en un proyecto en control. Evaluar el avance en la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Elaborar los reportes de avances y costos durante la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Analizar las necesidades de información para el soporte de las funciones de la administración en la empresa constructora.
Analiza los modelos de gestión de proyectos para mejorar los sistemas administrativos vigentes en las empresas de construcción	Integrar los planes de costos y tiempo para administrar los recursos en la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Proponer una distribución de recursos adecuada para su gestión en la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Elaborar la programación financiera de la etapa de ejecución en un proyecto de construcción. Analizar la pertinencia de los diferentes modelos y estándares, que sirven de base en el diseño del sistema de calidad de una organización, en cuanto a su aplicación en la gestión de la calidad de proyectos de construcción. Analizar críticamente los métodos aplicables en la planeación estratégica en la industria de la construcción.
Diseña la organización de una empresa constructora considerando el contexto en que se desarrollará.	Proponer los criterios para la creación de una nueva empresa constructora ubicada en el contexto nacional. Diseñar una estructura organizacional eficiente en una empresa constructora.
Diseña modelos de información en los proyectos de construcción apegándose a las normas y estándares vigentes.	Producir los modelos de Información de manera colaborativa en el proyecto.
Diseña el plan de ejecución y control de un proyecto de construcción para cumplir con los requerimientos de las partes interesadas.	Diseñar la estructura de desglose de los trabajos de la etapa de ejecución en un proyecto de construcción para facilitar la planificación. Diseñar el programa de actividades de un proyecto de construcción. Proponer ajustes al programa de actividades para reducir la duración en un proyecto de construcción. Diseñar el plan de costos en un proyecto de construcción.

Realizar el inventario de trabajo por ejecutar semanal en un proyecto en control.

Desarrollar el plan para la gestión de la calidad y la seguridad de un proyecto de construcción, considerando los modelos y estándares pertinentes para el contexto en el que se desarrollará, así como el cumplimiento de la normatividad vigente.

Tabla 23c. Listado de experiencias de aprendizaje de Energías Renovables

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Evalúa el potencial energético de los recursos renovables solar y eólico mediante modelos analíticos, herramientas computacionales e instrumentos de medición.	Presentar una revisión de la literatura de las técnicas de aprovechamiento de los recursos renovables con potencial energético identificado en México. Analizar los principios físicos de funcionamiento de las tecnologías de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables con potencial energético identificado en México. Realizar un estudio del potencial energético solar y eólico en un sitio geográfico específico utilizando estaciones de monitoreo, bases de datos o modelos computacionales.
Diagnostica sistemas de eficiencia energética para su integración en sistemas de aprovechamiento y gestión de la energía considerando los aspectos económicos y técnicos.	Desarrollar diagnósticos de consumo energético contemplando los parámetros para el uso eficiente de la energía en una edificación o proceso productivo.
Aplica métodos matemáticos avanzados para el modelado, obtención de soluciones y simulación de los diversos fenómenos presentes en un sistema de aprovechamiento energético.	Resolver modelos matemáticos en fenómenos de ingeniería utilizando herramientas avanzadas de álgebra lineal, análisis de Fourier y Laplace. Analizar modelos complejos en problemas de ingeniería utilizando herramientas computacionales de matemáticas avanzadas.
Evalúa la factibilidad técnica en sistemas de aprovechamiento de recursos renovables utilizando técnicas estadísticas, computacionales y criterios de eficiencia de manera congruente con la normatividad vigente.	Evaluar la operación y desempeño de instalaciones de generación de potencia con sistema solar térmico, en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región, utilizando técnicas analíticas y computacionales. Realizar un estudio de viabilidad técnica y cumplimiento de normas en sistemas de aprovechamiento solar térmico en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región. Evaluar la operación y desempeño de instalaciones fotovoltaicas, en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región, utilizando técnicas analíticas y computacionales.

	Realizar un estudio de viabilidad técnica y cumplimiento de normas de sistemas fotovoltaicos en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región. Evaluar la operación y desempeño de sistemas eólicos en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región, utilizando técnicas analíticas y computacionales. Realizar un estudio de viabilidad técnica y cumplimiento de normas en sistemas eólicos en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región.
Evalúa la factibilidad económica en los proyectos de sistemas de aprovechamiento de energías renovables utilizando modelos analíticos, financieros y herramientas computacionales avanzadas de manera congruente con la normatividad vigente.	Desarrollar un estudio financiero de un proyecto solar térmico en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región. Desarrollar un estudio financiero de un proyecto fotovoltaico para una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región. Desarrollar un estudio financiero de un proyecto de generación eólica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.
Diseña componentes en sistemas de aprovechamiento de las energías renovables utilizando técnicas avanzadas de modelado, optimización y control.	Evaluar el desempeño de los elementos que componen una instalación fototérmica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región. Evaluar, mediante herramientas simulación o pruebas de campo, el desempeño de los elementos que componen una instalación fotovoltaica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región. Diseñar los elementos que componen una instalación eólica aislada o interconectada a red mediante herramientas simulación y pruebas de campo.
Diseña sistemas para la generación de potencia a partir de fuentes de energía renovables en instalaciones autónomas o interconectadas a red considerando las diversas metodologías de operación, mantenimiento, administración, normatividad vigente y análisis de costos.	Realizar el diagnóstico del consumo energético para satisfacer los requerimientos de una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.

Tabla 23d. Listado de experiencias de aprendizaje de Estructuras

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Analiza la respuesta de elementos y sistemas	Analizar armaduras sujetas a diversas acciones estáticas, tales como cargas puntuales, temperatura y asentamientos,

estructurales sujetos a diversas acciones utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.	considerando diferentes tipos de apoyos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar marcos sujetos a diversas acciones estáticas, tales como cargas puntuales, repartidas, temperatura y asentamientos, considerando diferentes tipos de apoyos, secciones transversales (constante, variable, zona rígida) y tipos de formulación (flexión, flexión y cortante combinados), como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar parrillas sujetas a diversas acciones estáticas, tales como cargas puntuales, repartidas y asentamientos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Reconocer los tipos de análisis no lineal que se pueden realizar, considerando la no linealidad de material y geométrica, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar estructuras continuas sujetas a diversas acciones estáticas, considerando diferentes materiales, tipos de modelos (esfuerzo plano, deformación plana, axisimétrico, tridimensional), tipos de elementos (lineales, cuadriláteros, triangulares, tetraedro) y condiciones de apoyo, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar losas sujetas a diversas acciones estáticas, considerando diferentes formulaciones (delgada, gruesa) y tipos de apoyos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar estructuras modeladas como sistemas de un grado de libertad con comportamiento lineal, sujetas a vibraciones libres, cargas armónicas, cargas lineales, impulsos y sismos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar estructuras modeladas como sistemas de varios grados de libertad con comportamiento lineal, sujetas a vibraciones libres y diversas acciones dinámicas, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar estructuras modeladas como sistemas de un grado de libertad con comportamiento no lineal, sujetas a diversas cargas dinámicas, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
Analiza los esfuerzos y las deformaciones que se presentan en elementos y sistemas estructurales utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.	Analizar la cinemática y el estado de deformaciones en estructuras continuas, considerando diferentes tipos de modelos (uno, dos o tres dimensiones), como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil. Analizar el estado de esfuerzos en puntos de estructuras continuas, considerando diferentes materiales, tipos de modelos (uno, dos o tres dimensiones), como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

	Formular la matriz de rigidez de elementos finitos (unidimensionales, bidimensionales, tridimensional, placa), considerando los principios de la mecánica, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
Diseña sistemas estructurales con base en el comportamiento de los materiales y los elementos que los conforman, así como en la normatividad vigente.	Diseña elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento ante cargas axiales y a flexión, considerando las propiedades de los materiales, el anclaje del acero de refuerzo y los desplazamientos de los elementos, como parte del diseño de obras de infraestructura civil. Diseña elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento a flexión y cargas axiales combinadas, considerando las propiedades de los materiales y la esbeltez de los elementos, como parte del diseño de obras de infraestructura civil. Diseña elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento a cortante y torsión, considerando las propiedades de los materiales, como parte del diseño de obras de infraestructura civil.

Tabla 23e. Listado de experiencias de aprendizaje de Materiales Funcionales

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Analiza la relación entre los parámetros de crecimiento y las propiedades físicas de los materiales considerando diferentes técnicas de síntesis o transformación de materiales.	Seleccionar la técnica y los parámetros adecuados en el proceso de fabricación o transformación de materiales para una aplicación determinada.
Resuelve problemas complejos considerando las propiedades físicas y químicas de los materiales para arreglos en diferentes escalas utilizando modelos y herramientas computacionales avanzadas.	Analizar las propiedades de un material a partir de su comportamiento electrónico en el proceso de desarrollo de nuevos materiales
Analiza el comportamiento mecánico, electrónico, magnético y óptico de los materiales considerando	Realizar un estudio sobre la idoneidad de un material en el proceso de evaluación de materiales.

sus características a escala atómica.	
Diseña procesos para la obtención y transformación de materiales utilizando métodos físicos y químicos.	Realizar un proyecto que involucre el diseño y la síntesis de nuevos materiales para satisfacer un requerimiento tecnológico.
Diseña materiales en diferentes escalas a través del modelado y simulación considerando sus propiedades y aplicación.	Desarrollar un material a través del modelado en diferentes escalas como parte del proceso de creación o adecuación de materiales para determinada aplicación tecnológica.
Diseña procesos para la caracterización de materiales empleando técnicas avanzadas.	Realizar un proyecto de caracterización de materiales en el laboratorio.

Tabla 23f. Listado de experiencias de aprendizaje de Mecatrónica

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Implementa sistemas embebidos con herramientas avanzadas de cómputo para el procesamiento de información en tiempo real con un enfoque de optimización.	Analizar las arquitecturas y sistemas operativos para la implementación de circuitos programables en tiempo real para satisfacer un nivel específico de madurez de la tecnología que se requiere en la industria. Simular circuitos programables para verificar funcionalmente su desempeño en aplicaciones de monitoreo o control industrial.
Identifica soluciones mecatrónicas para los procesos y servicios utilizando el enfoque de la industria 4.0 de acuerdo con la normatividad vigente.	Plantear las tecnologías requeridas para la transición a la industria 4.0 en un proceso industrial. Utilizar herramientas computacionales con sistemas embebidos o en la nube para la administración y gestión de procesos en la industria. Verificar el cumplimiento de la normatividad vigente en la implementación de soluciones mecatrónicas.
Diseña sistemas embebidos con el paradigma de internet de las cosas para la optimización de procesos mecatrónicos industriales utilizando plataformas tecnológicas recientes.	Analizar protocolos de comunicación que se integren con dispositivos electrónicos para la gestión de los datos en procesos mecatrónicos de la industria. Diseñar sistemas embebidos con transferencia de datos a la nube para monitoreo o control inalámbrico en un proceso industrial

	Implementar una red de sensores con transmisión de datos a la nube para la optimización de procesos en la industria.
Diseña sistemas de control automático aplicando técnicas avanzadas de visión, inteligencia artificial u optimización.	Formular los criterios de desempeño requeridos por un proceso mecatrónico con modelo no lineal utilizado en una industria o laboratorio. Diseñar un controlador para el seguimiento de trayectoria en un proceso con dinámica no lineal utilizado en una industria o laboratorio. Evaluar el desempeño de un sistema de control automático que aplique técnicas avanzadas de visión, inteligencia artificial u optimización para un proceso mecatrónico utilizado en una industria o laboratorio.
Implementa procesos de manufactura y automatización utilizando las tecnologías integradoras de la industria 4.0.	Integrar sensores y actuadores inteligentes en un proceso industrial de manufactura automatizada. Diseñar un proceso de manufactura integrando una o más tecnologías de la industria 4.0 en la solución de problemas mecatrónicos.

Tabla 23g. Listado de experiencias de aprendizaje de la competencia profesional de Gestión de Proyectos

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos.	Proponer el sistema para la entrega de valor en los proyectos de ingeniería.
Ejecuta los dominios de desempeño del proyecto durante el desarrollo de éste.	Identificar los grupos de interés en los proyectos de ingeniería. Identificar las fases del ciclo de vida en los proyectos de ingeniería. Planificar el trabajo en los proyectos de ingeniería. Controlar el trabajo en los proyectos de ingeniería. Establecer métricas de desempeño en los proyectos de ingeniería. Manejar la incertidumbre en los proyectos de ingeniería.
Aplica los principios de la dirección de proyectos que guían los comportamientos y acciones de los profesionales del proyecto y otros interesados que trabajan o participan en proyectos.	Analizar los principios de la gestión en los proyectos de ingeniería

Tabla 23h. Listado de experiencias de aprendizaje de la competencia transversal de Investigación

Competencias Específicas	Listado de experiencias de aprendizaje
Analiza la literatura pertinente relacionada con un problema de ingeniería, identificando métodos, diseños y resultados similares, así como sus limitaciones.	Evaluar las etapas del método científico necesarias en un proyecto de investigación de ingeniería.
	Identificar necesidades técnicas y sociales en un proyecto de investigación de ingeniería relacionado con su salida terminal.
	Plantear un problema de investigación, a partir de la identificación de necesidades técnicas y sociales, en un proyecto de investigación de ingeniería relacionado con su salida terminal.
	Elaborar una revisión del estado del arte para establecer el marco de referencia en un proyecto de investigación de ingeniería.
	Profundizar en el planteamiento de un problema de investigación, a partir de la revisión del estado del arte, en un proyecto de investigación de ingeniería relacionado con su salida terminal.
Establece una metodología adecuada para resolver un problema de ingeniería específico.	Establecer, de manera general, una metodología para la solución de un problema específico en un protocolo de un proyecto de investigación de ingeniería.
	Establecer, de manera detallada, una metodología para resolver un problema de específico en un proyecto de investigación de ingeniería.
Formula conclusiones a partir de una adecuada interpretación de los resultados de investigación.	Obtener resultados del desarrollo de una metodología de investigación en un proyecto de investigación de ingeniería.
	Interpretar los resultados obtenidos para hacer una síntesis del conocimiento generado o la transferencia tecnológica en un proyecto de investigación de ingeniería.
	Formular conclusiones de la interpretación de los resultados de una investigación en un proyecto de investigación de ingeniería.
Comunica de manera oral y escrita los avances en el desarrollo de un trabajo de investigación.	Presentar informes escritos con los avances de un proyecto de investigación en espacios académicos.
	Divulgar los avances de un proyecto de investigación en diversos foros.

6.5. Descripción de las salidas terminales

La opción Ambiental de la Maestría 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 realizar investigación que permita diseñar o generar soluciones innovadoras que contribuyan a la preservación, restauración y conservación del medio ambiente, en concordancia con la normatividad vigente.

La opción en Construcción de la Maestría 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 opción en Energías Renovables de la Maestría en Ingeniería tiene como objetivo formar recursos humanos competentes para realizar investigación en la solución de problemas relacionados con el diseño, instalación y operación de sistemas de aprovechamiento energético utilizando herramientas analíticas y computacionales. El egresado de esta salida terminal es capaz de generar nuevo conocimiento para el aprovechamiento energético de los recursos renovables, evaluar la factibilidad técnica y económica, así como aplicar la normatividad en materia energética de los proyectos de sistemas de generación de energías renovables.

La opción en Estructuras de la Maestría en Ingeniería tiene como objetivo formar integralmente recursos humanos a nivel maestría en el área de la Ingeniería Estructural, competentes para analizar y diseñar elementos y sistemas estructurales, así como generar o aplicar innovadoramente el conocimiento, con el propósito de contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.

La opción 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. 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 opción de Mecatrónica de la Maestría 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. 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.

6.6. Adopción tecnológica y transformación digital

Para fomentar el desarrollo de competencias que promuevan la adopción tecnológica y la transformación digital, en el presente plan de estudios se proponen las siguientes estrategias y acciones:

Estrategias

- Promover el uso de entornos de trabajo colaborativo para incentivar la adopción de la transformación digital en los estudiantes.
- Incluir temas dentro de las asignaturas optativas que promuevan el desarrollo de competencias para favorecer la adopción tecnológica.

Acciones

- Incluir actividades de aprendizaje utilizando entornos de trabajo colaborativo como Colab (Google), Teams (Microsoft) o Dropbox.
- Proponer dentro de las asignaturas del plan de estudios actividades de aprendizaje que favorezcan la adopción tecnológica tales como: Modelado CAD e Impresión 3D, *Bigdata* y Cómputo en la nube.
- Desarrollar cursos virtuales, talleres y *webinars*, utilizando tecnologías de información y entornos de trabajo colaborativo para el intercambio de información con especialistas de diferentes áreas.

6.7. Desarrollo de competencias en inglés

Para garantizar que el estudiante desarrolle competencias comunicativas en inglés, tanto para la vida personal como para la práctica profesional, en el presente plan de estudios se proponen las siguientes estrategias y acciones:

Estrategias

- Fomentar el uso del idioma inglés en las actividades del posgrado.
- Promover vínculos de colaboración con instituciones extranjeras de educación superior.

Acciones

- Incorporar en todas las asignaturas del plan de estudios material didáctico e información técnica en idioma inglés.
- Organizar seminarios de investigación impartidos por los alumnos del posgrado en idioma inglés.
- Promover la movilidad e intercambio académico de los alumnos del posgrado con instituciones extranjeras, ya sea en modalidad virtual o presencial.

VII. ESTRUCTURA CURRICULAR

7.1. Descripción del currículo

El currículo de este plan de estudios está organizado en cuatro bloques de asignaturas: Investigación, Obligatorias de Especialidad, Optativas de Especialidad y Sello, las cuales se concibieron para garantizar la consecución del objetivo general y las competencias: Investigación, Análisis en Ingeniería, Diseño en Ingeniería y Gestión de Proyectos. La primera competencia es transversal y las otras tres son profesionales. Los cuatro períodos semestrales, son los recomendados para que un estudiante de tiempo completo curse el programa de maestría satisfactoriamente. El currículo se basa en un sistema de créditos tomando como referencia el Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS por sus siglas en inglés), que fue adoptado en el MEFI (2021). Se establece que un crédito equivale a 25 horas efectivas de actividades de aprendizaje del estudiante. Se deberán cubrir un mínimo de 120 créditos como uno de los requisitos para la obtención del grado, cursando asignaturas pertenecientes a cuatro bloques:

Investigación. (50 créditos). Las asignaturas de este bloque son para desarrollar competencias en el estudiante para la generación y aplicación del conocimiento. Este bloque está integrado por cuatro asignaturas, que están seriadas y que contribuyen a la competencia transversal de Investigación. El alumno deberá desarrollar un proyecto de investigación, iniciando con el conocimiento del Método Científico hasta la elaboración y defensa de su tesis.

Obligatorias de Especialidad (35 créditos). Este bloque está constituido por asignaturas que ofrecen la base fundamental de conocimientos en las salidas terminales que brinda este plan. Aunque estrictamente no existe seriación entre estas asignaturas y las optativas de especialidad, se recomienda que éstas sean cursadas primero. Estas asignaturas contribuyen a las competencias profesionales.

Optativas de Especialidad (28 créditos). Este bloque está conformado por diversos cursos propios de su salida terminal. Adicionalmente, en fomento a la flexibilidad curricular, se permite que los estudiantes cursen asignaturas obligatorias de especialidad u optativas de especialidad de las otras salidas terminales; esto permite que el estudiante desarrolle su autonomía para construir, gestionar su conocimiento y trabajar de manera colaborativa en ambientes multi e interdisciplinarios. Estas asignaturas contribuyen a las competencias transversal de investigación y profesionales.

Sello (7 créditos). Este bloque está conformado por la asignatura de Gestión de Proyectos de Ingeniería. Esta asignatura contribuye a la competencia profesional de Gestión Proyectos, que fue detectada como un área necesaria para todas las opciones y que, generalmente, no se aborda en los programas de posgrado

similares. En esta asignatura los estudiantes podrán colaborar de manera multidisciplinaria en la gestión de proyectos.

VIII. MALLA CURRICULAR

La malla curricular del Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería está conformada por diez asignaturas obligatorias, pertenecientes a los bloques de Investigación, Obligatorias de Especialidad y Sello; y cuatro optativas del bloque de Optativas de Especialidad. Las asignaturas están organizadas para que el estudiante de tiempo completo obtenga el mínimo de 120 créditos, dentro de los 4 periodos semestrales recomendados, como requisito de cumplimiento del Plan de Estudios. Del total de los 120 créditos, 92 corresponden a las asignaturas obligatorias y 28 créditos como mínimo para las asignaturas optativas, ambos necesarios para concluir el Plan de Estudios.

La malla curricular que a continuación se presenta es "ilustrativa", muestra la secuencia recomendada, en orden ascendente, para que el estudiante pueda concluir satisfactoriamente sus estudios en 4 periodos semestrales. Las asignaturas de la malla curricular se presentan agrupadas por periodos semestrales. En el Periodo 1 se listan, de manera horizontal, las asignaturas recomendadas para el primer periodo, en el Periodo 2 las asignaturas recomendadas para el periodo 2, y así sucesivamente. La clave de las asignaturas 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), Especialidad (AE) y Sello (AS). El tercer carácter corresponde al grado académico del plan de estudios: Maestría (M). El cuarto y quinto carácter corresponden a un número que se le asocia a la asignatura dentro de su bloque.

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
 MALLA CURRICULAR - MODIFICADO 2022

Periodo 4 113617657430	Seminario de Investigación IV 3224835216	Asignatura optativa de especialidad 3 46.9641117	Asignatura optativa de especialidad 4 46.9641117	
Periodo 3 113617657430	Seminario de Investigación III 3224835216	Asignatura optativa de especialidad 1 46.9641117	Asignatura optativa de especialidad 2 46.9641117	
Periodo 2 153224051030	Seminario de Investigación II 311.1481779	Asignatura obligatoria de especialidad 4 46.9641117	Asignatura obligatoria de especialidad 5 46.9641117	Gestión de Proyectos de Ingeniería 46.9641117
Periodo 1 163125649430	Seminario de Investigación I 410.1641619	Asignatura obligatoria de especialidad 1 46.9641117	Asignatura obligatoria de especialidad 2 46.9641117	Asignatura obligatoria de especialidad 3 46.9641117

Nombre de la asignatura
a b c d e

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

BLOQUE DE ASIGNATURAS	c	d	e
Investigación	208	1042	50
Obligatorias de especialidad	320	555	35
Optativas de especialidad	256	444	28
Sello	64	111	7

8.1. Asignaturas obligatorias

Las asignaturas obligatorias comunes a las salidas terminales corresponden a los bloques de Investigación y Sello. Las únicas asignaturas que tienen seriación son las del bloque de Investigación. En las Tablas 24a y 24b se presentan las asignaturas obligatorias comunes a las salidas terminales. Las tablas, en la primera fila, presentan el nombre de la asignatura, la clave, las horas bajo conducción del profesorado por semana (a), las horas de estudio independiente por semana (b), las horas bajo conducción del profesorado por periodo (c), las horas de estudio independiente por periodo (d) y el número de créditos (e).

Tabla 24a. **Bloque:** Investigación

Asignaturas de Investigación	Clave	a	b	c	d	e
Seminario de Investigación I	AI-M-01	4	10.1	64	161	9
Seminario de Investigación II	AI-M-02	3	11	48	177	9

Seminario de Investigación III	AI-M-03	3	22	48	352	16
Seminario de Investigación IV	AI-M-04	3	22	48	352	16

Tabla 24b. Bloque: Sello

Asignatura Sello	Clave	a	b	c	d	e
Gestión de Proyectos de Ingeniería	AS-M-01	4	6.9	64	111	7

8.2. Asignaturas asociadas a las salidas terminales

Las asignaturas asociadas a las salidas terminales corresponden a los bloques Obligatorias de Especialidad, las cuales están descritas en la Tabla 25a, y al bloque Optativas de Especialidad, descritas en la Tabla 25b. Este último no es limitativo ya que podrán agregarse o eliminarse asignaturas según las necesidades de los alumnos y las posibilidades de los profesores.

Tabla 25a. Bloque: Obligatorias de Especialidad

Opción	Asignaturas obligatorias de Especialidad	Clave	a	b	c	d	e
Ambiental	Fundamentos en Ingeniería Ambiental	IA-M-01	4	6.9	64	111	7
	Monitoreo de la Contaminación Ambiental	IA-M-02	4	6.9	64	111	7
	Estadística para Investigación en Ingeniería	IA-M-03	4	6.9	64	111	7

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

	Procesos Biológicos	IA-M-04	4	6.9	64	111	7
	Procesos Fisicoquímicos	IA-M-05	4	6.9	64	111	7
Construcción	Planificación de Proyectos de Construcción	IC-M-01	4	6.9	64	111	7
	Gestión de la Información para la Construcción	IC-M-02	4	6.9	64	111	7
	Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción	IC-M-03	4	6.9	64	111	7
	Administración de Empresas Constructoras	IC-M-04	4	6.9	64	111	7
	Control de Proyectos de Construcción	IC-M-05	4	6.9	64	111	7
Energías Renovables	Matemáticas Avanzadas para Ingeniería	ER-M-01	4	6.93	64	111	7
	Conversión de Energía Renovable	ER-M-02	4	6.93	64	111	7
	Sistemas Fotovoltaicos	ER-M-03	4	6.93	64	111	7
	Sistemas Eólicos	ER-M-04	4	6.93	64	111	7
	Sistemas Fototérmicos	ER-M-05	4	6.93	64	111	7

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Estructuras	Mecánica del Medio Continuo	IE-M-01	4	6.93	64	111	7
	Análisis Estructural Avanzado	IE-M-02	4	6.93	64	111	7
	Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto Reforzado	IE-M-03	4	6.93	64	111	7
	Método del Elemento Finito	IE-M-04	4	6.93	64	111	7
	Dinámica Estructural	IE-M-05	4	6.93	64	111	7
Materiales Funcionales	Ciencia e Ingeniería de Materiales	MF-M-01	4	6.9	64	111	7
	Física de la Materia Condensada	MF-M-02	4	6.9	64	111	7
	Síntesis y Procesamiento de Materiales	MF-M-03	4	6.9	64	111	7
	Modelado y Simulación de Materiales	MF-M-04	4	6.9	64	111	7
	Caracterización de Materiales	MF-M-05	4	6.9	64	111	7

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Mecatrónica	Sistemas en Tiempo Real	IM-M-01	4	6.9	64	111	7
	Sistemas Embebidos	IM-M-02	4	6.9	64	111	7
	Control Avanzado	IM-M-03	4	6.9	64	111	7
	Internet de las cosas	IM-M-04	4	6.9	64	111	7
	Manufactura para la industria 4.0	IM-M-05	4	6.9	64	111	7

Tabla 25b. Bloque: Optativas de Especialidad

Opción	Asignaturas obligatorias de Especialidad	Clave	a	b	c	d	e
Ambiental	Procesos Avanzados de Tratamiento de Agua	IA-M-06	4	7	64	111	7
	Manejo Integral de Residuos Sólidos	IA-M-07	4	7	64	111	7
	Gestión y Restauración de Suelos	IA-M-08	4	7	64	111	7
	Contaminación Atmosférica	IA-M-09	4	7	64	111	7
	Diseño de Plantas de Tratamiento de aguas residuales	IA-M-10	4	7	64	111	7
	Gestión Ambiental	IA-M-11	4	7	64	111	7

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

	Manejo de Residuos Especiales y Peligrosos	IA-M-12	4	7	64	111	7
	Modelación y Control de Procesos en Ingeniería Ambiental	IA-M-13	4	7	64	111	7
	Contaminación del Agua Subterránea	IA-M-14	4	7	64	111	7
Construcción	Desarrollo de proyectos Sustentables	IC-M-06	4	7	64	111	7
	Planeación y Análisis de Operaciones de Construcción	IC-M-07	4	7	64	111	7
	Diseño de Cimbras	IC-M-08	4	7	64	111	7
	Evaluación de Proyectos	IC-M-09	4	7	64	111	7
	Construcción de Carreteras	IC-M-10	4	7	64	111	7
	Métodos Avanzados de Construcción	IC-M-11	4	7	64	111	7
	Temas Selectos de Administración	IC-M-12	4	7	64	111	7
	Temas Selectos de Tecnología	IC-M-13	4	7	64	111	7
	Temas Selectos de Sistemas de Información	IC-M-14	4	7	64	111	7

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Energías Renovables	Control de sistemas híbridos	ER-M-06	4	7	64	111	7
	Diseño de Aerogeneradores	ER-M-07	4	7	64	111	7
	Ciencia de Datos para las Energías Renovables	ER-M-08	4	7	64	111	7
	Dispositivos de potencia	ER-M-09	4	7	64	111	7
	Eficiencia energética	ER-M-10	4	7	64	111	7
	Redes Eléctricas Inteligentes	ER-M-11	4	7	64	111	7
	Normatividad y Mercado Eléctrico	ER-M-12	4	7	64	111	7
Estructuras	Diseño Avanzado de Estructuras de Acero	IE-M-06	4	7	64	111	7
	Diseño de Cimentaciones	IE-M-07	4	7	64	111	7
	Diseño Eólico	IE-M-08	4	7	64	111	7
	Diseño Sísmico	IE-M-09	4	7	64	111	7
	Diseño de Estructuras de Concreto Presforzado	IE-M-10	4	7	64	111	7

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Materiales Funcionales	Nanomateriales de carbono	MF-M-06	4	7	64	111	7
	Dinámica Molecular Computacional	MF-M-07	4	7	64	111	7
	Dinámica molecular de sistemas atómicos	MF-M-08	4	7	64	111	7
	Instrumentación científica	MF-M-09	4	7	64	111	7
	Métodos numéricos y análisis de datos	MF-M-10	4	7	64	111	7
	Fundamentos de la Física del Plasma	MF-M-11	4	7	64	111	7
	Síntesis de polímeros funcionales	MF-M-12	4	7	64	111	7
	Celdas Solares	MF-M-13	4	7	64	111	7
Mecatrónica	Sensores Inteligentes	IM-M-06	4	7	64	111	7
	Automatización de Procesos y Visión	IM-M-07	4	7	64	111	7
	Diseño Mecatrónico Óptimo	IM-M-08	4	7	64	111	7
	Sistemas Inteligentes	IM-M-09	4	7	64	111	7
	Modelado de Sistemas Mecatrónicos	IM-M-10	4	7	64	111	7
	Dinámica de Robots	IM-M-11	4	7	64	111	7

	Manufactura Aditiva	IM-M-12	4	7	64	111	7
	Diseño de Producto	IM-M-13	4	7	64	111	7

8.3. Asignaturas en las que se desarrolla el trabajo terminal

La Maestría 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 del bloque de Investigación, Tabla 24a.

Tabla 24a. **Bloque:** Investigación

Asignaturas de Investigación	Clave	a	b	c	d	e
Seminario de Investigación I	AI-M-01	4	10.1	64	161	9
Seminario de Investigación II	AI-M-02	3	11	48	177	9
Seminario de Investigación III	AI-M-03	3	22	48	352	16
Seminario de Investigación IV	AI-M-04	3	22	48	352	16

Adicionalmente, para la correcta operación de los lineamientos de este Plan de Estudios, se contempla al Comité Académico, 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 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. Preferentemente, uno de los profesores será externo a la institución. Son funciones del Comité Académico: 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 realizarán los estudiantes; 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 al 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.

IX. ESQUEMA DE CONSISTENCIA

La consistencia entre las asignaturas de la malla curricular, en relación con las competencias profesionales, disciplinares, y genéricas, se muestra a continuación.

9.1. Matriz de consistencia de las asignaturas en relación con las competencias profesionales

Tabla 26a. Matriz de consistencia en relación con las competencias profesionales de Ambiental

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
Fundamentos de Ingeniería Ambiental			
Monitoreo de la Contaminación Ambiental			
Estadística para Investigación en Ingeniería			
Procesos Biológicos			
Procesos Físicoquímicos			
		Gestión de Proyectos de Ingeniería	
			Seminario de Investigación I
			Seminario de Investigación II
			Seminario de Investigación III
			Seminario de Investigación IV

Tabla 26b. Matriz de consistencia en relación con las competencias profesionales de Construcción

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
Planificación de Proyectos de Construcción			
Gestión de la Información Para la Construcción			
Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción			
Administración de Empresas Constructoras			
Control de Proyectos de Construcción			
		Gestión de Proyectos de Ingeniería	
			Seminario de Investigación I
			Seminario de Investigación II
			Seminario de Investigación III
			Seminario de Investigación IV

Tabla 26c. Matriz de consistencia en relación con las competencias profesionales de Energías Renovables

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
Matemáticas Avanzadas para Ingeniería			
Conversión de Energía Renovable			
	Sistemas Fotovoltaicos		
	Sistemas Eólicos		
	Sistemas Fototérmicos		
		Gestión de Proyectos de Ingeniería	
			Seminario de Investigación I

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
			Seminario de Investigación II
			Seminario de Investigación III
			Seminario de Investigación IV

Tabla 26d. Matriz de consistencia en relación con las competencias profesionales de Estructuras

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
Mecánica del Medio Continuo			
Análisis Estructural Avanzado			
	Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto Reforzado		
Método del Elemento Finito			
Dinámica Estructural			
		Gestión de Proyectos de Ingeniería	
			Seminario de Investigación I
			Seminario de Investigación II
			Seminario de Investigación III
			Seminario de Investigación IV

Tabla 26e. Matriz de consistencia en relación con las competencias profesionales de Materiales Funcionales

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Física de la Materia Condensada			
Síntesis y Procesamiento de Materiales			
Modelado y Simulación de Materiales			
Caracterización de Materiales			
		Gestión de Proyectos de Ingeniería	
			Seminario de Investigación I

			Seminario de Investigación II
			Seminario de Investigación III
			Seminario de Investigación IV

Tabla 26f. Matriz de consistencia en relación con las competencias profesionales de Mecatrónica

Análisis en Ingeniería	Diseño en Ingeniería	Gestión de Proyectos	Investigación (transversal)
	Sistemas en Tiempo Real		
	Sistemas Embebidos		
Control Avanzado			
	Internet de las Cosas		
Manufactura para la Industria 4.0			
	Manufactura para la Industria 4.0		
		Gestión de Proyectos de Ingeniería	
			Seminario de Investigación I
			Seminario de Investigación II
			Seminario de Investigación III
			Seminario de Investigación IV

9.2. Esquema de consistencia por competencias profesionales

Tabla 27a. Esquema de consistencia de las competencias profesionales de la salida terminal Ambiental

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Competencias profesionales	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Análisis en Ingeniería	Fundamentos de Ingeniería Ambiental	Analiza los fundamentos de las ciencias físicas, químicas y biológicas que sustentan la ingeniería ambiental para la resolución de problemáticas ambientales en los ámbitos, regionales y nacional.
	Monitoreo de la Contaminación Ambiental	Elabora un protocolo de muestreo mediante la planeación de los procedimientos usados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con respecto a las características físicas, químicas y biológicas del ambiente a estudiar.
	Estadística para Investigación en Ingeniería	Aplica el diseño estadístico más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería.
	Procesos Biológicos	Diseña el tratamiento biológico de un agua residual a partir de los parámetros biocinéticos obtenidos de procedimientos realizados en laboratorios considerando las tendencias actuales y la normatividad vigente.
	Procesos Físicoquímicos	Diseña un plan de tratamiento fisicoquímico para un agua clara o agua residual a partir de los parámetros cinéticos obtenidos en el laboratorio, considerando las tendencias actuales y la normatividad vigente.
Diseño en Ingeniería	Procesos Biológicos	Diseña el tratamiento biológico de un agua residual a partir de los parámetros biocinéticos obtenidos de procedimientos realizados en laboratorios considerando las tendencias actuales y la normatividad vigente.
	Procesos Físicoquímicos	Diseña un plan de tratamiento fisicoquímico para un agua clara o agua residual a partir de los parámetros cinéticos obtenidos en el laboratorio, considerando las tendencias actuales y la normatividad vigente.
Gestión de Proyectos	Gestión de Proyectos de Ingeniería	Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos.

Tabla 27b. Esquema de consistencia de las competencias profesionales de la salida terminal Construcción

Competencias profesionales	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Análisis en Ingeniería	Planificación de Proyectos de Construcción	Planifica el tiempo y el costo en los proyectos de construcción para ejecutarlos con eficiencia y eficacia y satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
	Gestión de la Información Para la Construcción	Elabora un plan de implementación de la gestión de la información de construcción de un proyecto de ingeniería con base a estándares internacionales.
	Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción	Elabora los planes para la gestión de la calidad y la seguridad en los proyectos de construcción, considerando los modelos y estándares pertinentes para el contexto, así como el cumplimiento de la normatividad vigente.
	Administración de Empresas Constructoras	Aplica las teorías de la administración más adecuadas en la gestión de empresas constructoras, tomando en cuenta la ética y responsabilidad social.
	Control de Proyectos de Construcción	Evalúa el desempeño de un proyecto de construcción mediante herramientas de control de manera oportuna.
Diseño en Ingeniería	Planificación de Proyectos de Construcción	Planifica el tiempo y el costo en los proyectos de construcción para ejecutarlos con eficiencia y eficacia y satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
	Gestión de la Información Para la Construcción	Elabora un plan de implementación de la gestión de la información de construcción de un proyecto de ingeniería con base a estándares internacionales.
	Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción	Elabora los planes para la gestión de la calidad y la seguridad en los proyectos de construcción, considerando los modelos y estándares pertinentes para el contexto, así como el cumplimiento de la normatividad vigente.

Gestión de Proyectos	Administración de Empresas Constructoras	Aplica las teorías de la administración más adecuadas en la gestión de empresas constructoras, tomando en cuenta la ética y responsabilidad social.
	Control de Proyectos de Construcción	Evalúa el desempeño de un proyecto de construcción mediante herramientas de control de manera oportuna.
	Planificación de Proyectos de Construcción	Planifica el tiempo y el costo en los proyectos de construcción para ejecutarlos con eficiencia y eficacia y satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
	Gestión de la Información Para la Construcción	Elabora un plan de implementación de la gestión de la información de construcción de un proyecto de ingeniería con base a estándares internacionales.
	Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción	Elabora los planes para la gestión de la calidad y la seguridad en los proyectos de construcción, considerando los modelos y estándares pertinentes para el contexto, así como el cumplimiento de la normatividad vigente.
	Administración de Empresas Constructoras	Aplica las teorías de la administración más adecuadas en la gestión de empresas constructoras, tomando en cuenta la ética y responsabilidad social.
	Control de Proyectos de Construcción	Evalúa el desempeño de un proyecto de construcción mediante herramientas de control de manera oportuna.
	Gestión de Proyectos de Ingeniería	Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos.

Tabla 27c. Esquema de consistencia de las competencias profesionales de la salida terminal Energías Renovables

Competencias profesionales	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Análisis en Ingeniería	Matemáticas Avanzadas para Ingeniería	Emplea los conceptos matemáticos en la solución de problemas de energía mediante el planteamiento de modelos matemáticos y sus soluciones tanto exactas como numéricas.
	Conversión de Energía Renovables	Analiza el principio de funcionamiento en proyectos de aprovechamiento del recurso energético de fuentes renovables mediante modelos analíticos, herramientas computacionales e instrumentos de medición.
Diseño en Ingeniería	Sistemas Fotovoltaicos	Diseña sistemas fotovoltaicos en instalaciones aisladas o interconectadas a red mediante modelos analíticos, diagnóstico energético y herramientas computacionales, considerando la normativa vigente.
	Sistemas Eólicos	Diseña sistemas en instalaciones eólicas en sitio y laboratorio mediante modelos analíticos y computacionales de aerogeneradores, considerando la normatividad vigente.
	Sistemas Fototérmicos	Diseña sistemas fototérmicos en instalaciones domésticas, comerciales o industriales mediante modelos analíticos, diagnóstico energético y herramientas computacionales, considerando la normativa vigente.
Gestión de Proyectos	Gestión de Proyectos de Ingeniería	Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos

Tabla 27d. Esquema de consistencia de las competencias profesionales de la salida terminal Estructuras

Competencias profesionales	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Análisis en Ingeniería	Mecánica del Medio Continuo	Analiza el comportamiento de cuerpos deformables sometidos a un estado general de esfuerzos y deformaciones mediante la teoría de la Mecánica del Medio Continuo, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
	Análisis Estructural Avanzado	Analiza armaduras, marcos y parrillas sujetos a diversas acciones estáticas mediante el Método de Rigideces con formulación matricial y programas de cómputo, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
	Método del Elemento Finito	Analiza la respuesta lineal de elementos y sistemas estructurales, sujetos a acciones estáticas, por el Método del Elemento Finito, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
	Dinámica Estructural	Analiza la respuesta dinámica de estructuras modeladas como sistemas de uno y varios grados de libertad, considerando comportamiento lineal y no lineal, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
Diseño en Ingeniería	Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto Reforzado	Diseña elementos de concreto reforzado con base en los materiales y su comportamiento estructural considerando la normatividad vigente, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
Gestión de Proyectos	Gestión de Proyectos de Ingeniería	Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos

Tabla 27e. Esquema de consistencia de las competencias profesionales de la salida terminal Materiales Funcionales

Competencias profesionales	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Análisis en Ingeniería	Ciencia e Ingeniería de Materiales	Evalúa la idoneidad de un material considerando sus propiedades físicas en el proceso de selección para una aplicación determinada.
	Física de la Materia Condensada	Analiza las propiedades de la estructura electrónica de la materia basándose en las leyes de la física durante el proceso de evaluación de materiales.
Diseño en Ingeniería	Ciencia e Ingeniería de Materiales	Evalúa la idoneidad de un material considerando sus propiedades físicas en el proceso de selección para una aplicación determinada.
	Física de la Materia Condensada	Analiza las propiedades de la estructura electrónica de la materia basándose en las leyes de la física durante el proceso de evaluación de materiales.
	Síntesis y Procesamiento de Materiales	Diseña procesos de obtención y transformación de materiales utilizando métodos físicos y químicos durante la resolución de una problemática tecnológica
	Modelado y Simulación de Materiales	Diseña materiales bajo diferentes condiciones externas y de escala, en función del modelado y simulaciones de sus propiedades para dar solución a una problemática tecnológica
	Caracterización de Materiales	Utiliza las técnicas de caracterización de materiales adecuadas en el estudio de su comportamiento
Gestión de Proyectos	Gestión de Proyectos de Ingeniería	Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos

Tabla 27f. Esquema de consistencia de las competencias profesionales de la salida terminal Mecatrónica

Competencias profesionales	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Análisis en Ingeniería	Control Avanzado	Diseña controladores en procesos mecatrónicos multivariables aplicando técnicas avanzadas de análisis lineal y no lineal, simulación por computadora y validación en tiempo real.
	Manufactura para la Industria 4.0	Diseña sistemas de manufactura para la Industria 4.0., para su aplicación en productos o servicios mediante la integración de sensores y actuadores, conectividad, intercambio de datos, monitoreo, servicios tecnológicos y modelos de negocios 4.0.
Diseño en Ingeniería	Sistemas en Tiempo Real	Diseña sistemas de procesamiento digital de señales capaces de generar resultados en tiempo real, mediante el empleo de algoritmos para la adquisición y el procesamiento de datos en procesos mecatrónicos.
	Sistemas Embebidos	Diseña sistemas embebidos para el monitoreo y control de procesos en la industria, utilizando herramientas de cómputo avanzadas.
	Internet de las Cosas	Analiza sistemas embebidos con conectividad inalámbrica para la optimización de procesos mecatrónicos en la industria.
	Manufactura para la industria 4.0	Diseña sistemas de manufactura para la Industria 4.0., para su aplicación en productos o servicios mediante la integración de sensores y actuadores, conectividad, intercambio de datos, monitoreo, servicios tecnológicos y modelos de negocios 4.0.
Gestión de Proyectos	Gestión de Proyectos de Ingeniería	Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos.

Tabla 28. Esquema de consistencia de la competencia transversal Investigación

Competencia profesional	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Investigación	Seminario de Investigación I	Evalúa las etapas del método científico necesarias en un proyecto de investigación de ingeniería asociado a la línea de generación y aplicación del conocimiento de su salida terminal.
	Seminario de Investigación II	Elabora un protocolo de investigación para resolver un problema complejo de ingeniería en un proyecto relacionado con su salida terminal.
	Seminario de Investigación III	Realiza procedimientos de análisis, experimentación y validación de resultados en un proyecto de investigación para la solución de un problema en ingeniería de acuerdo con la metodología establecida.
	Seminario de Investigación IV	Elabora el informe final de la investigación desarrollada para la resolución de un problema complejo de ingeniería en un proyecto relacionado con su salida terminal, defendiéndolo de manera fundamentada ante un Comité Tutorial.

9.3. Matriz de consistencia de las competencias genéricas por asignatura

Tabla 29a. Matriz de consistencia de las competencias genéricas de la salida terminal Ambiental

Asignaturas obligatorias	Competencias genéricas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fundamentos de Ingeniería Ambiental	X		X				X	X	X				X
Monitoreo de la Contaminación Ambiental	X		X				X	X	X				X
Estadística para Investigación en Ingeniería	X		X				X	X	X				X
Procesos Biológicos	X		X				X	X	X				X
Procesos Físicoquímicos	X		X				X	X	X				X
Gestión de Proyectos de Ingeniería			X			X	X				X	X	X
Seminario de Investigación I	X			X	X			X		X			
Seminario de Investigación II	X			X	X			X		X			
Seminario de Investigación III	X	X		X	X			X		X			
Seminario de Investigación IV	X	X		X	X			X		X			

Tabla 29b. Matriz de consistencia de las competencias genéricas de la salida terminal Construcción

Asignaturas obligatorias	Competencias genéricas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Planificación de Proyectos de Construcción	X		X	X	X	X	X	X					
Gestión de la Información Para la Construcción			X				X	X	X				
Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción	X			X		X	X	X					
Administración de Empresas Constructoras				X		X	X	X	X	X	X		
Control de Proyectos de Construcción	X		X	X	X	X	X	X					
Gestión de Proyectos de Ingeniería			X			X	X				X	X	X

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Seminario de Investigación I	X			X	X			X	X				
Seminario de Investigación II	X			X	X			X	X				
Seminario de Investigación III	X	X		X	X			X	X				
Seminario de Investigación IV	X	X		X	X			X	X				

Tabla 29c. Matriz de consistencia de las competencias genéricas de la salida terminal Energías Renovables

Asignaturas obligatorias	Competencias genéricas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Matemáticas Avanzadas para Ingeniería	X		X					X	X				
Conversión de Energía Renovables	X		X					X	X				
Sistemas Fotovoltaicos	X		X					X	X				
Sistemas Eólicos	X		X					X	X				
Sistemas Fototérmicos	X		X					X	X				
Gestión de Proyectos de Ingeniería			X			X	X				X	X	X
Seminario de Investigación I	X			X	X			X		X			
Seminario de Investigación II	X			X	X			X		X			
Seminario de Investigación III	X	X		X	X			X		X			
Seminario de Investigación IV	X	X		X	X			X		X			

Tabla 29d. Matriz de consistencia de las competencias genéricas de la salida terminal Estructuras

Asignaturas obligatorias	Competencias genéricas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mecánica del Medio Continuo								X					X
Análisis Estructural Avanzado			X					X					X
Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto Reforzado			X					X	X				X

Maestría en Ingeniería
Facultad de Ingeniería

Método del Elemento Finito			X				X	X				X
Dinámica Estructural			X				X					X
Gestión de Proyectos de Ingeniería			X			X	X			X	X	X
Seminario de Investigación I	X			X	X		X		X			
Seminario de Investigación II	X			X	X		X		X			
Seminario de Investigación III	X	X		X	X		X		X			
Seminario de Investigación IV	X	X		X	X		X		X			

Tabla 29e. Matriz de consistencia de las competencias genéricas de la salida terminal Materiales Funcionales

Asignaturas obligatorias	Competencias genéricas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ciencia e Ingeniería de Materiales							X	X	X				
Física de la Materia Condensada	X			X	X		X						
Síntesis y Procesamiento de Materiales	X		X	X	X		X						
Modelado y Simulación de Materiales			X	X	X								
Caracterización de Materiales			X				X	X					
Gestión de Proyectos de Ingeniería			X			X	X				X	X	X
Seminario de Investigación I	X			X	X		X		X				
Seminario de Investigación II	X			X	X		X		X				
Seminario de Investigación III	X	X		X	X		X		X				
Seminario de Investigación IV	X	X		X	X		X		X				

Tabla 29f. Matriz de consistencia de las competencias genéricas de la salida terminal Mecatrónica

Asignaturas obligatorias	Competencias genéricas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sistemas en Tiempo Real	X			X	X		X						
Sistemas Embebidos	X			X	X		X	X	X				
Internet de las Cosas	X							X	X				X
Control Avanzado	X		X				X	X	X				
Manufactura para la industria 4.0	X				X		X	X	X				X
Gestión de Proyectos de Ingeniería			X			X	X				X	X	X
Seminario de Investigación I	X			X	X			X		X			
Seminario de Investigación II	X			X	X			X		X			
Seminario de Investigación III	X	X		X	X			X		X			
Seminario de Investigación IV	X	X		X	X			X		X			

X. PROGRAMAS DE ESTUDIO

Los programas de estudio correspondientes a cada asignatura de la Maestría en Ingeniería contienen los siguientes elementos:

1. Datos generales de identificación,
2. Contexto de la asignatura.
3. Relación con otras asignaturas
4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura
5. Experiencias de aprendizaje a desarrollar en la asignatura
6. Competencia de la asignatura
7. Contenidos esenciales
8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas
9. Estrategias generales de evaluación sugeridas
10. Referencias
11. Perfil deseable del docente

La maestría en Ingeniería está constituida por 35 asignaturas obligatorias: 4 de Investigación, 1 Sello y 5 correspondientes a cada salida terminal. Los programas de estudio se presentan en el orden siguiente: Investigación, Sello y Obligatorias de Especialidad.

Seminario de Investigación I

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	9	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	161 horas
Duración total en horas	225	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería y tiene la finalidad de evaluar las etapas del método científico necesarias en un proyecto de investigación de ingeniería. Durante la misma, el estudiante aprende a justificar las etapas del método científico, identificar las necesidades técnicas y sociales asociadas a un proyecto de investigación de ingeniería y plantear el problema de investigación. Asimismo, la asignatura contribuye al desarrollo de la competencia transversal:

- Realiza investigación sobre problemas complejos de ingeniería aplicando rigurosamente el método científico.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación I se relaciona con las asignaturas obligatorias Seminario de Investigación II, Seminario de Investigación III y Seminario de Investigación IV.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Regula sus emociones y actitudes para trabajar bajo presión y afrontar retos y dificultades de la vida.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Analiza la literatura pertinente relacionada con un problema de ingeniería, identificando métodos, diseños y resultados similares, así como sus limitaciones.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Evaluar las etapas del método científico necesarias en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Identificar necesidades técnicas y sociales en un proyecto de investigación de ingeniería relacionado con su salida terminal.
- Plantear un problema de investigación, a partir de la identificación de necesidades técnicas y sociales, en un proyecto de investigación de ingeniería relacionado con su salida terminal.

6. Competencia de la asignatura

Evalúa las etapas del método científico necesarias en un proyecto de investigación de ingeniería asociado a la línea de generación y aplicación del conocimiento de su salida terminal.

7. Contenidos esenciales

Etapas del método científico, planteamiento del problema, objetivos, contribuciones disciplinares y profesionales, impacto social y referencias.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

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

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Pruebas de desempeño
- Presentaciones orales de los avances
- Reportes de avances

Evaluación de producto – 20 %

- Informe final

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.
- Gastel B. y Day R. A. (2016). *How to write and publish a scientific paper*. 8a edición. Cambridge University Press.
- Hernández-Sampieri R. y Torres C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación*, 4^a edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Hilary G. D. (2021). *Science research writing for non-native speakers of English*, 2nd Edition. World Scientific Publishing Europe Ltd.
- Qiu M., Qiu H., Zeng Y. (2021) *Research and Technical Writing for Science and Engineering*. CRC Press.
- Sampieri R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.

- Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería (2022). *Manual de Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en Ingeniería.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Seminario de Investigación II

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	9	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	48 horas
	Estudio independiente (HEI)	177 horas
Duración total en horas	225	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación I	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería y tiene la finalidad de elaborar un protocolo de investigación para la solución de un problema de ingeniería. Durante la misma, el estudiante identifica un problema, analiza la literatura y establece, de manera general, una metodología. Además, contribuye al desarrollo de la competencia transversal:

- Realiza investigación sobre problemas complejos de ingeniería aplicando rigurosamente el método científico.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación II se relaciona con las asignaturas obligatorias Seminario de Investigación I, Seminario de Investigación III y Seminario de Investigación IV.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.

- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Regula sus emociones y actitudes para trabajar bajo presión y afrontar retos y dificultades de la vida.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Analiza la literatura pertinente relacionada con un problema de ingeniería, identificando métodos, diseños y resultados similares, así como sus limitaciones.
- Establece una metodología adecuada para resolver un problema de ingeniería específico.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Elaborar una revisión del estado del arte para establecer el marco de referencia en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Profundizar en el planteamiento de un problema de investigación, a partir de la revisión del estado del arte, en un proyecto de investigación de ingeniería relacionado con su salida terminal.
- Establecer, de manera general, una metodología para la solución de un problema específico en un protocolo de un proyecto de investigación de ingeniería.
- Presentar informes escritos con los avances de un proyecto de investigación en espacios académicos.
- Divulgar los avances de un proyecto de investigación en diversos foros.

6. Competencia de la asignatura

Elabora un protocolo de investigación para resolver un problema complejo de ingeniería en un proyecto relacionado con su salida terminal.

7. Contenidos esenciales

Planteamiento del problema. Objetivos. Contribuciones disciplinares y profesionales. Impacto social. Revisión de la literatura. Metodología. Cronograma. Referencias.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

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

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Reportes de avances
- Presentación y defensa del protocolo de investigación ante la comunidad académica

Evaluación de producto – 40 %

- Protocolo de investigación
- Presentación y defensa del protocolo de investigación ante el 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.
- Gastel B., Day R. A. (2016). *How to write and publish a scientific paper*. 8th edition. Cambridge University Press.
- Hernández-Sampieri R., Torres C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación*. 4^a edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Hilary G. D. (2021). *Science research writing for non-native speakers of English*, 2nd edition. World Scientific Publishing Europe Ltd.

- Qiu M., Qiu H., Zeng Y. (2021). *Research and Technical Writing for Science and Engineering*. CRC Press.
- Sampieri R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería (2022). *Manual de Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el Ingeniería.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Seminario de Investigación III

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	16	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	48 horas
	Estudio independiente (HEI)	352 horas
Duración total en horas	400	
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 el estudiante de la maestría en ingeniería ya que establece los mecanismos para favorecer y dar seguimiento al desarrollo de la metodología de su proyecto de tesis. Al terminar esta asignatura, el estudiante tendrá un avance importante en la solución de su problema de investigación y defenderá estos resultados ante un Comité Tutorial.

Seminario de Investigación III se imparte en el tercer periodo de la Maestría en Ingeniería y contribuye al desarrollo de la competencia transversal:

- Realiza investigación sobre problemas complejos de ingeniería aplicando rigurosamente el método científico.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación III se relaciona con las asignaturas obligatorias Seminario de Investigación I, Seminario de Investigación II y Seminario de Investigación IV.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Se comunica en inglés de forma oral y escrita para describir acontecimientos de y situaciones de la vida cotidiana o profesional.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Regula sus emociones y actitudes para trabajar bajo presión y afrontar retos y dificultades de la vida.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Establece una metodología adecuada para resolver un problema de ingeniería específico.
- Formula conclusiones a partir de una adecuada interpretación de los resultados de investigación.
- Comunica de manera oral y escrita los avances en el desarrollo de un trabajo de investigación.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Establecer, de manera detallada, una metodología para resolver un problema de específico en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Obtener resultados del desarrollo de una metodología de investigación en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Presentar informes escritos con los avances de un proyecto de investigación en espacios académicos.
- Divulgar los avances de un proyecto de investigación en diversos foros.

6. Competencia de la asignatura

Realiza procedimientos de análisis, experimentación y validación de resultados en un proyecto de investigación para la solución de un problema en ingeniería de acuerdo con la metodología establecida.

7. Contenidos esenciales

Seguimiento de la metodología. Documentación de resultados. Validación de resultados. Divulgación de resultados.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

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

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Informes de avances
- Presentación y defensa de avances de tesis ante la comunidad académica

Evaluación de producto – 40 %

- Informe final
- Presentación y defensa de informe final ante el Comité Tutorial

10. Referencias

- American Psychological Association (2020). Publication Manual of the American Psychological Association, seventh edition. American Psychological Association.
- Deb D., Dey R., Balas V. (2019). Engineering Research Methodology: A Practical Insight for Researchers. Springer.
- Gastel B. y Day R. A. (2016). How to write and publish a scientific paper. 8a edición. Cambridge University Press.
- Hernández-Sampieri R. y Torres C. P. M. (2018). Metodología de la investigación. 4ª edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Hilary G. D. (2021). Science research writing for non-native speakers of English, 2nd Edition. World Scientific Publishing Europe Ltd.
- Qiu M., Qiu H., Zeng Y. (2021) Research and Technical Writing for Science and Engineering, CRC Press.
- Sampieri R. H. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México.
- Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería (2022). Manual de Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería o afín.
- Experiencia profesional en Ingeniería de al menos 1 año.
- Experiencia docente a nivel posgrado de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Seminario de Investigación IV

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	16	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	48 horas
	Estudio independiente (HEI)	352 horas
Duración total en horas	400	
Ubicación sugerida	Cuarto periodo	
Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación III	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el cuarto periodo de la Maestría en Ingeniería y tiene la finalidad de evaluar los resultados obtenidos del proyecto de investigación desarrollado para la solución de un problema de ingeniería, así como elaborar y defender ante un Comité Tutorial el informe final. Además, contribuye al desarrollo de la competencia transversal:

- Realiza investigación sobre problemas complejos de ingeniería aplicando rigurosamente el método científico.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Seminario de Investigación IV se relaciona con las asignaturas obligatorias Seminario de Investigación I, Seminario de Investigación II y Seminario de Investigación III.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.

- Se comunica en inglés de forma oral y escrita para describir acontecimientos de y situaciones de la vida cotidiana o profesional.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Regula sus emociones y actitudes para trabajar bajo presión y afrontar retos y dificultades de la vida.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Formula conclusiones a partir de una adecuada interpretación de los resultados de investigación.
- Comunica de manera oral y escrita los avances en el desarrollo de un trabajo de investigación.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Interpretar los resultados obtenidos para hacer una síntesis del conocimiento generado o la transferencia tecnológica en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Formular conclusiones de la interpretación de los resultados de una investigación en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Presentar informes escritos con los avances de un proyecto de investigación en espacios académicos.
- Divulgar los avances de un proyecto de investigación en diversos Foros

6. Competencia de la asignatura

Elabora el informe final de la investigación desarrollada para la resolución de un problema complejo de ingeniería en un proyecto relacionado con su salida terminal, defendiéndolo de manera fundamentada ante un Comité Tutorial.

7. Contenidos esenciales

Análisis de datos. Discusión de resultados. Conclusiones y recomendaciones. Informe final de investigación. Divulgación del informe final de Investigación.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

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

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Reportes de avances
- Presentación y defensa del informe final de investigación ante la comunidad académica

Evaluación de producto – 40 %

- Informe final de investigación
- Presentación y defensa de informe final de investigación ante el 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.
- Gastel B., Day R. A. (2016). *How to write and publish a scientific paper*. 8th edition. Cambridge University Press.
- Hernández-Sampieri R., Torres C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación*. 4^a edición. McGraw-Hill Interamericana.

- Hilary G. D. (2021). *Science research writing for non-native speakers of English*, 2nd edition. World Scientific Publishing Europe Ltd.
- Qiu M., Qiu H., Zeng Y. (2021). *Research and Technical Writing for Science and Engineering*. CRC Press.
- Sampieri R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería (2022). *Manual de Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el Ingeniería.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Gestión de Proyectos de Ingeniería

Asignatura sello

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	A partir del segundo periodo	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Este curso se imparte en el segundo periodo y tiene la finalidad analizar las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de gestión que intervienen en la gestión de los proyectos de ingeniería. Se examina el papel del gestor de proyectos en un entorno multidisciplinario y complejo. Se hace hincapié en la importancia de las comunicaciones para el trabajo eficaz en equipo y la adecuada gestión de los recursos, la sustentabilidad y la seguridad. Se analizan los principios de la dirección de proyectos y los dominios de desempeño del proyecto. Además, la asignatura contribuirá al desarrollo de la competencia profesional:

- Gestión de proyectos. Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

3. Relación con otras asignaturas

Este curso tiene relación con las asignaturas de todas las opciones que su contenido esté relacionado con el trabajo en equipo, gestión de recursos, desarrollo de entregables de servicios en proyectos de ingeniería. Para el caso de la salida terminal de Construcción se relaciona con las asignaturas obligatorias:

Planificación de Proyectos de Ingeniería, Control de Proyectos de Ingeniería y Administración de Empresas Constructoras.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Lidera personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas comunes.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Establece relaciones interpersonales basadas en la comunicación constructiva, asertiva e inclusiva.
- Manifiesta respeto y tolerancia hacia la diversidad y la dignidad de las personas
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible

Disciplinares

- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.

Específicas

- Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos.
- Aplica los principios de la dirección de proyectos que guían los comportamientos y acciones de los profesionales del proyecto y otros interesados que trabajan o participan en proyectos.
- Ejecuta los dominios de desempeño del proyecto durante el desarrollo de éste.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Proponer el sistema para la entrega de valor en los proyectos de ingeniería.
- Analizar los principios de la gestión en los proyectos de ingeniería.
- Identificar los grupos de interés en los proyectos de ingeniería.
- Identificar las fases del ciclo de vida en los proyectos de ingeniería.
- Planificar el trabajo en los proyectos de ingeniería.

- Controlar el trabajo en los proyectos de ingeniería.
- Establecer métricas de desempeño en los proyectos de ingeniería.
- Manejar la incertidumbre en los proyectos de ingeniería.

6. Competencia de la asignatura

Analiza las funciones, conceptos, herramientas y técnicas de la gestión en los proyectos de ingeniería para realizarlos de manera eficaz y eficiente con base en los principios y dominios de la administración de proyectos.

7. Contenidos esenciales

Entrega de valor. Principios de la gestión de proyectos. Ciclo de vida del proyecto. Desempeño de los proyectos. Planificación y control del trabajo. Incertidumbre.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo.
- Resolución de casos de estudio.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje mediado por las TIC.
- Aprendizaje basado en proyectos.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60%

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 40%

- Proyecto integrador

10. Referencias

- International Organization for Standardization (2012). *ISO 21500:2012 Guidance on project management*. ISO
- Nieto-Rodriguez, Antonio (2021). *Harvard Business Review Project Management Handbook: How to Launch, Lead, and Sponsor Successful Projects*. Harvard Business Review Press.
- Project Management Institute (2021). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, séptima edición*. Project Management Institute, Inc.

- Project Management Institute (2021). *AGILE Practice Guide*, séptima edición. Project Management Institute, Inc.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Ingeniero con Maestría en Ingeniería.
- Experiencia profesional de al menos 1 años en gestión de proyectos de ingeniería.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Fundamentos de Ingeniería Ambiental

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Ambiental	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer semestre de la Maestría en Ingeniería y está diseñada para proporcionar los elementos básicos para la comprensión de los procesos químicos, físicos y biológicos clave de la Ingeniería Ambiental. Así mismo, los estudiantes obtendrán experiencia en métodos analíticos prácticos para evaluar la contaminación del medio ambiente y la eficiencia de los sistemas de tratamiento en ingeniería. Finalmente, los estudiantes analizarán diversas problemáticas ambientales regionales y nacionales y propondrán resoluciones sustentadas en los conocimientos adquiridos.

La asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de análisis en ingeniería:

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Fundamentos de Ingeniería Ambiental se relaciona con las asignaturas Monitoreo de la Contaminación Ambiental, Procesos Biológicos y Procesos Físicoquímicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Analiza la contaminación del agua, aire o suelo originada por actividades antropogénicas o naturales, utilizando métodos analíticos según las normas vigentes.
- Analiza métodos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo en un contexto global, ambiental y social, en concordancia con la normatividad vigente.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Describir los principios físicos, químicos y microbiológicos necesarios para comprender la contaminación en el medio ambiente.
- Determinar los contaminantes presentes en el agua, aire o suelo mediante el uso de métodos analíticos en el laboratorio.
- Evaluar los parámetros de calidad del agua, aire o suelo que deben cumplirse durante el manejo adecuado de residuos, en concordancia con la normatividad vigente.
- Identificar métodos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo, considerando un contexto global, social y ambiental.

6. Competencia de la asignatura

Analiza los fundamentos de las ciencias físicas, químicas y biológicas que sustentan la ingeniería ambiental para la resolución de problemáticas ambientales en los ámbitos, regionales y nacional.

7. Contenidos esenciales

Contexto histórico de la Ingeniería Ambiental. Fundamentos de química ambiental. Principios físicos en ingeniería ambiental. Fundamentos de biología y microbiología ambiental. Medición y análisis de parámetros ambientales.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Investigación documental
- Aprendizaje colaborativo
- Análisis de casos
- Prácticas en laboratorio

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Pruebas de desempeño
- Presentaciones orales
- Reportes escritos
- Resolución de problemas y ejercicios

Evaluación de producto – 20 %

- Reportes de laboratorio

10. Referencias

- Bertrand, J. C., Caumette, P., Lebaron, P., Matheron, R., Normand, P., Ngando, T. S. (2015). *Environmental microbiology: fundamentals and applications*. Springer.
- Davis M.L., Cornwell D.A. (2013). *Introduction to environmental engineering*, 5th Edition. Mc. Graw- Hill.
- Ivanov, V. (2016). *Environmental microbiology for engineers*. CRC press.
- Kaya S. I., Cetinkaya A., Ozkan S.A. (2022). *Green analytical chemistry approaches on environmental analysis*. Trends in Environmental Analytical Chemistry. Review. Volume 33, pp. e00157
- Keith L.H. (2017). *Environmental sampling and analysis: A practical guide*. Lewis Publishers.
- Manahan, S. E. (2011). *Fundamentals of environmental chemistry*. CRC press.
- Mihelcic, J., Zimmerman, J. (2012). *Ingeniería ambiental. Fundamentos, sustentabilidad y diseño*. Alfaomega.
- O'Neill, P. (2017). *Environmental chemistry*. Routledge.
- Reible, D. D. (2017). *Fundamentals of environmental engineering*. CRC Press.
- Spindola Vilela, C. L., Bassin J. P., Silva Peixoto R. (2018). *Water contamination by endocrine disruptors: Impacts, microbiological aspects and trends for environmental protection*. Environmental Pollution. Review. Volume 235, pp. 546-559.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Ambiental o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ambiental.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Monitoreo de la Contaminación Ambiental

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Ambiental	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

El estudio del Monitoreo de la Contaminación Ambiental es fundamental para la formación de los estudiantes de la Maestría en Ingeniería opción Ambiental, ya que proporciona fundamentos técnicos sobre los procedimientos usados para el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con respecto al ambiente a estudiar.

El propósito de esta asignatura es elaborar un protocolo de muestreo a partir de la planeación de los procedimientos usados en la colección, manejo y transferencia de muestras, considerando su representatividad respecto a las características físicas, químicas y biológicas del ambiente a estudiar.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de análisis en ingeniería:

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Monitoreo de la Contaminación Ambiental se relaciona con las asignaturas Fundamentos de Ingeniería Ambiental, Procesos Biológicos y Procesos Fisicoquímicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Establece procedimientos adecuados durante el monitoreo y análisis estadístico de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con respecto al ambiente a estudiar.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Seleccionar procedimientos adecuados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo.
- Elaborar un protocolo de muestreo mediante la planeación de los procedimientos usados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo.
- Realizar análisis de control y aseguramiento de la calidad de los protocolos de muestreo empleados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo.

6. Competencia de la asignatura

Elabora un protocolo de muestreo mediante la planeación de los procedimientos usados durante el monitoreo de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con respecto a las características físicas, químicas y biológicas del ambiente a estudiar.

7. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Investigación documental
- Aprendizaje colaborativo
- Análisis de casos

8. Contenidos esenciales

Introducción al monitoreo de la contaminación ambiental. Planeación de protocolos de muestreo. Control y aseguramiento de la calidad. Adquisición y procesamiento de datos. Muestreo de contaminantes en el suelo, agua y aire. Contaminantes físicos, químicos y microbiológicos. Introducción al análisis del impacto ambiental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Presentaciones orales
- Reportes escritos

Evaluación de producto – 30 %

- Protocolo de muestreo

10. Referencias

- Artiola J. F., Pepper I. L., Brusseau M. L. (2004). *Environmental Monitoring and Characterization*. Academic Press
- Brar S. K., Hegde K., Pachapur, V. L. (2019). *Tools, Techniques and Protocols for Monitoring Environmental Contaminants*. Elsevier
- Davis M. L., Cornwell D. A. (2013). *Introduction to environmental engineering*, 5th Edition. Mc. Graw- Hill, Inc.
- Gelfand A. E., Fuentes M., Hoeting J. A., Smith R. L. (2019). *Handbook of Environmental and Ecological Statistics*. CRC Press.
- Keith L. H. (1991). *Environmental sampling and analysis: A practical guide*. Lewis Publishers, Inc.
- Rath A. K. A. (2021). *Handbook of Environmental Impact Assessment: Concepts and Practice*. Cambridge Scholars Publishing.
- Popek E. (2018). *Sampling and Analysis of Environmental Chemical Pollutants: A Complete Guide*, 2nd edition. Elsevier.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Ambiental o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ambiental.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Estadística para Investigación en Ingeniería

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Ambiental	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Para la realización experimental y como parte del método científico, para probar las hipótesis o para alcanzar los objetivos de un proyecto de investigación se necesitan varios tópicos estadísticos para determinar el número de datos, el tipo de datos, la forma de analizarlos y las conclusiones que de ellos se deriven.

El propósito de esta asignatura es aportar los conocimientos y habilidades para el manejo de datos, mediante los siguientes temas: Inferencia Estadística, Muestreo Estadístico, Análisis de Varianza, Regresión y Correlación Lineal y Múltiple y Estadística no Paramétrica.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de análisis en ingeniería:

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Estadística para Investigación en Ingeniería se relaciona con las asignaturas Procesos Biológicos y Procesos Físicoquímicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Establece procedimientos adecuados durante el monitoreo y análisis estadístico de la contaminación del agua, aire o suelo, considerando su representatividad con respecto al ambiente a estudiar.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Seleccionar el tamaño de la muestra representativa más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería.

- Seleccionar el diseño estadístico paramétrico o no paramétrico más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería.
- Aplicar el diseño estadístico más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería.

6. Competencia de la asignatura

Aplica el diseño estadístico más apropiado para el planteamiento y análisis de datos en un proyecto de investigación de ingeniería.

7. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Investigación documental
- Aprendizaje colaborativo
- Análisis de casos

8. Contenidos esenciales

Determinación del tamaño y representatividad de una muestra. Estimación de diferentes parámetros poblacionales con base en la información de una muestra. Diseño del modelo estadístico más apropiado para una investigación, ya sea paramétrica o no paramétrica.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Pruebas de desempeño
- Presentaciones orales
- Resolución de problemas y ejercicios

Evaluación de producto – 20 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Bacchini R. D., Vázquez L. V., Bianco M. J., García Fronti J. I. (2018). *Introducción a la Probabilidad y a la Estadística*. CMA - IADCOM.
- Delgado de la Torre R. (2021). *Probabilidad y Estadística para Ciencias e Ingenierías*. Delta.
- Gavilán Luna F. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas*. Díaz Santos.

- González Betanzos, F. (2017). *Estadística aplicada en psicología y ciencias de la salud*. Manual Moderno.
- Gutiérrez Banegas A. L. (2018). *Probabilidad y estadística*. McGraw Hill.
- Montgomery D. (2019). *Design and analysis of experiments*, 10th Edition. John Wiley and Sons.
- Porras Cerrón J. C. (2017). *Pruebas no paramétricas usando R*. La Molina.
- Siegel, S., Castellan N. J. (2015). *Estadística no paramétrica*, 4ª Edición. Trillas.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Ambiental o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ambiental.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Procesos Biológicos

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Ambiental	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo período de la Maestría en Ingeniería y tiene como finalidad abordar los conceptos fundamentales presentes en la naturaleza y en los procesos unitarios de tipo biológico empleados para el tratamiento de los residuos. Además, contribuye al desarrollo de las siguientes competencias profesionales:

Análisis en ingeniería

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

Diseño en ingeniería

- Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Procesos Biológicos se relaciona con las asignaturas Fundamentos de Ingeniería Ambiental, Monitoreo de la Contaminación Ambiental, Estadística para Investigación en Ingeniería y Procesos Físicoquímicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Diseña alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento de residuos, a partir de los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados, que permitan cumplir con la normatividad vigente.
- Diseña soluciones innovadoras que contribuyan a la preservación, restauración y conservación del medio ambiente en un contexto global, acordes con la normatividad vigente.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Describir procesos biológicos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo, considerando un contexto global, social y ambiental.
- Justificar el uso de operaciones y procesos unitarios considerados en el tratamiento biológico de un residuo.
- Diseñar alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento biológico de residuos.
- Diseñar procesos innovadores de tratamiento biológico de residuos presentes en el agua, aire o suelo.

6. Competencia de la asignatura

Diseña el tratamiento biológico de un agua residual a partir de los parámetros biocinéticos obtenidos de procedimientos realizados en laboratorios considerando las tendencias actuales y la normatividad vigente.

7. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Investigación documental
- Aprendizaje colaborativo
- Análisis de casos

8. Contenidos esenciales

Microbiología en el tratamiento de los residuos. Fundamentos de los procesos aerobios y anaerobios, suspendidos y fijos para el tratamiento de las aguas residuales. Procesos biológicos para el tratamiento terciario. Procedimientos de diseño de sistemas biológicos. Manejo de los residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Presentaciones orales
- Reportes escritos

Evaluación de producto – 30 %

- Reporte de práctica de laboratorio

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Guang-Hao C., van Loosdrecht M., Ekama G. A., Brdjanovic D. (2020). *Biological wastewater treatment, Principles, modelling, and design*. IWA Publishing
- Lopez-Vazquez C., Volcke E., Wu D., van Loosdrecht M., Brdjanovic D., Chen G. (2022). *Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design: Examples & Exercises*. IWA Publishing.
- Mackenzie L. D. (2019). *Water and wastewater engineering: design principles and practice*, 2nd Edition. McGraw Hill.
- Madigan M. T., Martinko J. M., Parker J. (2015). *Brock Biología de los microorganismos*, 14^a Edición. Pearson Education.
- Ramalho R. S. (2012). *Introduction to wastewater treatment processes*. Elsevier Science.
- van Loosdrecht M. C. M., Nielsen Per Halkjaer, Lopez-Vazquez C. M. (2019). *Métodos experimentales para el tratamiento de aguas residuales*. IWA Publishing.
- van Loosdrecht M. C. M., Brdjanovic D., (2022). *Biological wastewater treatment: principles, modelling, and design*. IWA Publishing.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Ambiental o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ambiental.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Procesos Físicoquímicos

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Ambiental	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

En esta asignatura se estudian los procesos físicos y químicos utilizados en el tratamiento de aguas claras y aguas residuales. Asimismo, se estudian los modelos matemáticos, las características de las diferentes unidades, los elementos para el diseño y la operación de estas.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de las competencias profesionales:

Análisis en ingeniería

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

Diseño en ingeniería

- Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Procesos Físicoquímicos se relaciona con las asignaturas Fundamentos de Ingeniería Ambiental, Monitoreo de la Contaminación Ambiental, Estadística para Investigación en Ingeniería y Procesos Biológicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Diseña alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento de aguas, a partir de los procesos físicos y químicos involucrados, que permitan cumplir con la normatividad vigente.

- Diseña soluciones innovadoras que contribuyan a la preservación, restauración y conservación del medio ambiente en un contexto global, acordes con la normatividad vigente.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Describir procesos fisicoquímicos de prevención y mitigación de la contaminación en el agua, aire o suelo, considerando un contexto global, social y ambiental.
- Justificar el uso de operaciones y procesos unitarios considerados en el tratamiento fisicoquímico de un residuo.
- Diseñar alternativas de optimización o actualización a sistemas de tratamiento fisicoquímico de residuos.
- Diseñar procesos innovadores de tratamiento fisicoquímico de residuos presentes en el agua, aire o suelo.

6. Competencia de la asignatura

Diseña un plan de tratamiento fisicoquímico para un agua clara o agua residual a partir de los parámetros cinéticos obtenidos en el laboratorio, considerando las tendencias actuales y la normatividad vigente.

7. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Investigación documental
- Aprendizaje colaborativo
- Análisis de casos

8. Contenidos esenciales

Diseño y operación de unidades físicas y químicas para el tratamiento de aguas claras y aguas residuales: Cribado, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, neutralización, ablandamiento, adsorción, intercambio iónico, transferencia de gases, flotación, ultrafiltración, microfiltración, ósmosis inversa, desinfección y Oxidación Fenton.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Pruebas de desempeño
- Presentaciones orales
- Reportes escritos

Evaluación de producto – 40 %

- Reporte de práctica de laboratorio
- Proyecto integrador

10. Referencias

- Arboleda V.J. (1992). *Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del Agua*. CEPIS.
- Arceivala S. J., Asolekar S. R. (2017). *Wastewater Treatment for Pollution Control and Reuse*, 3rd Edition. McGraw Hill Education.
- Marín Galvin R. (2012). *Procesos fisicoquímicos de depuración de aguas*. Ediciones Díaz de Santos.
- Metcalf & Eddy, Tchobanoglous G., Stensel H., Tsuchihashi R., Burton F. (2013). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*, 5th Edition. McGraw Hill.
- Qasim S.R., Zhu G. (2018). *Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Rao M. N. (2020). *Waste Water Treatment*, 3rd Edition. Oxford & IBH Publishing.
- Spellman F. R. (2014). *Water and Wastewater Treatment Plant Operators: Water Treatment Operations*. CRC Press.
- Singh N. (2017). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Oxford Book Company.
- Shah M., Sarkar A., Mandal S. (2021). *Wastewater treatment*. Elsevier.
- Tambo N., Ogasawara K. (2020). *Physical and Chemical Separation in Water and Wastewater Treatment*. IWA Publishing.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Ambiental o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ambiental.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Planificación de Proyectos de Construcción

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	<i>Obligatorios</i>	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	64 horas
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	<i>A partir del primer periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Construcción</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Construcción y tiene la finalidad de preparar a los estudiantes para elaborar los planes de tiempo, costo para la etapa de ejecución de los proyectos de construcción. Durante su desarrollo los estudiantes conocerán las bases de la planeación de proyectos, analizarán el contexto de los proyectos que influyen en la planeación y adquirirán las competencias técnicas y administrativas para la elaboración de los planes. Además, la asignatura contribuirá al desarrollo de las siguientes competencias profesionales:

- **Gestión de proyectos.** Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- **Análisis en Ingeniería.** Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

- **Diseño en Ingeniería.** Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Planificación de Proyectos de Construcción se relaciona con la asignatura sello Gestión de Proyectos de Ingeniería, con la que se podrá cursar paralelamente, y con la asignatura obligatoria Control de Proyectos de Construcción, para la que servirá como antecedente.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Lidera personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas comunes.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficazmente.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.

Disciplinares

- **Matemáticas:** Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- **Herramientas Computacionales:** Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería
- **Ciencias Económico Administrativas:** Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.

Específicas

- Planifica proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

- Organiza proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- Analiza planos, especificaciones, documentos contractuales, normativa vigente y el contexto en la propuesta de procesos y métodos constructivos más eficaces y eficientes.
- Analiza los modelos de gestión de proyectos para mejorar los sistemas administrativos vigentes en las empresas de construcción.
- Diseña el plan de ejecución y control de un proyecto de construcción para cumplir con los requerimientos de las partes interesadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar los principios y la práctica de la gestión de los proyectos de construcción que inciden en su planificación.
- Analizar los planos, especificaciones, método de entrega, contrato, y situaciones contextuales como antecedente para planificar la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.
- Diseñar la estructura de desglose de los trabajos de la etapa de ejecución en un proyecto de construcción para facilitar la planificación.
- Elaborar una declaración general que describa cómo se llevará a cabo y cómo será administrada la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.
- Identificar los riesgos más importantes en la etapa de ejecución en un proyecto de construcción para su gestión óptima.
- Organizar el equipo de trabajo en sitio para una gestión óptima de la etapa de ejecución en los proyectos de construcción.
- Diseñar el programa de actividades en un proyecto de construcción.
- Proponer ajustes al programa de actividades para reducir la duración en un proyecto de construcción.
- Diseñar el plan de costos en un proyecto de construcción.
- Integrar los planes de costos y tiempo para administrar los recursos en la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.
- Proponer una distribución de recursos adecuada para su gestión en la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.
- Elaborar la programación financiera de la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.

6. Competencia de la asignatura

Planifica el tiempo y el costo en los proyectos de construcción para ejecutarlos con eficiencia y eficacia y satisfacer los requerimientos y necesidades

de los grupos de interés, considerando los contextos económico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

7. Contenidos esenciales

Principios y conceptos de la gestión de los proyectos de construcción. Análisis de los proyectos. Gestión de los riesgos. Organización de obra. Programación utilizando la técnica de redes. Métodos de programación. Ajuste de la duración del proyecto. Planeación de los costos de construcción. Presupuestación. Cuantificación de recursos. Integración del costo y tiempo. Planeación financiera del proyecto. Análisis de la distribución de recursos.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje autónomo y reflexivo.
- Aprendizaje basado en proyectos.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70%

- Resolución de problemas y ejercicios
- Avances del proyecto integrador
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 30%

- Proyecto integrador

10. Referencias

- *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK GUIDE*, Sixth Edition (2017). Project Management Institute.
- Ahuja, Dozzi & Abourizk (1994). *Project Management – Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*, 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Carson, Chris; Oakander, Pete; Relyea Craig (2014). *CPM Scheduling for Construction: Best Practices and Guidelines*. Project Management Institute.
- Halpin W., Daniel (2005). *Construction Management*, 3rd edition. John Wiley & Sons.

- Hinze, Jimmie W. (2008). *Construction Planning and Scheduling*, 3rd edition. Pearson / Prentice Hall.
- Howarth, Tim; and Greenwood, David (2018). *Construction Quality Management, Principles and Practice*, 2nd edition. Routledge, London, New York.
- Peterson, Steven J.; Dagostino, Frank R. (2019). *Estimating in Building Construction*, 9th edition. Pearson.
- Razzak Rumane, Abdul (2018). *Quality Management in Construction Projects*, 2nd Edition. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida, EE.UU.
- Serpell Bley, Alfredo y Alarcón Cárdenas, Luis F. (2015). *Planificación y Control de Proyectos*, reimpresión cuarta edición, marzo 2015. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Varela, Leopoldo (2014). *Costos de Construcción para arquitectos e ingenieros*. Varela Ingeniería de Costos.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería en Construcción o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Construcción.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Gestión de la Información para la Construcción

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Construcción	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Construcción y tiene la finalidad de analizar y sintetizar el proceso de gestión de la información de construcción durante el ciclo de vida de un proyecto de ingeniería. Durante la misma, el estudiante analizará las necesidades de gestión de información de construcción de los participantes en un proyecto en las diferentes etapas del ciclo de vida del mismo, identificando las cualidades de: la interoperabilidad en los intercambios de información, el aseguramiento de calidad de los entregables de información, los riesgos y responsabilidades en el manejo de la información, la seguridad en la administración de la información, necesarios para el adecuado soporte de los procesos de gestión de proyectos de construcción, para sintetizarlos en un plan de implementación de la gestión de la información de construcción de un proyecto de ingeniería. Contribuye también al desarrollo de las competencias profesionales:

- **Gestión de proyectos.** Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- **Análisis en ingeniería.** Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- **Diseño en ingeniería.** Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad

3. Relación con otras asignaturas

Esta asignatura se relaciona con las asignaturas obligatorias y Control de Obras, Planeación de Proyectos de Construcción, para las que servirá como complemento.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- **Herramientas Computacionales:** Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- **Ciencias Económico Administrativas:** Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.

Específicas

- Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos.
- Planifica proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

- Organiza proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- Analiza la gestión de la información en la construcción para una eficiente toma de decisiones.
- Diseña modelos de información en los proyectos de construcción apegándose a las normas y estándares vigentes.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Evaluar las necesidades y establece los objetivos en el proyecto.
- Definir los usos BIM en el proyecto.
- Analizar los métodos de gestión de entregas en el proyecto.
- Definir la matriz de responsabilidades en el proyecto.
- Definir la infraestructura de gestión de información en el proyecto.
- Producir los modelos de Información de manera colaborativa en el proyecto.
- Gestionar los modelos de información en el proyecto.

6. Competencia de la asignatura

Elabora un plan de implementación de la gestión de la información de construcción en un proyecto de ingeniería con base a estándares internacionales.

7. Contenidos esenciales

Gestión de información de construcción. Madurez de la gestión de información en las organizaciones. Requerimientos de información. Gestión y producción de los modelos de información.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo.
- Resolución de casos de estudio.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje mediado por las TIC.
- Aprendizaje basado en proyectos.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 40 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- International Organization for Standardization (2018-2022). *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) Series*. ISO
- International Organization for Standardization (2018). *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries Part 1*. ISO.
- Messner, John et al (2022). *BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0*. Penn State University.
- Sacks, Rafael et al. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, 3rd Edition. Wiley
- Wu, Wei et al (2021). *Developing BIM Talent: A Guide to the BIM Body of Knowledge with Metrics, KSAs, and Learning Outcomes*. Wiley.

11. Perfil deseable del docente/asesor virtual

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería o afín.
- Experiencia profesional mínima de al menos 1 año en gestión de modelos de información de proyectos de construcción.
- Experiencia docente en educación superior mínimo de 1 año.
- Es necesario que el profesor posea todas las competencias que se declaran en la asignatura.

Gestión de la Calidad y la Seguridad en la Construcción

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

<i>Tipo de créditos</i>	<i>Obligatorios</i>	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	64 horas
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	<i>A partir del primer periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Construcción</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo del programa de Maestría en Ingeniería opción Construcción y tiene la finalidad de preparar a los estudiantes en la planeación y el control de la calidad y la seguridad de los proyectos de construcción. Durante la misma, el estudiante conocerá los conceptos básicos y principios de la gestión de la calidad, así como la normatividad y estándares vigentes sobre seguridad en la construcción, que le permitirá elaborar los planes para la gestión de la calidad y la seguridad en los proyectos de construcción. Además, contribuye al desarrollo de las siguientes competencias profesionales:

- **Gestión de proyectos.** Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- **Diseño en ingeniería.** Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Sistemas de Calidad en la Construcción se relaciona con la asignatura sello de Gestión de Proyectos de Ingeniería, así como con Planificación de Proyectos de Construcción, con las cuales se podrá cursar paralelamente.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Lidera personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas comunes.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficazmente.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.

Disciplinares

- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Planifica proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- Analiza los modelos de gestión de proyectos para mejorar los sistemas administrativos vigentes en las empresas de construcción.
- Diseña el plan de ejecución y control de un proyecto de construcción para cumplir con los requerimientos de las partes interesadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Aplicar los conceptos básicos y principios de la gestión de la calidad en la planeación y el control de proyectos de construcción.
- Aplicar la normatividad y los estándares pertinentes en la planeación y el control de la seguridad de proyectos de construcción.
- Analizar la pertinencia de los diferentes modelos y estándares, que sirven de base en el diseño del sistema de calidad de una organización, en cuanto a su aplicación en la gestión de la calidad de proyectos de construcción.

- Desarrollar el plan para la gestión de la calidad y la seguridad en un proyecto de construcción, considerando los modelos y estándares pertinentes para el contexto en el que se desarrollará, así como el cumplimiento de la normatividad vigente.

6. Competencia de la asignatura

Elabora los planes para la gestión de la calidad y la seguridad en los proyectos de construcción, considerando los modelos y estándares pertinentes para el contexto, así como el cumplimiento de la normatividad vigente.

7. Contenidos esenciales

Conceptos básicos y principios de la gestión de la calidad. Modelos para la gestión de la calidad. Normatividad y estándares de seguridad en la construcción. Planeación y control de la calidad en los proyectos de construcción. Planeación y control de la seguridad en proyectos de construcción.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje orientado a proyectos

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso (70%)

- Resolución de problemas y ejercicios
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto (30%)

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Abdul Razzak, R. (2018). *Quality Management in Construction Projects*, 2nd Edition. Taylor & Francis.
- *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK GUIDE*, Sixth Edition (2017). Project Management Institute.
- Norma Internacional ISO 9001 (2015): Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos (Traducción Oficial). ISO.
- *Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

- OSHA (2016). *Recommended Practices for Safety & Health Programs in Construction*. Occupational Safety and Health Administration. (Clásico)
- Sears, S. K.; Sears, Glenn A. y Clough, R. H. (2008). *Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management*, 5th edition. John Wiley & Sons. (Clásico)

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Ingeniero Civil con Maestría en Ingeniería en Construcción o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Construcción.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Administración de Empresas Constructoras

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Construcción	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería opción Construcción y tiene la finalidad de analizar las funciones de la administración en el contexto de una empresa constructora, para hacerlas competitivas y consolidarlas, tomando en cuenta la ética y responsabilidad social.

Contribuye también al desarrollo de las competencias profesionales:

- Gestión de proyectos. Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- Diseño en ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad

3. Relación con otras asignaturas

Esta asignatura se relaciona con las asignaturas obligatorias Planificación de Proyectos de Construcción, Control de Proyectos de Construcción, Gestión de la Información para Construcción y Gestión de Proyectos, para las que servirá como complemento.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Lidera personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas comunes.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Regula sus emociones y actitudes para trabajar bajo presión y afrontar retos y dificultades de la vida.
- Establece relaciones interpersonales basadas en la comunicación constructiva, asertiva e inclusiva.

Disciplinares

- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Aplica el enfoque sistémico para la entrega de valor en los proyectos.
- Analiza la gestión de la información en la construcción para una eficiente toma de decisiones.
- Analiza los modelos de gestión de proyectos para mejorar los sistemas administrativos vigentes en las empresas de construcción.
- Diseña la organización de una empresa constructora considerando el contexto en que se desarrollará.
- Gestiona empresas constructoras considerando la responsabilidad social.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar las características y particularidades de la industria de la Construcción en México como insumo fundamental en la administración de las empresas constructoras.
- Analizar las escuelas administrativas más importantes y que impactan o se aplican en la industria de la construcción.
- Proponer los criterios para la creación de una nueva empresa constructora ubicada en el contexto nacional.
- Analizar críticamente los métodos aplicables en la planeación estratégica en la industria de la construcción.
- Diseñar una estructura organizacional eficiente en una empresa constructora.
- Gestionar la cadena de suministro de insumos de construcción para el buen desempeño en la empresa constructora.
- Analizar las necesidades de información para el soporte de las funciones de la administración en la empresa constructora.
- Establecer políticas para la creación de una cultura de responsabilidad social en la empresa constructora.

6. Competencia de la asignatura

Aplica las teorías de la administración más adecuadas en la gestión de empresas constructoras, tomando en cuenta la ética y responsabilidad social

7. Contenidos esenciales

La industria de la construcción. Escuelas de administración. La planificación, análisis de contratos. La organización. La dirección. El control. Tecnologías de la información en las empresas constructoras. Gestión de la cadena de suministro. Responsabilidad social de las empresas constructoras.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo.
- Resolución de casos de estudio.
- Aprendizaje colaborativo.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 75 %

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 25 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Coulter, Mary K. et al (2018). *Administración*, Pearson Educación de México.
- DuBrin, J.A (2012). *Essentials of Management*, Cengage Learning.
- Koontz, H et al (2017). *Administración: Una perspectiva global y empresarial 15ª Edición*, McGraw-Hill.
- Mintzberg, Henry (2006). *Mintzberg y la Dirección*, Díaz de Santos.
- Thompson, A., et al. (2018). *Administración estratégica: Teoría y casos. 2ª Edición*, McGraw-Hill.
- Suárez, Carlos (2005). *Administración de Empresas Constructoras*, Limusa.

11. Perfil deseable del docente/asesor virtual

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería en Construcción o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Construcción.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Control de Proyectos de Construcción

Asignatura obligatoria/optativa

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	A partir del segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Construcción	
Requisitos académicos previos	Planificación de Proyectos	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo período de la Maestría en Ingeniería opción Construcción y tiene la finalidad de preparar a los estudiantes para elaborar los documentos de control para la etapa de ejecución de los proyectos de construcción. Durante su desarrollo los estudiantes conocerán las bases del control de obra, analizarán junto con el plan del proyecto y el contexto de su ejecución los escenarios más comunes que se presentan en el control de una obra; y adquirirán las competencias técnicas y administrativas para la elaboración de los documentos de control, así como la metodología de control del avance. Además, la asignatura contribuirá al desarrollo de las siguientes competencias profesionales:

- Gestión de proyectos. Gestiona proyectos de ingeniería complejos en entornos multidisciplinarios, como miembro o líder de un equipo, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- Diseño en Ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y

modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Control de Obras se relaciona con la asignatura sello: Gestión de Proyectos de Ingeniería, con la que se podrá cursar paralelamente, y con la asignatura obligatoria: Planificación de Proyectos de Construcción, para la que servirá como complemento.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Lidera personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas comunes.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficazmente.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.

Específicas

- Organiza proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.
- Controla proyectos de ingeniería para satisfacer los requerimientos y necesidades de los grupos de interés, considerando los contextos económico, científico, tecnológico, social, cultural y ambiental.

- Analiza planos, especificaciones, documentos contractuales, normativa vigente y el contexto en la propuesta de procesos y métodos constructivos más eficaces y eficientes.
- Analiza los modelos de gestión de proyectos para mejorar los sistemas administrativos vigentes en las empresas de construcción.
- Diseña el plan de ejecución y control de un proyecto de construcción para cumplir con los requerimientos de las partes interesadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar el proyecto ejecutivo, la planeación del proyecto, los rendimientos de las actividades en un proyecto.
- Realizar el inventario de trabajo por ejecutar semanal en un proyecto en control
- Elaborar las órdenes de trabajo semanal en un proyecto en control.
- Determinar la fuerza de trabajo semanal para cumplimiento del programa maestro de un proyecto en control.
- Elaborar las estimaciones de avance semanal de un proyecto en control.
- Realizar el comparativo entre ordenes de trabajo y estimaciones de avance semanal de un proyecto en control.
- Elaborar requisiciones y órdenes de compra de un proyecto en control
- Elaborar movimientos en almacenes: Entradas, Salidas y Traslados en la obra objeto de un proyecto en control.
- Elaborar la re planeación semanal del trabajo faltante por ejecutar de un proyecto en control.
- Elaborar los ajustes al programa de procuración de un proyecto en control.
- Elaborar las curvas de tiempo costo para Valor Ganado y Programación Ganada de un proyecto en control.
- Obtener los indicadores de desempeño de un proyecto en control.
- Evaluar el avance en la etapa de ejecución de un proyecto de construcción.
- Actualizar las redes como respuesta al avance real de la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.
- Elaborar los reportes de avances y costos durante la etapa de ejecución en un proyecto de construcción.

6. Competencia de la asignatura

Evalúa el desempeño de un proyecto de construcción mediante herramientas de control de manera oportuna.

7. Contenidos esenciales

Programa y documentos de Producción. Órdenes de Trabajo. Estimaciones de Pago y Anticipos a Subcontratistas. Orden de Cambios en los Trabajos. Estimaciones de cobro. Programas y documentos de Procuración. Requisiciones de Material y Equipo. Órdenes de Compra. Movimientos de Almacén - Entradas / Salidas / Traslados. Facturación. Control rígido y control flexible. Determinación del avance. Actualización de redes. Indicadores de Desempeño. Toma de acciones correctivas. Elaboración de reportes.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje autónomo y reflexivo.
- Aprendizaje basado en proyectos.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Actividades de Aprendizaje con TIC
- Prueba de desempeño

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Abdul Razzak Rumane (2018). *Quality Management in Construction Projects*, Second Edition. Taylor & Francis.
- *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK GUIDE, Sixth Edition (2017)*. Project Management Institute.
- Frank R. Dagostino, Steven J. Peterson (2011). *Estimating in Building Construction*, 7th edition. Prentice Hall.
- Halpin W., Daniel (2005). *Construction Management*, 3rd edition. John Wiley & Sons.
- Lipke W (2003). *Schedule is Different*. The Measure News, volume March, 2003: 10-15.
- Lipke W., Zwikael O., Henderson, K., Anbari F. (2009). *Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes*. International Journal of Project Management, volume 27 (issue 4), 2009: 400-407.
- Solís-Carcaño R.G., Morfín-García C.S., Zaragoza-Grifé J.N (2017). *Time and cost control in construction projects in southeast Mexico*. Ingeniería

Investigación y Tecnología, volume XVIII (issue 4), October-December 2017: 411-422.

- Solís R., Corona G., García, A. (2015). *The use of project time management processes and the schedule performance of construction projects in Mexico*. Journal of Construction Engineering, 2015: 9

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería en Construcción o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Construcción.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Matemáticas Avanzadas para Ingeniería

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Energías Renovables	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

El estudio de las Matemáticas Avanzadas para Ingeniería es importante para la formación de los estudiantes del posgrado en ingeniería opción Energías Renovables ya que les proporciona los fundamentos de análisis matemático necesarios para modelar y resolver problemas complejos en ingeniería.

El propósito de esta asignatura es aplicar los conceptos matemáticos necesarios para la solución de problemas de energía, implementando soluciones exactas y numéricas. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia de análisis en ingeniería:

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

Matemáticas Avanzadas para Ingeniería se relaciona con las asignaturas obligatorias: Conversión de Energía Renovable, Sistemas Fotovoltaicos, Sistemas Eólicos y Sistemas Fototérmicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Aplica métodos matemáticos avanzados mediante técnicas de modelado, obtención de soluciones analíticas y simulación de los diversos fenómenos presentes en un sistema de aprovechamiento energético.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Resolver modelos matemáticos en fenómenos de ingeniería utilizando herramientas avanzadas de álgebra lineal, análisis de Fourier y Laplace.
- Analizar modelos complejos en problemas de ingeniería utilizando herramientas computacionales de matemáticas avanzadas.

6. Competencia de la asignatura

Emplea los conceptos matemáticos en la solución de problemas de energía mediante el planteamiento de modelos matemáticos y sus soluciones tanto exactas como numéricas.

7. Contenidos esenciales

Variable compleja. Análisis de Fourier. Ecuaciones diferenciales parciales. Teoría de Sturm-Liouville. Métodos numéricos (diferencias finitas).

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Simulación por computadora.
- Aprendizaje colaborativo.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Pruebas de desempeño
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 20 %

- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Arfken, G. B., Weber, H. J., Harris, F. E. (2012). *Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide*. 7th edition, Academic Press.
- Bayin, S. (2018). *Mathematical Methods in Science and Engineering*, 2nd Edition. Wiley.
- Glyn J. (2018). *Advanced modern engineering mathematics, Fifth edition*, Pearson.
- Kreysig E. (2020). *Advanced Engineering Mathematics, 10th edition*. Wiley.
- Potter M. C., Lessing J. L., Aboufadel E. F. (2019). *Advanced Engineering Mathematics, Fourth edition*. Springer.
- Tang K. T. (2007). *Mathematical Methods for Engineers and Scientists 3: Fourier Analysis, Partial Differential Equations and Variational Methods*, Springer. (clásico)
- Tang K. T. (2007). *Mathematical Methods for Engineers and Scientists 1: Complex Analysis, Determinants and Matrices*, Springer. (clásico)
- Zill D. (2022). *Advanced Engineering Mathematics, Seventh edition*. Jones & Bartlett.

11. Perfil deseable del docente

- Posgrado en ingeniería en energías renovables o afín.
- Experiencia profesional en ingeniería mínima de 1 año
- Experiencia docente mínima de 1 año
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Conversión de Energía Renovable

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Energías Renovables	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

El estudio de la Conversión de Energía Renovable es importante para la formación de los estudiantes del posgrado en ingeniería opción Energías Renovables ya que les proporciona los fundamentos técnicos de los procesos de evaluación y aprovechamiento del recurso energético disponible en una región.

El propósito de esta asignatura es analizar el principio de funcionamiento de las tecnologías presentes en sistemas de aprovechamiento energético de las fuentes renovables utilizando métodos analíticos, implementación en laboratorio y validación en simulación con un enfoque de sustentabilidad y normatividad. Además, esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia de análisis en ingeniería:

- Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

Conversión de Energía Renovable se relaciona con las asignaturas Matemáticas Avanzadas, Sistemas Fotovoltaicos, Sistemas Eólicos y Sistemas Fototérmicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Evalúa el potencial energético en estaciones de monitoreo de los recursos renovables solar y eólico utilizando modelos analíticos, herramientas computacionales e instrumentos de medición.
- Diagnostica sistemas de eficiencia energética en instalaciones residenciales o industriales considerando los aspectos de aprovechamiento, gestión energética, aspectos económicos y técnicos.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Presentar una revisión de la literatura de las técnicas de aprovechamiento de los recursos renovables con potencial energético identificado en México.

- Analizar los principios físicos de funcionamiento de las tecnologías de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables con potencial energético identificado en México.
- Realizar un estudio del potencial energético solar y eólico en un sitio geográfico específico utilizando estaciones de monitoreo, bases de datos o modelos computacionales.
- Desarrollar diagnósticos de consumo energético contemplando los parámetros para el uso eficiente de la energía en una edificación o proceso productivo.

6. Competencia de la asignatura

Analiza el principio de funcionamiento en proyectos de aprovechamiento del recurso energético de fuentes renovables mediante modelos analíticos, herramientas computacionales e instrumentos de medición.

7. Contenidos esenciales

Estado energético mundial. Evaluación del potencial solar y eólico de una región. Fundamentos de conversión solar fotovoltaica. Fundamentos de conversión solar térmica. Fundamentos de conversión eólica. Otras fuentes de energía y vectores energéticos. Diagnóstico de consumo energético.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Simulación por computadora.
- Aprendizaje colaborativo.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Asif M., Nadeem F., Tariq R., Rashid U. (2021). *Renewable and Alternative Energy Resources*. Academic Press.
- Blaabjerg F., Ionel D. M. (2017). *Renewable Energy Devices and Systems with Simulations in MATLAB® and ANSYS®*. CRC Press.
- Boyle, G. (2004). *Renewable Energy, 2nd Edition*. Oxford University Press. (clásico)
- Breeze P. (2019). *Power generation technologies*. Newnes.
- Da Rosa A. V., Ordoñez J. C. (2021). *Fundamentals of Renewable Energy Processes, 4th Edition*. Academic Press.
- Kamram M., Fazal M. R., (2021). *Renewable energy conversion systems: Technologies, Design and Operation*. Academic Press.
- Sahni M., Sahni R. (2022). *Applied Mathematical Modeling and Analysis in Renewable Energy*. CRC Press.

11. Perfil deseable del docente

- Posgrado en ingeniería en energías renovables o afín.
- Experiencia profesional en ingeniería mínima de 1 año
- Experiencia docente mínima de 1 año
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Sistemas Fotovoltaicos

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Energías Renovables	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

El estudio de los sistemas fotovoltaicos es importante para la formación de los estudiantes del posgrado en ingeniería opción Energías Renovables, ya que proporciona los fundamentos técnicos e ingenieriles para la planeación, ejecución y operación de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red y autónomos.

El propósito de esta asignatura es diseñar sistemas fotovoltaicos para aplicaciones aisladas o interconectadas a la red, utilizando métodos analíticos, de simulación e implementación práctica, considerando la integración de aspectos técnicos, económicos y la normativa vigente.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de diseño en ingeniería:

- Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

Sistemas Fotovoltaicos se relaciona con las asignaturas obligatorias: Conversión de Energía Renovable, Matemáticas Avanzadas y Sistemas Fototérmicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Evalúa la factibilidad técnica en sistemas de aprovechamiento de recursos renovables utilizando técnicas estadísticas, computacionales y criterios de eficiencia de manera congruente con la normatividad vigente.
- Evalúa la factibilidad económica en los proyectos de sistemas de aprovechamiento de energías renovables utilizando modelos analíticos, financieros y herramientas computacionales avanzadas de manera congruente con la normatividad vigente.
- Diseña componentes en sistemas de aprovechamiento de las energías renovables, utilizando técnicas avanzadas de modelado, optimización y control.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Evaluar la operación y desempeño de instalaciones fotovoltaicas, en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región, utilizando técnicas analíticas y computacionales.
- Realizar un estudio de viabilidad técnica y cumplimiento de normas de sistemas fotovoltaicos en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región.
- Desarrollar un estudio financiero de un proyecto fotovoltaico en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.
- Evaluar, mediante herramientas simulación o pruebas de campo, el desempeño de los elementos que componen una instalación fotovoltaica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.
- Realizar el diagnóstico del consumo energético en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.

6. Competencia de la asignatura

Diseña sistemas fotovoltaicos en instalaciones aisladas o interconectadas a red mediante modelos analíticos, diagnóstico energético y herramientas computacionales, considerando la normativa vigente.

7. Contenidos esenciales

Evaluación del recurso solar. Elementos del sistema fotovoltaico. Sistemas fotovoltaicos interconectados. Sistemas fotovoltaicos autónomos. Diagnóstico y operación de sistemas fotovoltaicos. Simulación computacional de sistemas fotovoltaicos.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Simulación por computadora.
- Aprendizaje colaborativo.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.

- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Abou J., Hossain E. (2021) *Photovoltaic Systems: Fundamentals and Applications*, Springer.
- Comisión Federal de Electricidad. (2008). *Especificación CFE G0100-04. Interconexión a la Red Eléctrica de Baja Tensión de Sistemas Fotovoltaicos con Capacidad hasta 30 kW*. Comisión Federal de Electricidad.
- Consejo Nacional de Normalización y Certificación. (2008). *Estándar de Competencia 586.01. Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria*. Consejo Nacional de Normalización y Certificación.
- Jamil M., Rizwan M., Khotari D. (2018) *Grid integration of solar photovoltaic systems*. CRC Press.
- Messenger, R., Abtahi A. (2017). *Photovoltaic Systems Engineering, 4th edition*. CRC Press.
- Pearsall, N. (2016). *The Performance of Photovoltaic (PV) Systems: Modelling, Measurement and Assessment*. Elsevier Science.
- Sánchez, A. (2017). *Aplicaciones Fotovoltaicas de la Energía Solar en los Sectores Residencia, Servicio e Industrial*. CONACYT.
- Xiao, W. (2017). *Photovoltaic Power System*. John Wiley & Sons, Inc.

11. Perfil deseable del docente

- Posgrado en ingeniería en energías renovables o afín.
- Experiencia profesional en ingeniería mínima de 1 año
- Experiencia docente mínima de 1 año
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Sistemas Eólicos

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	<i>Obligatorios</i>	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	64 horas
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	<i>Segundo periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Energías Renovables</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

La asignatura Sistemas Eólicos proporciona al estudiante de posgrado las herramientas para diseñar unidades de aerogenerador utilizadas en sistemas de aprovechamiento energético ya sea de operación autónoma o conectadas a la red.

En esta asignatura se proporcionan los elementos técnicos para el modelado, validación, instalación y operación mediante simulación y pruebas de laboratorio con el objeto de diseñar sistemas de generación eólica considerando tecnologías actuales y normatividad vigente.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de diseño en ingeniería:

- Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

Sistemas Eólicos se relaciona con las asignaturas obligatorias: Matemáticas Avanzadas y Conversión de Energía Renovable.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Evalúa la factibilidad técnica en sistemas de aprovechamiento de recursos renovables utilizando técnicas estadísticas, computacionales y criterios de eficiencia de manera congruente con la normatividad vigente.
- Evalúa la factibilidad económica en los proyectos de sistemas de aprovechamiento de energías renovables utilizando modelos analíticos, financieros y herramientas computacionales avanzadas de manera congruente con la normatividad vigente.
- Diseña componentes en sistemas de aprovechamiento de las energías renovables utilizando técnicas avanzadas de modelado, optimización y control.
- Diseña sistemas para la generación de potencia a partir de fuentes de energía renovables en instalaciones autónomas o interconectadas a red

considerando las diversas metodologías de operación, mantenimiento, administración, normatividad vigente y análisis de costos.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Evaluar la operación y desempeño de sistemas eólicos en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región, utilizando técnicas analíticas y computacionales.
- Realizar un estudio de viabilidad técnica y cumplimiento de normas en sistemas eólicos en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región.
- Desarrollar un estudio financiero de un proyecto de generación eólica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.
- Diseñar los elementos que componen una instalación eólica aislada o interconectada a red mediante herramientas simulación y pruebas de campo.

6. Competencia de la asignatura

Diseña sistemas en instalaciones eólicas en sitio y laboratorio mediante modelos analíticos y computacionales de aerogeneradores, considerando la normatividad vigente.

7. Contenidos esenciales

Componentes de turbinas de viento. Perfiles de aspas de turbinas. Elementos eléctricos en aerogeneradores. Modelado y simulación. Instalación de aerogeneradores.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Simulación por computadora.
- Aprendizaje colaborativo.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Anderson C. (2020). *Wind Turbines: Theory and Practice*. Cambridge University Press.
- Burton, T., Jenkins N., Bossanyi E., Sharpe D., Graham M. (2021). *Wind Energy Handbook, Third edition*. Wiley.
- Hansen M. (2015). *Aerodynamics of Wind Turbines, Third Edition*. Earthscan.
- Hau E. (2013). *Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Third edition*. Springer.
- Rosato, M. A. (2019). *Small Wind Turbines for Electricity and Irrigation*. CRC Press.
- Roy A., Bandyopadhyay S. (2019). *Wind Power Based Isolated Energy Systems*. Springer.
- Vaugh N., Starcher K. (2019). *Wind Energy: renewable energy and the environment*. CRC Press.

11. Perfil deseable del docente

- Posgrado en ingeniería en energías renovables o afín.
- Experiencia profesional en ingeniería mínima de 1 año
- Experiencia docente mínima de 1 año
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Sistemas Fototérmicos

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Energías Renovables	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

El estudio de los sistemas fototérmicos es importante para la formación de los estudiantes del posgrado en ingeniería opción Energías Renovables, ya que proporciona los fundamentos técnicos e ingenieriles para una mejor integración de estos sistemas como fuentes de energía confiables dentro una transición energética más sustentable.

El propósito de esta asignatura diseñar sistemas fototérmicos utilizando los elementos teóricos y prácticos y aplicando métodos analíticos, de simulación e implementación práctica, considerando la normativa vigente.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de diseño en ingeniería:

- Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

Sistemas Fototérmicos se relaciona con las asignaturas obligatorias: Conversión de Energía Renovable, Matemáticas Avanzadas y Sistemas Fotovoltaicos.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Evalúa la factibilidad técnica en sistemas de aprovechamiento de recursos renovables utilizando técnicas estadísticas, computacionales y criterios de eficiencia de manera congruente con la normatividad vigente.
- Evalúa la factibilidad económica en los proyectos de sistemas de aprovechamiento de energías renovables utilizando modelos analíticos, financieros y herramientas computacionales avanzadas de manera congruente con la normatividad vigente.
- Diseña componentes en sistemas de aprovechamiento de las energías renovables utilizando técnicas avanzadas de modelado, optimización y control.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Evaluar el desempeño de los elementos que componen una instalación fototérmica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.
- Realizar un estudio de viabilidad técnica y cumplimiento de normas en sistemas de aprovechamiento solar térmico en aplicaciones domésticas, comerciales o industriales de la región.
- Desarrollar un estudio financiero de un proyecto solar térmico en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.
- Evaluar el desempeño de los elementos que componen una instalación fototérmica en una aplicación doméstica, comercial o industrial de la región.

6. Competencia de la asignatura

Diseña sistemas fototérmicos en instalaciones domésticas, comerciales o industriales mediante modelos analíticos, diagnóstico energético y herramientas computacionales, considerando la normativa vigente.

7. Contenidos esenciales

Solarimetría. Sistemas fototérmicos de baja temperatura. Sistemas fototérmicos de mediana y alta temperatura. Aplicaciones domésticas e industriales de los sistemas fototérmicos. Simulación computacional de los sistemas fototérmicos.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Simulación por computadora.
- Aprendizaje colaborativo.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 60 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 40 %

- Proyecto integrador

- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Ali, H. M., Jamil, F., & Babar, H. (2021). *Thermal Energy Storage*. Springer Singapore.
- Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2020). *Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones, sexta edición*. McGraw-Hill Interamericana.
- Dincer, I., & Rosen, M. A. (2021). *Thermal energy storage systems and applications*. John Wiley & Sons.
- Duffie, J. A., Beckman, W. A., & Blair, N. (2020). *Solar engineering of thermal processes, photovoltaics, and wind*. John Wiley & Sons.
- Kalogirou, S. A. (2013). *Solar energy engineering: processes and systems. 2nd edition*. Academic press.
- Martin, C. L., & Goswami, D. Y. (2019). *Solar energy pocket reference*. Routledge.
- Rugescu, R. (Ed.). (2013). *Application of solar energy*. BoD–Books on Demand.
- Sukhatme, S. P., & Nayak, J. K. (2017). *Solar energy*. McGraw-Hill Education.

11. Perfil deseable del docente

- Posgrado en ingeniería en energías renovables o afín.
- Experiencia profesional en ingeniería mínima de 1 año
- Experiencia docente mínima de 1 año
- Poseer las competencias que se declaran en la asignatura.

Mecánica del Medio Continuo

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Estructuras	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Estructuras y tiene la finalidad de analizar el comportamiento de cuerpos deformables sometidos a un estado general de esfuerzos y deformaciones mediante la teoría de la Mecánica del Medio Continuo. El estudiante analizará la cinemática de las partículas que forman un medio continuo, establecerá las relaciones entre esfuerzos y deformaciones con la teoría de la elasticidad lineal; evaluará criterios de falla de un medio continuo considerando diferentes materiales, estados de esfuerzos y deformaciones. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- **Análisis en Ingeniería.** Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Mecánica del Medio Continuo se relaciona con las asignaturas obligatorias Análisis Estructural Avanzado, Método del Elemento Finito y Dinámica Estructural.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.

Específicas

- Analiza los esfuerzos y las deformaciones que se presentan en elementos y sistemas estructurales utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar la cinemática y el estado de deformaciones en estructuras continuas, considerando diferentes tipos de modelos (uno, dos o tres dimensiones), como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Analizar el estado de esfuerzos en puntos de estructuras continuas, considerando diferentes materiales, tipos de modelos (uno, dos o tres dimensiones), como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

6. Competencia de la asignatura

Analiza el comportamiento de cuerpos deformables sometidos a un estado general de esfuerzos y deformaciones mediante la teoría de la Mecánica del Medio Continuo, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

7. Contenidos esenciales

Algebra de tensores. Cinemática de partículas. Tensores de deformaciones y esfuerzos. Teoría de elasticidad. Criterios de falla. Ecuaciones de gobierno. Determinación experimental de desplazamientos, deformaciones y esfuerzos.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Prácticas en laboratorio
- Aprendizaje mediado por las TIC

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Reporte de resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 20 %

- Reporte de prácticas de laboratorio

10. Referencias

- Heimbokel J. H. (1996). *Introduction to Tensor Calculus and Continuum Mechanics*. Trafford.
- Levi E. (1989). *Elementos de Mecánica del Medio Continuo*. Limusa.
- Marveln L.E. (1969). *Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium*. Prentice-Hall, Inc.
- Oliver X., Agelet C. (2002). *Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros*. Alfaomega- Ediciones UPC.
- Timoshenko S., Godier J. (2010). *Theory of Elasticity*. McGraw-Hill.
- Vieira E. (2012). *Mecánica del Medio Continuo – Conceptos Básicos*. CIMNE.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería opción Estructuras o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Estructuras.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Análisis Estructural Avanzado

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Estructuras	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Estructuras y tiene la finalidad de analizar la respuesta de armaduras, marcos y parrillas sujetas a acciones estáticas por métodos matriciales y programas computacionales. Durante la misma, el estudiante analizará estructuras considerando diferentes tipos de apoyos, cargas, secciones transversales (constante y variable) y formulaciones (flexión y flexión-cortante). Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Análisis Estructural Avanzado se relaciona con las asignaturas obligatorias Mecánica del Medio Continuo, Método del Elemento Finito y Dinámica Estructural.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Analiza la respuesta de elementos y sistemas estructurales sujetos a diversas acciones utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar armaduras sujetas a diversas acciones estáticas, tales como cargas puntuales, temperatura y asentamientos, considerando diferentes tipos de apoyos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Analizar marcos sujetos a diversas acciones estáticas, tales como cargas puntuales, repartidas, temperatura y asentamientos, considerando diferentes tipos de apoyos, secciones transversales (constante, variable, zona rígida) y tipos de formulación (flexión, flexión y cortante combinados), como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Analizar parrillas sujetas a diversas acciones estáticas, tales como cargas puntuales, repartidas y asentamientos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Reconocer los tipos de análisis no lineal que se pueden realizar, considerando la no linealidad de material y geométrica, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

6. Competencia de la asignatura

Analiza armaduras, marcos y parrillas sujetos a diversas acciones estáticas mediante el Método de Rigideces con formulación matricial y programas de cómputo, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

7. Contenidos esenciales

Análisis matricial por el Método de Rigideces de armaduras, marcos y parrillas. Programas de cómputo. Condensación estática. Matriz de flexibilidad. Deformación por cortante. Sección transversal variable. Zona rígida. Introducción a los conceptos de análisis no lineal.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje mediado por las TIC
- Aprendizaje orientado a proyectos

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 65 %

- Reporte de resolución de problemas
- Reporte de elaboración de programas de cómputo

Evaluación de producto – 35 %

- Pruebas de desempeño
- Proyecto integrador

10. Referencias

- Chapman, S. J. (2004). *Fortran 90/95 for scientists and engineers*. McGraw-Hill Higher Education.
- Chapman, S. J. (2015). *MATLAB programming for engineers*. Cengage Learning.
- Hibbeler R. C. (2017). *Structural Analysis*, 10th edition. Pearson.
- Jirasek M., Bazant Z. P. (2001). *Inelastic Analysis of Structures*. John Wiley and Sons.
- Kassimali A. (2019). *Structural Analysis*, 6th edition. Cengage learning.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., Flannery, B. P. (1996). *Numerical Recipes in Fortran 90*. Cambridge University Press.
- McGuire W., Gallagher R. H., Ziemian R. D. (2000). *Matrix Structural Analysis*, 2nd edition. John Wiley and Sons.
- Sennett R. E. (1994). *Matrix Analysis of Structures*. Prentice Hall.

- Tena A. (2013). *Análisis de estructuras con métodos matriciales*. Limusa.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería opción Estructuras o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Estructuras.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto Reforzado

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Estructuras	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Estructuras. En la asignatura se diseñan elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento estructural. Durante la asignatura se consideran elementos sujetos a cargas axiales, flexión, flexión y cargas axiales combinadas, cortante y torsión. Se consideran las propiedades de los materiales, el anclaje del acero de refuerzo y los desplazamientos de los elementos. Además, la asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Diseño en Ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Diseño Avanzado de Estructuras de Concreto reforzado se relaciona con las asignaturas optativas Diseño Avanzado de Estructuras de Acero, Diseño Sísmico y Diseño de Cimentaciones, entre otras.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Diseña sistemas estructurales con base en el comportamiento de los materiales y los elementos que los conforman, así como en la normatividad vigente.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Diseña elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento ante cargas axiales y a flexión, considerando las propiedades de los materiales, el anclaje del acero de refuerzo y los desplazamientos de los elementos, como parte del diseño de obras de infraestructura civil.
- Diseña elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento a flexión y cargas axiales combinadas, considerando las propiedades de los materiales y la esbeltez de los elementos, como parte del diseño de obras de infraestructura civil.
- Diseña elementos de concreto reforzado con base en su comportamiento a cortante y torsión, considerando las propiedades de los materiales, como parte del diseño de obras de infraestructura civil.

6. Competencia de la asignatura

Diseña elementos de concreto reforzado con base en los materiales y su comportamiento estructural considerando la normatividad vigente, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

7. Contenidos esenciales

Métodos de diseño. Propiedades de los materiales. Elementos sujetos a cargas axiales, flexión, flexión y cargas axiales combinadas, cortante y torsión. Diagrama momento – curvatura. Diagrama carga axial – momento flexionante. Confinamiento. Ductilidad. Efectos de esbeltez. Desplazamientos a corto y largo plazo. Analogía de la armadura bidimensional y tridimensional. Adherencia y anclaje.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje mediado por las TIC

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Reporte de resolución de problemas y ejercicios

Evaluación de producto – 20 %

- Pruebas de desempeño

10. Referencias

- American Concrete Institute (vigente). *Building Code Requirements for structural concrete (ACI-318) and Commentary (ACI 318R)*.
- Gobierno de la Ciudad de México (vigente). *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto*.
- McCormac J. C. (2015). *Design of Reinforced Concrete*, 10th Edition. John Wiley and Sons Inc.
- Nawy, E. G. (2009). *Reinforced Concrete: A Fundamental Approach*, 6th Edition. Prentice Hall.
- Park R., Paulay T. (1993). *Estructuras de Concreto Reforzado*. Limusa.
- Wight J. K. (2022). *Reinforced Concrete: Mechanics and Design*, 8th Edition. Prentice Hall.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería opción Estructuras o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Estructuras.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Método del Elemento Finito

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	<i>Obligatorios</i>	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	64 horas
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	<i>Segundo periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Estructuras</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería opción Estructuras y tiene la finalidad de analizar la respuesta de elementos y sistemas estructurales sujetos a acciones estáticas por el Método del Elemento Finito. Durante la misma, el estudiante identificará las formulaciones diferencial y variacional del Método del Elemento Finito, reconocerá la formulación de elementos isoparamétricos y modelos planos (esfuerzo plano, deformación plana, axisimétrico), tridimensional y placa; y determinará la respuesta de estructuras aplicando diferentes modelos. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- **Análisis en Ingeniería.** Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Método del Elemento Finito se relaciona con las asignaturas obligatorias Mecánica del Medio Continuo, Análisis Estructural Avanzado y Dinámica Estructural.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Analiza los esfuerzos y las deformaciones que se presentan en elementos y sistemas estructurales utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.
- Analiza la respuesta de elementos y sistemas estructurales sujetos a diversas acciones utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Formular la matriz de rigidez de elementos finitos (unidimensionales, bidimensionales, tridimensional, placa), considerando los principios de la mecánica, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

- Analizar estructuras continuas sujetas a diversas acciones estáticas, considerando diferentes materiales, tipos de modelos (esfuerzo plano, deformación plana, axisimétrico, tridimensional), tipos de elementos (lineales, cuadriláteros, triangulares, tetraedro) y condiciones de apoyo, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Analizar losas sujetas a diversas acciones estáticas, considerando diferentes formulaciones (delgada, gruesa) y tipos de apoyos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

6. Competencia de la asignatura

Analiza la respuesta lineal de elementos y sistemas estructurales, sujetos a acciones estáticas, por el Método del Elemento Finito, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

7. Contenidos esenciales

Métodos de Residuos Ponderados. Método de Rayleigh-Ritz. Formulación de desplazamientos. Formulación de elementos isoparamétricos. Convergencia. Modelos de elasticidad. Placas en flexión. Modelación: preproceso, proceso y posproceso.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje mediado por las TIC
- Aprendizaje orientado a proyectos

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Reporte de resolución de problemas
- Reporte de lecturas
- Reporte de prácticas de cómputo

Evaluación de producto – 30 %

- Pruebas de desempeño
- Reporte de proyecto

10. Referencias

- Bathe J. K. (1995). *Finite Elements Procedures*. Prentice Hall.
- Belytschko T., Liu W. K., Moran B., Elkhodary K. I. (2014). *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*. John Wiley & Sons.
- Bonet J., Wood R. D. (1997). *Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis*. Cambridge University Press.
- Cook R. D., Malkus D. S., Plesha M. E., Witt R. J. (2001). *Concepts and Applications of finite Elements Analysis*, 4th edition. John Wiley & Sons.
- Zienkiewicks O. C., Taylor R., Zhu J. Z. (2013). *Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, 7th edition. Butterworth-Heinemann.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería opción Estructuras o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Estructuras.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Dinámica Estructural

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Estructuras	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería opción Estructuras. En la asignatura se analiza la respuesta dinámica lineal y no lineal de estructuras. Se consideran estructuras modeladas como sistemas de uno y varios grados de libertad. Durante la asignatura, el estudiante analiza la respuesta de estructuras sujetas a vibraciones libres, cargas armónicas, cargas lineales, impulsos y sismos, entre otros. Además, la asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Dinámica Estructural se relaciona con las asignaturas obligatorias Mecánica del Medio Continuo, Análisis Estructural Avanzado y Método del Elemento Finito.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Analiza la respuesta de elementos y sistemas estructurales sujetos a diversas acciones utilizando métodos y modelos analíticos, así como herramientas computacionales avanzadas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar estructuras modeladas como sistemas de un grado de libertad con comportamiento lineal, sujetas a vibraciones libres, cargas armónicas, cargas lineales, impulsos y sismos, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Analizar estructuras modeladas como sistemas de varios grados de libertad con comportamiento lineal, sujetas a vibraciones libres y diversas acciones dinámicas, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.
- Analizar estructuras modeladas como sistemas de un grado de libertad con comportamiento no lineal, sujetas a diversas acciones dinámicas, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

6. Competencia de la asignatura

Analiza la respuesta dinámica de estructuras modeladas como sistemas de uno y varios grados de libertad, considerando comportamiento lineal y no lineal, como parte del diseño y evaluación de obras de infraestructura civil.

7. Contenidos esenciales

Sistemas de uno y varios grados de libertad. Análisis dinámico en el dominio del tiempo y dominio de la frecuencia. Análisis dinámico lineal y no lineal. Vibraciones libres, cargas armónicas, cargas lineales, impulsos y sismos. Integral de Duhamel. Métodos numéricos. Amortiguamiento.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje mediado por las TIC
- Prácticas de laboratorio

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Reporte de resolución de problemas y ejercicios
- Reporte de prácticas de laboratorio

Evaluación de producto – 20 %

- Pruebas de desempeño

10. Referencias

- Chopra A. K. (2017). *Dynamics of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering*, 5th edition. Prentice Hall.
- Clough R. W. (1993). *Dynamics of Structures*, 2nd edition. McGraw Hill.
- Paz M., Hoon Kim Y. (2018). *Structural Dynamics: Theory and Computation*, 5th Edition. Springer.
- Tedesco J. W., McDougal W. G., Ross C. A. (1999). *Structural Dynamics: Theory and Applications*. Addison Wesley Publishing.
- William T. T. (1981) *Teoría de Vibraciones: Aplicaciones*. Prentice-Hall Hispanoamericana.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería opción Estructuras o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Estructuras.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Ciencia e Ingeniería de Materiales

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Materiales Funcionales	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Materiales Funcionales y tiene la finalidad de brindar los fundamentos para analizar las propiedades de los materiales ingenieriles: metales, cerámicos, polímeros y compuestos. Durante la misma, el estudiante logrará describir el comportamiento de los materiales de acuerdo con sus características físicas, y podrá seleccionar el material adecuado para determinada aplicación ingenieril. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Ciencia e Ingeniería de Materiales se relaciona con las siguientes asignaturas de la malla curricular: Física de la Materia Condensada, Síntesis y Procesamiento de Materiales y Caracterización de Materiales.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Analiza el comportamiento mecánico, electrónico, magnético y óptico de los materiales considerando sus características a escala atómica.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Realizar un estudio sobre la idoneidad de un material en el proceso de evaluación de materiales.

6. Competencia de la asignatura

Evalúa la idoneidad de un material considerando sus propiedades físicas en el proceso de selección para una aplicación.

7. Contenidos esenciales

Estructuras cristalinas. Enlaces atómicos. Clasificación de materiales. Propiedades físicas. Criterios de selección de materiales para una aplicación tecnológica.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

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

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 20 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Ashby M.F. (2007). *Materials: Engineering, Science, Processing and Design* Butterworth Heinemann.
- Callister W.D. (2007). *Materials Science and Engineering. An Introduction*. 7th edition, John Wiley & Sons.
- Kittel C. (2005). *Introduction to Solid State Physics*, 8th edition, John Wiley & Sons.
- Livingston, J. D. (1999) *Electronic Properties of Engineering Materials*. Wiley
- Shackelford J. F. (2005). *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. Pearson.
- Richard W. H., Richard P.V., Jason L. H. (2012) *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, 5th edition, Wiley.
- Smith W.F. Hashemi J. (2004). *Foundations of materials science and engineering*, McGraw-Hill.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Licenciatura en Ingeniería, con posgrado en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Física de la Materia Condensada

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	<i>Obligatorios</i>	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	64 horas
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	<i>Primer periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Materiales Funcionales</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer período del programa educativo y tiene la intención de brindar los conocimientos básicos en relación con la física de la materia condensada. Durante la misma, el estudiantado podrá establecer una relación entre la estructura, características del enlace y las propiedades de los arreglos cristalinos, cuando se producen los enlaces simples y combinados entre átomos y moléculas. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Física de la Materia Condensada se relaciona con las siguientes asignaturas de la malla curricular: Síntesis y Procesamiento de Materiales, Modelado y Simulación de Materiales, y Caracterización de Materiales.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.

Disciplinares

- Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.

Específicas

- Resuelve problemas complejos considerando las propiedades físicas y químicas de los materiales para arreglos en diferentes escalas utilizando modelos y herramientas computacionales avanzadas.
 - Analiza el comportamiento mecánico, electrónico, magnético y óptico de los materiales considerando sus propiedades físicas.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar las propiedades de un material a partir de su comportamiento electrónico como parte de un proceso de desarrollo de nuevos materiales.
- Realizar un estudio sobre la idoneidad de un material en el proceso de evaluación de materiales.

6. Competencia de la asignatura

Analiza las propiedades de la estructura electrónica de la materia basándose en las leyes de la física durante el proceso de evaluación de materiales.

7. Contenidos esenciales

Fundamentos de la mecánica cuántica y estadística. Enlaces. Descripción de la estructura electrónica. Comportamiento electrónico en potenciales periódicos. Propiedades mecánicas. Fenómenos ópticos y de transporte electrónico, Propiedades magnéticas.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje orientado a proyectos

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Chaikin P.M., Lubensky T.C. (1995) *Principles of condensed matter physics* Cambridge University Press.
- Cohen M.L., Louie S.G. (2016) *Fundamentals of Condensed Matter Physics* Cambridge University Press.
- Kaxiras E. (2003) *Atomic and Electronic Structure of Solids* Cambridge University Press.
- Kittel C. (2003) *Introducción a la Física del Estado Sólido*, 3th edición, Reverté.
- Marder M.P. (2010) *Condensed Matter Physics*, 2nd edition, John Wiley and Sons.
- Roth S., Carroll D. (2019) *Foundations of Solid State Physics*, Wiley-VCH.
- Sidebottom D.L. (2012) *Fundamentals of Condensed Matter and Crystalline Physics*. Cambridge University Press.

11. Perfil deseable del docente

- Licenciatura en Ingeniería, con posgrado en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Síntesis y Procesamiento de Materiales

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	<i>Obligatoria</i>	
Número de créditos		
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	<i>64 horas</i>
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	<i>111 horas</i>
Duración total en horas	<i>175 horas</i>	
Ubicación sugerida	<i>Primer periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Materiales Funcionales</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la maestría en Ingeniería opción Materiales Funcionales y tiene la finalidad de aportar los criterios básicos para: definir el modelo fisicomatemático que describe la fabricación y el procesamiento de un material, identificar los parámetros que determinan las propiedades de los materiales utilizados en la ingeniería, e identificar el rol de estos materiales en múltiples aplicaciones tales como: energías, nanotecnología, electrónica, fotónica, física médica, etc. Además, contribuye al desarrollo de las competencias profesionales:

- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- Diseño en ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Síntesis y Procesamiento de Materiales se relaciona con las siguientes asignaturas de la malla curricular: Ciencia e Ingeniería de Materiales y Física de la Materia Condensada.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Analiza la relación entre los parámetros de crecimiento y las propiedades físicas de los materiales considerando diferentes técnicas de síntesis o transformación de materiales.
- Diseña procesos para la obtención y transformación de materiales utilizando métodos físicos y químicos.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Seleccionar la técnica y los parámetros adecuados como parte de un proceso de fabricación o transformación de materiales para una aplicación determinada.
- Realizar un proyecto que involucre el diseño y la síntesis de nuevos materiales en laboratorio para satisfacer un requerimiento tecnológico.

6. Competencia de la asignatura

Diseña procesos de obtención y transformación de materiales utilizando métodos físicos y químicos durante la resolución de una problemática tecnológica

7. Contenidos esenciales

Técnicas de crecimiento físicas en fase vapor: evaporación al vacío, epitaxia, pulverización catódica (sputtering) y ablación láser. Técnicas de crecimiento químicas en fase líquida: depósito por baño químico y procesos sol-gel. Procesamiento de materiales usando métodos físicos y químicos.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje orientado a proyectos
- Prácticas en laboratorio
- Resolución de ejercicios
- Investigación documental
- Ensayo

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80%

- Investigación documental
- Elaboración de reportes
- Resolución de ejercicios

Evaluación de producto – 20 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Eishabini, A. (1997). Thin film technology handbook. McGraw Hill.
- Freund, L.B. (2004). Thin Film Materials: Stress, Defect Formation and Surface Evolution. Cambridge University Press.
- Jolivet, J.-P. (2000). Metal Oxide Chemistry and Synthesis: from Solution to Solid State. John Wiley & Sons.
- Naumann, Robert J. (2008) Introduction to the Physics and Chemistry of Materials. Crc Press.
- Smith, W., Hashemi, J. (2022). Foundations of Materials Science and Engineering. 7th Edition, Mc-Graw Hill.

11. Perfil deseable del docente/asesor virtual

- Licenciatura en Ingeniería, con posgrado en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Modelado y Simulación de Materiales

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Materiales Funcionales	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura obligatoria de especialidad se imparte en el segundo período del programa educativo y tiene la intención de brindar los conocimientos básicos para el diseño en materiales, mediante el modelado y simulación de sus propiedades. Durante la misma, el estudiantado podrá describir y diseñar materiales en función de sus propiedades, como resultado de su interacción en diferentes condiciones externas, mediante la implementación de modelos y códigos computacionales avanzados. Además, contribuye al desarrollo de las competencias profesionales:

- Análisis en Ingeniería. Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- Diseño en ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Modelado y Simulación de Materiales se relaciona con las siguientes asignaturas de la malla curricular: Ciencia e Ingeniería de Materiales y Física de la Materia Condensada.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.

Disciplinares

- Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Resuelve problemas complejos considerando las propiedades físicas y químicas de los materiales para arreglos en diferentes escalas utilizando modelos y herramientas computacionales avanzadas.
- Diseña materiales en diferentes escalas a través del modelado y simulación considerando sus propiedades y aplicación.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar las propiedades de un material a partir de su comportamiento electrónico como parte de un proceso de desarrollo de nuevos materiales.
- Desarrollar un material a través del modelado en diferentes escalas como parte del proceso de creación o adecuación de materiales para determinada aplicación tecnológica.

6. Competencia de la asignatura

Diseña materiales bajo diferentes condiciones externas y de escala, en función del modelado y simulaciones de sus propiedades para dar solución a una problemática tecnológica.

7. Contenidos esenciales

Fundamentos para la simulación de sistemas simples y considerando las interacciones de muchos cuerpos. Dinámica granular. Cálculos de primeros principios. Aplicaciones de la teoría del funcional de la densidad.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje orientado a proyectos

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Evarestov R.A. (2015) *Theoretical Modeling of Inorganic Nanostructures*, Springer.
- Helgaker T., Jørgensen P., Olsen J. (2012) *Molecular Electronic-Structure Theory*, John Wiley and Sons.
- Kaxiras E. (2003) *Atomic and Electronic Structure of Solids*, Cambridge University Press.
- Marx D., Hutter J. (2009) *Ab Initio Molecular Dynamics*, Cambridge University Press.
- Rapaport D.C. (2004) *The art of Molecular Dynamics Simulation*, 2nd edition, Cambridge University Press.
- Takeuchi N., Romero A.H. (2019) *Simulaciones computacionales de materiales y nanoestructuras*, Fondo de Cultura Económica.

11. Perfil deseable del docente

- Licenciatura en Ingeniería, con posgrado en el área del modelado y simulación en materiales.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área del modelado y simulación en materiales.

Maestría en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Cumpla con las competencias que se declaran en la asignatura.

Caracterización de Materiales

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Materiales Funcionales	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería opción Materiales Funcionales y aporta a los estudiantes las bases teóricas para la comprensión de diferentes técnicas de caracterización de materiales, así como su instrumentación y aplicaciones. Durante la misma, el estudiante seleccionará las técnicas de caracterización adecuada e interpretará los resultados de las mediciones llegando a conclusiones sobre la idoneidad del material para cierta aplicación. Además, contribuye al desarrollo de las competencias profesionales:

- **Análisis en Ingeniería.** Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- **Diseño en ingeniería.** Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Caracterización de Materiales se relaciona con las siguientes asignaturas de la malla curricular: Ciencia e Ingeniería de Materiales, Física de la Materia Condensada y Síntesis y Procesamiento de Materiales.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Analiza el comportamiento mecánico, electrónico, magnético y óptico de los materiales considerando sus características a escala atómica.
- Diseña metodologías para la caracterización de materiales empleando técnicas avanzadas durante el estudio de su comportamiento en una aplicación determinada.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Realizar un estudio sobre la idoneidad de un material como parte de un proceso de evaluación de materiales.
- Realizar un proyecto de caracterización de materiales en el laboratorio.

6. Competencia de la asignatura

Utiliza las técnicas de caracterización de materiales adecuadas en el estudio de su comportamiento

7. Contenidos esenciales

Fundamentos físicos de las técnicas de caracterización. Instrumentación. Interpretación de resultados. Limitaciones de la técnica

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo
- Prácticas de laboratorio
- Aprendizaje orientado a proyectos
- Investigación documental

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Reportes de laboratorio
- Pruebas de desempeño
- Ensayo

Evaluación de producto – 20 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Brundle C. R., Evans Jr., Charles A., Wilson S. (1992) *Encyclopedia of Materials Characterization: Surfaces, Interfaces, Thin Films*, Butterworth-Heinemann.
- Leng Y. (2013) *Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods*, 2nd edition Wiley-VCH
- Morrison K. (2019) *Characterisation Methods in Solid State and Materials Science*, IOP Publishing
- Schroder D. K. (2006) *Semiconductor Material and Device Characterization*, 3th edition, John Wiley & Sons.
- Zhang S., Li L., Kumar A. (2008) *Materials Characterization Techniques*, CRC Press.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Licenciatura en Ingeniería, con posgrado en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Ciencia de Materiales.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.

- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Sistemas en Tiempo Real

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Mecatrónica	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Mecatrónica y tiene la finalidad de implementar sistemas de procesamiento de información a través de componentes de *hardware* y *software* que puedan responder a eventos dentro de limitaciones de tiempo predecibles y específicas. Durante la misma, el estudiante diseñará e implementará sistemas de procesamiento digital de señales capaces de generar resultados en tiempo real, mediante el empleo de algoritmos para la adquisición y el procesamiento de datos. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Diseño en ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Sistemas en tiempo real se relaciona con las asignaturas obligatorias Sistemas Embebidos, Internet de las Cosas y Control Avanzado.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Identifica soluciones mecatrónicas para los procesos y servicios utilizando el enfoque de la industria 4.0 de acuerdo con la normatividad vigente.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Plantear las tecnologías requeridas en un proceso industrial para la transición a la industria 4.0.
- Utilizar herramientas computacionales en la administración y gestión de procesos industriales con sistemas embebidos o en la nube.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad vigente en la implementación de soluciones mecatrónicas.

6. Competencia de la asignatura

Diseña sistemas de procesamiento digital de señales capaces de generar resultados en tiempo real, mediante el empleo de algoritmos para la adquisición y el procesamiento de datos en procesos mecatrónicos.

7. Contenidos esenciales

Lenguajes para aplicaciones en tiempo real, técnicas para prevención y tolerancia de fallos, procesos concurrentes, programación de tiempo real, metodología para desarrollo de sistemas en tiempo real, sistemas operativos en tiempo real, requisitos de *hardware* para aplicaciones en tiempo real.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo y reflexivo.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje mediado por las TIC.
- Aprendizaje orientado a proyectos.
- Simulación por computadora.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Buttazzo G. (2015). *Multiprocessor Scheduling for Real-Time Systems*. Springer International Publishing
- Chacón Sombria J. de la Torre Cubillo L. y Aranda Escolástico E. (2017). *Sistemas en tiempo Real*. Pearson.
- Chetto M. (2014). *Real-time Systems Scheduling 1*. Wiley.
- Jiménez García L.M. y Puerto Manchón R. (2017). *Sistemas Informáticos en Tiempo Real: Teoría y Aplicaciones*. UMH editorial.
- Manduchi G. (2017). *Real-Time Embedded Systems*. CRC Press.
- Wang J. (2017). *Real-Time Embedded Systems*. Wiley.
- Wang K.C. (2017). *Embedded and Real-Time Operating Systems*. Springer International Publishing.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Sistemas Computacionales o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Sistemas en tiempo real.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Sistemas embebidos

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Primer periodo	
Vinculación con una salida terminal	Mecatrónica	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el primer periodo de la Maestría en Ingeniería opción Mecatrónica y tiene la finalidad de implementar sistemas embebidos para el análisis de datos y el control de procesos industriales utilizando herramientas de cómputo avanzadas. Durante la misma, el estudiante analizará las mejores estrategias para implementar sistemas de monitoreo y control a la medida de un proceso industrial, de acuerdo con sus necesidades específicas. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Diseño en ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Sistemas Embebidos se relaciona con las asignaturas obligatorias Internet de las Cosas, Control Avanzado, Sistemas en tiempo real y Manufactura para Industria 4.0.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Toma decisiones pertinentes de manera crítica y ética.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Implementa sistemas embebidos con herramientas avanzadas de cómputo para el procesamiento de información en tiempo real con un enfoque de optimización.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar protocolos de comunicación que se integren con dispositivos electrónicos para la gestión de los datos en procesos mecatrónicos de la industria.
- Diseñar sistemas embebidos con transferencia de datos a la nube para monitoreo o control inalámbrico en un proceso industrial.
- Implementar una red de sensores con transmisión de datos a la nube para la optimización de procesos en la industria.

6. Competencia de la asignatura

Diseña sistemas embebidos para el monitoreo y control de procesos en la industria, utilizando herramientas de cómputo avanzadas.

7. Contenidos esenciales

Lenguajes de programación para microcontroladores y microprocesadores, sistemas operativos en tiempo real, arquitectura *hardware* y *software* de sistemas embebidos, codiseño *hardware/software*, validación de sistemas embebidos, transmisión de datos.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo.
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje mediado por las TIC.
- Aprendizaje orientado a proyectos.
- Simulación por computadora.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Arockia A. (2017). *FPGA-Based Embedded System Developer's Guide*. CRC Press.
- El Hami A. and Pougnet P. (2020). *Embedded Mechatronic Systems*. Elsevier Science.
- Jard C. and Roux O. (2013) *Communicating Embedded Systems*. Wiley.

- Kordon F., Hugues J., Canals A. and Dohet A. (2013) *Embedded Systems*. Wiley.
- Marwedel P. (2017). *Embedded System Design*. Springer International Publishing.
- Thalmann D., Subhashini N., Mohanaprasad K., Bala Murugan M.S. (2018). *Intelligent Embedded Systems*. Springer Singapore.
- Wolf M. (2019). *Embedded System Interfacing*. Elsevier Science.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Sistemas Computacionales o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Sistemas Embebidos.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Control Avanzado

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	<i>Obligatorios</i>	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	<i>Bajo la conducción del profesorado (HCP)</i>	64 horas
	<i>Estudio independiente (HEI)</i>	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	<i>Primer periodo</i>	
Vinculación con una salida terminal	<i>Mecatrónica</i>	
Requisitos académicos previos	<i>Ninguno</i>	

2. Contexto de la asignatura

El estudio del Control Avanzado es importante para la formación de los estudiantes del posgrado en ingeniería ya que le proporciona las técnicas avanzadas y herramientas computacionales para diseño de controladores para aplicaciones mecatrónicas.

El propósito de esta asignatura es implementar las técnicas de diseño de controladores multivariables para procesos modelados en el espacio de estados utilizando las teorías de control por ubicación de polos, control no lineal, control adaptativo, control óptimo y control inteligente validando el diseño mediante simulación por computadora y su implementación en prototipos de investigación.

Esta asignatura contribuye al desarrollo de la competencia profesional de análisis en ingeniería: Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.

3. Relación con otras asignaturas

Control Avanzado se relaciona con las asignaturas obligatoria Sistemas en Tiempo Real y Manufactura para Industria 4.0 así como otras optativas de diseño.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza correctamente el español en forma oral y escrita de acuerdo con los requerimientos del contexto y las características de la audiencia.
- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Diseña sistemas de control automático aplicando técnicas avanzadas de visión, inteligencia artificial u optimización.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Formular los criterios de desempeño requeridos por un proceso mecatrónico con modelo no lineal utilizado en una industria o laboratorio.
- Diseñar un controlador para el seguimiento de trayectoria en un proceso con dinámica no lineal utilizado en una industria o laboratorio.

- Evaluar el desempeño de un sistema de control automático que aplique técnicas avanzadas de visión, inteligencia artificial u optimización en un proceso mecatrónico utilizado en una industria o laboratorio.

6. Competencia de la asignatura

Diseña controladores en procesos mecatrónicos multivariables aplicando técnicas avanzadas de análisis lineal y no lineal, simulación por computadora y validación en tiempo real.

7. Contenidos esenciales

Modelado de sistemas multivariables en el espacio de estados. Técnicas de control por asignación de polos. Fundamentos de control no lineal. Control adaptativo. Control óptimo. Control inteligente.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Simulación por computadora.
- Aprendizaje colaborativo.
- Resolución de problemas y ejercicios.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Aschepkov L. T., Dolgy D. V., Kim T., Agarwal R. P. (2021). *Optimal Control, second edition*. Springer.
- Dodds S. (2015). *Feedback Control: Linear, Nonlinear and Robust Techniques and Design with Industrial Applications*. Springer.
- Esfandiari K., Abdollahi F., Talebi H. (2022). *Neural Network-Based Adaptive Control of Uncertain Nonlinear Systems*. Springer.
- Haddad W., Chellaboina V. (2008). *Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach*. Princeton University Press.
- Khalil, H. (2014). *Nonlinear control*. Pearson.
- Khalil, H. (2002). *Nonlinear systems, 3rd Edition*. Pearson.
- Vaidyanathan S., Azar A. T. (2020). *Backstepping Control of Nonlinear Dynamical Systems*. Academic Press.

11. Perfil deseable del docente

- Posgrado en ingeniería en control, mecatrónica o afín.
- Experiencia profesional en ingeniería mínima de 1 año
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer todas las competencias que se declaran en la asignatura.

Internet de las Cosas - IoT

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Mecatrónica	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería opción Mecatrónica y tiene la finalidad de implementar sistemas embebidos para desarrollar prototipos con el paradigma de internet de las cosas para la optimización de procesos mecatrónicos de la industria. El estudiante analizará sistemas de comunicación considerando diferentes tipos de protocolos, topologías de red, tipos de procesadores y procesamiento digital de los datos. Además, contribuye al desarrollo de la competencia profesional:

- Diseño en ingeniería. Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Internet de las cosas se relaciona con las asignaturas obligatorias sistemas embebidos y sistemas en tiempo real.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Matemáticas: Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería

Específicas

- Diseña sistemas embebidos con el paradigma de internet de las cosas para la optimización de procesos mecatrónicos en la industria utilizando plataformas tecnológicas recientes.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Analizar protocolos de comunicación que se integren con dispositivos electrónicos para la gestión de los datos en procesos mecatrónicos de la industria.
- Diseñar sistemas embebidos con transferencia de datos a la nube para monitoreo o control inalámbrico de un proceso en la industria.
- Implementar una red de sensores con transmisión de datos a la nube para la optimización de procesos en la industria.

6. Competencia de la asignatura

Analiza sistemas embebidos con conectividad inalámbrica para la optimización de procesos mecatrónicos en la industria.

7. Contenidos esenciales

Fundamentos de IoT y su aplicación en mecatrónica, sensores y sistemas embebidos, redes de sensores inalámbricos, circuitos harvester cosechadores de energía, análisis de datos en la nube, big data y almacenamiento en la nube.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje mediado por las TIC
- Aprendizaje orientado a proyectos

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 80 %

- Resolución de problemas
- Pruebas de desempeño

Evaluación de producto – 20 %

- Proyecto integrador

10. Referencias

- Dow C. (2018). *Internet of Things Programming Projects: Build modern IoT solutions with the Raspberry Pi 3 and Python*, Ed. Packet Publishing.
- Fattah H. (2021). *LTE Cellular Narrowband Internet of Things (NB-IoT): Practical Projects for the Cloud and Data Visualization*. Ed. CRC-Press.
- Ifeachor E.C. (1993). *Digital signal processing*, Ed. Addison Wesley.
- Pfister C. (2011). *Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors and Microcontrollers to the Cloud*. Ed. O'Reilly.
- Thorsten H. y Yiannos M. (2017). *CMOS Circuits for Piezoelectric Energy Harvesters: Efficient Power Extraction, Interface Modeling and Loss Analysis*, Ed. Springer.
- Waher P. (2015), *Learning Internet of Things*, Ed. Packt Publishing.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería opción Mecatrónica o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Mecatrónica.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

Manufactura para la Industria 4.0

Asignatura obligatoria

1. Datos generales de identificación

Tipo de créditos	Obligatorios	
Número de créditos	7	
Distribución de las horas	Bajo la conducción del profesorado (HCP)	64 horas
	Estudio independiente (HEI)	111 horas
Duración total en horas	175	
Ubicación sugerida	Segundo periodo	
Vinculación con una salida terminal	Mecatrónica	
Requisitos académicos previos	Ninguno	

2. Contexto de la asignatura

Esta asignatura se imparte en el segundo periodo de la Maestría en Ingeniería opción Mecatrónica y tiene la finalidad de categorizar y diseñar sistemas de manufactura para la industria 4.0. Durante la misma, el estudiante analizará diferentes productos o servicios considerando la integración de sensores y actuadores, conectividad, intercambio de datos, monitoreo, servicios tecnológicos, y modelos de negocios 4.0. Además, contribuye al desarrollo de las competencias profesionales:

- **Análisis en Ingeniería.** Analiza problemas complejos de ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados con base en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, llegando a conclusiones sustentadas.
- **Diseño en ingeniería.** Diseña sistemas, componentes, materiales, o procesos complejos relacionados con la ingeniería, utilizando métodos y modelos avanzados, así como la normatividad y los principios de sustentabilidad.

3. Relación con otras asignaturas

La asignatura Manufactura para la Industria 4.0 se relaciona con las asignaturas obligatorias Sistemas Embebidos, Internet de las Cosas, Control Avanzado y Sistemas en Tiempo Real.

4. Listado de competencias a las que contribuye la asignatura

Genéricas

- Utiliza tecnologías tanto establecidas como disruptivas de manera creativa, innovadora, crítica y segura.
- Persevera en la solución de problemas de forma creativa e innovadora.
- Trabaja de manera colaborativa, eficiente y eficaz.
- Gestiona de manera pertinente la información y el conocimiento.
- Se adapta oportunamente a los cambios del contexto global, nacional y local.
- Manifiesta comportamientos, actitudes y valores que propicien la ciudadanía, cultura de la paz e igualdad de género, así como el desarrollo sostenible.

Disciplinares

- Ciencias Experimentales: Utiliza principios, métodos y procedimientos de la física y la química para la solución de problemas de ingeniería.
- Herramientas Computacionales: Utiliza software especializado para el monitoreo, simulación de procesos y análisis en la solución de problemas de ingeniería.
- Ciencias Económico Administrativas: Aplica las mejores prácticas económicas y administrativas en la toma de decisiones en la gestión de proyectos de ingeniería.
- Ciencias Sociales y Humanidades: Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.

Específicas

- Implementa procesos de manufactura y automatización utilizando las tecnologías integradoras de la industria 4.0.

5. Experiencias de aprendizaje por desarrollar en la asignatura

- Integrar sensores y actuadores inteligentes en un proceso industrial de manufactura automatizada.
- Diseñar un proceso de manufactura integrando una o más tecnologías de la industria 4.0 en la solución de problemas mecatrónicos.

6. Competencia de la asignatura

Diseña sistemas de manufactura para la Industria 4.0., para su aplicación en productos o servicios mediante la integración de sensores y actuadores, conectividad, intercambio de datos, monitoreo, servicios tecnológicos y modelos de negocios 4.0.

7. Contenidos esenciales

Procesamiento de datos en producción, comunicación máquina a máquina, infraestructura de comunicación para la manufactura 4.0, eficiencia para la producción en la industria 4.0.

8. Estrategias de enseñanza y aprendizaje sugeridas

- Aprendizaje autónomo reflexivo.
- Resolución de problemas y ejercicios
- Aprendizaje colaborativo.
- Aprendizaje mediado por las TIC
- Aprendizaje orientado a proyectos
- Simulación por computadora.
- Prácticas en laboratorio.
- Investigación documental.

9. Estrategias generales de evaluación sugeridas

Evaluación de proceso – 70 %

- Pruebas de desempeño
- Prácticas de laboratorio supervisadas.
- Elaboración de reportes.

Evaluación de producto – 30 %

- Proyecto integrador
- Portafolio de evidencias.

10. Referencias

- Aguilera Navarro, I. (2016). *Lo que estaba por llegar ya está aquí: secretos de la transformación digital inteligente*. La Esfera de los Libros.
- Bauernhansl, T., ten Hompel, M. & Vogel-Heuser, B. (2014). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration*. Springer Vieweg.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things*. Apress.
- Karabegović, I. (2020). *Handbook of research on integrating Industry 4.0 in business and manufacturing*. IGI Global.
- Pascual, D. G., Daponte, P., & Kumar, U. (2019). *Handbook of industry 4.0 and SMART systems*. CRC Press.
- Popkova, E. G., Ragulina, Y. V., & Bogoviz, A. V. (2019). *Industry 4.0: Industrial revolution of the 21st century*. Springer.

11. Perfil deseable del docente

- Formación profesional: Maestría en Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Sistemas Computacionales o afín.
- Experiencia profesional de al menos 1 año en el área de Manufactura para la Industria 4.0.
- Experiencia docente en educación superior de al menos 1 año.
- Poseer las competencias que se declaran en esta asignatura.

XI. FUNCIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA

11.1. Ingreso

Para ingresar al programa educativo los aspirantes deberán seguir el proceso institucional establecido en la convocatoria general de posgrado aprobada por el H. Consejo Universitario.

El ingreso al programa será anual.

11.2. Permanencia

El tiempo máximo de permanencia en este programa educativo es de seis semestres. La inscripción será semestral.

Tanto las asignaturas obligatorias como las optativas, tendrán una calificación cuantitativa (escala de 0 a 100) y cualitativa de acuerdo con el nivel de dominio que se define en el MEFI 2021.

Para acreditar una asignatura, los estudiantes tendrán, como máximo, dos oportunidades: la primera de manera regular y la segunda con asesoría académica, o bien, cursándola de nuevo de manera regular. Además, deberán obtener un nivel de dominio mínimo de suficiente (80 puntos).

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.

11.3. Movilidad

Los estudiantes del programa educativo podrán realizar movilidad para cursar asignaturas o realizar prácticas formativas o profesionales, con base en lo establecido en la normativa aplicable vigente de la UADY. El porcentaje máximo de créditos que los estudiantes podrán 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 del estudiante y con el visto bueno del director del trabajo terminal. El estudiante deberá presentar su solicitud al coordinador de la opción correspondiente, quien, posterior a otorgar su visto bueno, turnará la solicitud a UPI para emisión de la carta de postulación.

11.4. Egreso

Para ser egresado del programa, el estudiante deberá tener un mínimo de 120 créditos correspondientes al plan de estudios: 92 obligatorios y, cuando menos, 28 optativos.

11.5. Obtención del grado

Por examen de grado:

Una vez que el estudiante haya obtenido el 100% de los créditos del plan de estudios, se programará el 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 estudiante 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 comité académico del programa.

Este programa educativo podrá contemplar la doble graduación 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.

11.6. Plan de liquidación

El plan de liquidación para los estudiantes que estén cursando el plan de estudios 2010, se analizará por el comité académico previa autorización del director de la facultad, según el caso lo requiera para permitir la obtención del grado de 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.

XII. REFERENCIAS

- Abudayyeh O., Russell J., Rowings J. (2000). *Construction Engineering and Management Undergraduate Education*. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, V. 126, I. 3, ASCE.
- AIM – Academia de Ingeniería de México. (2013). *Estado del Arte y Prospectiva de la Ingeniería en México y el Mundo*.
- Alcocer S. M. (2020). *Experiencias recientes en la rehabilitación sísmica de edificios de concreto en México*. Conferencia impartida el 11 de junio de 2020, México.
- Aleixandre-Tudó, J., Castelló L., Aleixandre-Benavent, R. (2019). *Renewable energies: Worldwide trends in research, funding and international collaboration*. Renewable Energy. 139.
- AMC – Academia Mexicana de Ciencias. (2017). *Hacia dónde va la ciencia en México - Ingeniería*. México, D. F.
- AMDEE - Asociación Mexicana de Energía Eólica (2018). *El Potencial Eólico Mexicano: Oportunidades y retos en el nuevo sector eléctrico*. México.
- ANFEI - Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería. *Quiénes somos*. Recuperado el 5 de octubre de 2020. <https://www.anfei.mx/anfei/quienes-somos/>
- Arcus Global. Recuperado el 25-09-20. <https://www.arcus-global.com/wp/4-retos-actuales-de-la-construccion/>
- ASCE - American Society of Civil Engineers. *Organización*. Recuperado el 5 de octubre de 2020. <https://www.asce.org/>
- ASCE – American Society of Civil Engineers (2007). *The vision for Civil Engineering in 2025*. ASCE, EUA.
- ASCE – American Society of Civil Engineers (2020). <https://www.asce.org/structural-engineering/structural-engineering-institute/>
- AUIP – Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado. Recuperado el 19 de octubre de 2020. <https://auip.org/es/>
- Becerik-Gerber, B., Gerber, D.J., Ku, K (2011). *The pace of technological innovation in Architecture, Engineering, and Construction Education: integrating recent trends*

into the curricula. Journal of Information Technology in Construction, ITcon Vol. 16.

Bloomberg New Energy Finance (2019). *New Energy Outlook 2019*.

Bloomberg New Energy Finance (2019). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2019*.

Bloomberg New Energy Finance (2020). *New Energy Outlook 2020*.

Bolton W. (2017). *Mecatrónica - sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica*, 6ª Edición, Ed. Alfaomega.

Buenrostro O. y Bocco G. (2003). *Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives*. Resources, Conservation and Recycling, 39, 251-263.

Caballero C., Gonzalez W., Valencia G. (2018) *Research trend in renewable energy resource: a detail bibliometric study*, Contemporary Engineering Sciences, Vol. 11, no. 75, 3739-3746.

CACEI – Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (2020). *Marco de Referencia 2018 del CACEI en el Contexto Internacional*. CACEI, México.

Cai J. y Wang G. (2016). *Comparison of different pre-treatment methods for enriching*. International Journal of Green, 13, 292-297.

CMIC – Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Organización*. Recuperado el 5 de octubre de 2020. <https://www.cmic.org/quienes-somos/>

Capraro, S., Ortiz, S. y Valencia, R. (2018). *Los efectos económicos de los sismos de septiembre*. Economía Informal, 408, 16-33.

CEESCO - Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción (2018). *La Fuerza Laboral en el Sector de la Construcción*. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). ConstructConnect. Recuperado 25-09-20. <https://www.constructconnect.com/blog/4-major-challenges-facing-the-construction-industry>

CEESCO - Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción (2022). *Producción de las Empresas constructoras en Yucatán*. Versión electrónica. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).

- CENAPRED – Centro Nacional de Prevención de Desastres (2014). *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos geológicos*. Versión electrónica. CENAPRED.
- CEPAL, N. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.
- CMIC – Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2020). <https://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2019/PDF/Tendencia%20y%20Estimaci%C3%B3n%20de%20los%20puestos%20Trabajo%2005-07-19.pdf>
- CONACYT – Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2020). <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/becas-y-posgrados/programa-nacional-de-posgrados-de-calidad>
- El Maraghy W. H. (2011). *Future Trends in Engineering Education and Research*. En G. Seliger et al. (eds), *Advances in Sustainable Manufacturing: Proceedings of the 8th Global Conference on Sustainable Manufacturing*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 11-16.
- CONAGUA – Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del Agua en México 2018*. México, D. F.
- Dzionic A., Wojcieszńska D. y Guzik U. (2016). *Natural carriers in bioremediation: A review*. *Electronic Journal of Biotechnology*, 23, 28-36.
- Ernst & Young (2020). *Renewable Energy Country Attractiveness Index*. https://www.ey.com/es_mx/power-utilities/indice-de-atractivo-de-los-paises-en-materia-de-energias-renovab
- Fernández L. E., Varela J. L., Vivas J. A. y Félix E. J. (2006). *Evaluación de los daños causados por el huracán Wilma en la Riviera Maya*. En *Memorias del XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. 1-4 de noviembre, Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- GCM – Gobierno de la Ciudad de México (2017). *Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- GEY – Gobierno del Estado de Yucatán (2019) *Plan estatal de desarrollo de Yucatán 2018-2024*. https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2018_2024/2019-03-30_2.pdf

- González-Herrera, R. Martínez-Santibañes, E., Pacheco-Ávila, J., Cabrera-Sansores, A. (2014). *Leaching and dilution of fertilizers in the Yucatan karstic aquifer*. Environmental Earth Science, 72, 2879-2886.
- Gutiérrez Barba B. E. y Herrera Colmenero N. I. (1999). *La Ingeniería Ambiental en México*. Revista de la Educación Superior No. 111, 1-12.
- Halpin D. W., Woodhead R. W. (1998). *Construction Management*. USA, John Wiley & Sons, Inc., p. 1.
- Hernández B. J. A., CMIC. *Impacto del Covid en el sector de la Construcción*. Recuperado 30-09-2020. <https://www.cmic.org/impacto-del-covid-19-en-el-sector-de-la-construccion/>
- Hernández-Escobedo, A. (2017). *Solar resource assessment for rural electrification and industrial development in the Yucatan Peninsula (Mexico)*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1550-1561.
- INEGI – Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2020) <https://www.inegi.org.mx/>
- IRENA International Renewable Energy Agency (2018) *Global Energy Transformation: A roadmap to 2050*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Erboz, G. (2017). *HOW TO DEFINE INDUSTRY 4. 0: The Main Pillars of Industry 4. 0*. In 7th International Conference on Management (ICoM 2017), At Nitra, Slovakia (pp. 1-2).
- Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P. y van Woerden F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. The World Bank.
- Koebrich, S., Bowen, T., Sharpe, A. (2018) *Renewable Energy Data Book*. U.S. Department of Energy (DOE), Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE), Estados Unidos.
- Kumar A., Ergas S., Yuan X., Sahu A., Zhang Q., Dewulf J., Malcata F. X. y van Langenhove H. (2010). *Enhanced CO2 fixation and biofuel production via microalgae: recent developments and future directions*. Trends in Biotechnology, 28(7), 371-380.
- Leonard K. M. (2001). *Brief History of Environmental Engineering "The World's Second Oldest Profession"*. Third National Congress on Civil Engineering History and Heritage, 389-393.

- Lopez, A., McCall, B., Heimiller, D., Blair, N., and Porro, G. (2012) *U.S. Renewable Energy Technical Potentials: A GIS-Based Analysis*, National Renewable Energy Laboratory Technical Report, Estados Unidos.
- Luo H., Zeng Y., Cheng Y., He D. y Pan X. (2020). *Recent advances in municipal landfill leachate: A review focusing on its characteristics, treatment, and toxicity assessment*. Science of The Total Environment, 703, 135468.
- Magee C. L. (2012) *Towards quantification of the role of materials innovation in overall technological development*. Complexity (18) 10-25.
- May O., Bassam A., Escalante M. A., Venegas-Reyes E., Jaramillo O., Ricalde L., Ordoñez E., El Hamzaoui Y., (2017) *Modeling and optimization of a solar parabolic trough concentrator system using inverse artificial neural network*, J. Renewable Sustainable Energy 9, 1-15.
- May O., Bassam A., Anguebes-Franseschi F., Ricalde L., Flota-Bañuelos M., Castillo M. (2020). *Multivariate optimization applied for the economic competitiveness analysis of photothermal systems into industrial heat production: An approach based on artificial intelligence*. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 12.
- Morales N. (2014). *Novel technologies for WWTP optimization in footprint, nutrients valorization, and energy*. University of Santiago de Compostela, Spain: Ph.D. Thesis.
- Mu Y., Yu H.-Q. y Wang G. (2007). *Evaluation of three methods for enriching H₂-producing*. Enzyme and Microbial Technology, 40(4), 947–953.
- NWEC – New World Encyclopedia Contributors. (2017). *Environmental Engineering*. http://www.newworldencyclopedia.org/p/index.php?title=Environmental_engineering&oldid=1006431
- Oropeza-García A. (2019) *Desarrollo Industrial 2050. Hacia una industria del futuro*. Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico, AC
- OECD (2019). *Global materials resource outlook to 2060: economic driver and environmental consequences*
- 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).

- Reveles-Miranda M., Sánchez-Flórez D., Cruz-Chan J., Ordoñez-López E., Flota-Bañuelos M., Pacheco-Catalán D. (2018). *The Control Scheme of the Multifunction Inverter for Power Factor Improvement*, Energies, MDPI, vol. 11(7), 1-17.
- Rietdijk, J. A. (1989). *Ten propositions on mechatronics*. In Mechatronics in Products and Manufacturing Conference. Inglaterra: Lanceter.
- Rojas Rabiela T., Martínez Ruiz J. L. y Murillo Licea D. (2009). *Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Ruiz Rojas P. A. (2013). *Mecatrónica Revolución para el siglo XXI*. Revista Metal Actual, Sección Tecnología, Num. 8, pag. 46-53.
- Satya P. P., Vishwajeet S. (2017) *The Importance of Engineering Materials in Present World*, International Journal of Science and Research, vol. 6 (3), 433-441.
- SEI – Structural Engineering Institute (2013). *A Vision for the Future of Structural Engineering and Structural Engineers: A case for change*. ASCE, Estados Unidos.
- SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México, D. F.
- SENER- Secretaría de Energía (2018). *Balance Nacional de Energía 2018*. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf
- SENER - Secretaría de Energía (2018) *Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL)* <https://www.gob.mx/sener/articulos/inventario-nacional-de-energias-limpias?idiom=es>, 14-11-2018.
- SENER - Secretaría de Energía (2018). *Reporte de Avance de Energías Limpias. Primer Semestre 2018*, México.
- SENER - Secretaría de Energía. (2018). *Reporte de Avances de Energías Limpias en la Matriz Energética*. México.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (2020). <http://www.smie.org.mx/>
- PED (2018). *Plan Estatal de Desarrollo 2018 – 2024*. Gobierno del Estado de Yucatán.

- Tariq R., Xamán J., Bassam A., Ricalde L., Escalante M. (2020). *Multidimensional assessment of a photovoltaic air collector integrated phase changing material considering Mexican climatic conditions*. Energy, vol. 209 (15).
- Tatum C.B. (2011). *Core Elements of Construction Engineering Knowledge for Project and Career Success*. Journal of Construction Engineering and Management, V. 137, I. 10, ASCE.
- UADY (2018). *Estudio de seguimiento de egresados 2018*. Facultad de Ingeniería, Maestría en Ingeniería. Programa Institucional de Seguimiento de Egresados.
- 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>
- UADY (2021a). *Evaluación Interna de la Maestría en Ingeniería*. Facultad de Ingeniería. Programa Institucional de Evaluación de Posgrados, Universidad Autónoma de Yucatán.
- WEF – World Economic Forum. (2020). *The Global Risks Report 2020*, 15th Edition. Geneva, Switzerland.
- World Resources Institute (2020). *Climate watch: Historical GHG Emissions*. USA, https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2018®ions=LAC&start_year=1990
- Wyatt S., Bieller S., Müller C., Qu D., Song X. (2019). *World Robotics 2019 Preview, International Federation of Robotics (IFR)*, [Online]. Última visita: 28.10.2020 Disponible en : <https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%202018%20Sept%202019.pdf>
- Zurita, F., Roy, E., & White, J. (2012). *Municipal wastewater treatment in Mexico: current status and opportunities for employing ecological treatment systems*. Environmental Technology, 33(10), 1151-1158.