



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL
PLAN DE ESTUDIOS
DEL
DOCTORADO EN INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías

Marzo, 2016



"Educando con Pertinencia, Trascendiendo con Relevancia"

ÍNDICE

1. Datos generales / 4
2. Fundamentación / 6
 - 1.1 Introducción / 6
 - 1.2 Estudio de referentes / 7
 - 1.3 Justificación de la pertinencia social y factibilidad del programa / 20
 - 1.4 Evaluación interna y externa del programa / 22
 - 1.5 Conclusiones generales / 33
3. Integración de los ejes del MEFI / 34
4. Objetivo general del Plan de Estudios / 37
5. Perfil de ingreso / 38
6. Perfil de egreso / 39
 - 6.1 Áreas de competencia / 39
 - 6.2 Competencias de egreso / 39
 - 6.3 Desagregado de saberes / 40
 - 6.4 Competencias disciplinares / 42
7. Estructura curricular / 44
 - 7.1 Características relevantes / 44
 - 7.2 Tipo de plan / 44
8. Malla curricular / 46
 - 8.1. Asignaturas obligatorias / 48
 - 8.2. Asignaturas optativas / 49
9. Esquema de consistencia / 50
 - 9.1. Matriz de consistencia de las asignaturas en relación con las competencias de egreso / 50
 - 9.2. Esquema de consistencia por competencia de egreso / 51



- 9.3. Matriz de las competencias genéricas por asignatura / 53

- 10. Programas de estudio / 54

- 11. Metodología de evaluación del Plan de Estudios / 98
 - 11.1. Objetivos de la Evaluación / 98

- 12. Función académico administrativa / 101
 - 12.1. Lineamientos de operación / 101
 - 12.2. Requisitos de ingreso / 102
 - 12.3. Requisitos de permanencia / 103
 - 12.4. Requisitos de egreso y graduación / 104

- 13. Plan de desarrollo / 105
 - 13.1. Objetivos / 105
 - 13.2. Metas / 105

- 14. Referencias / 106



1. DATOS GENERALES

Nivel en el que se imparte el programa:

Doctorado

Nombre del Programa

Doctorado en Ingeniería

Grado a otorgar:

Doctor en Ingeniería o Doctora en Ingeniería, en cualquiera de sus cuatro opciones:

- Doctor(a) en Ingeniería opción Ambiental
- Doctor(a) en Ingeniería opción Construcción
- Doctor(a) en Ingeniería opción Energías Renovables
- Doctor(a) en Ingeniería opción Estructuras

Dependencia que hace la propuesta:

Facultad de Ingeniería

Responsable de la propuesta:

Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro, Director.

Cuerpo directivo de la Facultad:

Dr. Luis Enrique Fernández Baqueiro, Director.

Dr. Jorge Alejandro Tapia González, Secretario Académico.

Dr. Mauricio Gamboa Marrufo, Secretario Administrativo.

Dr. Carlos Alberto Quintal Franco, Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

Grupo diseñador la propuesta:

M.I. José Antonio de Jesús González Fajardo

Dra. Julia Guadalupe Pacheco Ávila

Dr. Carlos Alberto Quintal Franco

Dr. Luis Josué Ricalde Castellanos

M.I. Rómel Gilberto Solís Carcaño

Dr. Jorge Luis Varela Rivera



Asesores:

Dr. Rafael Antonio Rojas Herrera
Mtra. Jéssica Betsabe Zumárraga Ávila

Fecha propuesta de inicio:

Agosto, 2016.



2. FUNDAMENTACIÓN

2.1. Introducción

El posgrado de la Facultad de Ingeniería ha tenido un sustancial desarrollo a lo largo de casi 40 años de existencia, consolidando un sólido prestigio nacional. Durante este tiempo ha demostrado su pertinencia y relevancia a través de la demanda comprobada y la trayectoria profesional de sus egresados.

La Facultad de Ingeniería ofrece el primer plan de estudios de posgrado en la Universidad Autónoma de Yucatán en 1977, siendo éste la Especialización en Ingeniería Ambiental; al año siguiente es transformado en la Maestría en Ingeniería Ambiental. El segundo programa de posgrado de la Facultad de Ingeniería es la Maestría en Construcción que se ofrece en 1981.

En el año 2003 se modificaron los planes de estudio del posgrado de la Facultad de Ingeniería y se creó el plan de estudios de Maestría en Ingeniería con cuatro opciones terminales: Ambiental, Construcción, Estructuras e Hidrología. Este plan de estudios fue resultado de un ejercicio participativo de planeación, del que destacan las siguientes conclusiones:

- Ofrecer un solo plan de estudios de Maestría en Ingeniería con cuatro opciones terminales, de tal forma que se incrementara la oferta educativa y se lograra un mejor aprovechamiento de los recursos.
- Contar con un plan de estudios flexible, es decir, que permitiera al estudiante: llevar asignaturas de más de una especialidad, participar en proyectos de investigación interdisciplinaria movilidad estudiantil y estancias interinstitucionales.

En el año 2010 se modificó el plan de estudios de la Maestría en Ingeniería y se creó el Doctorado en Ingeniería con base en una revisión integral del posgrado y de las líneas de investigación y generación innovadora del conocimiento de la Facultad de Ingeniería y una visión integral de Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías. Los principales cambios que se plantearon al Plan de Estudios de la Maestría en Ingeniería fueron: 1) la definición de competencias de ingreso y egreso, 2) el establecimiento de un mapa curricular único, 3) la unión de la opción en Hidrología a la de Ambiental, y 4) la apertura de la opción en Energías Renovables.

En el año 2011 inició este programa educativo de maestría con cuatro opciones: Ambiental, Construcción, Estructuras y Energías Renovables. Ese mismo año inició el programa del Doctorado en Ingeniería con tres opciones: Ambiental, Construcción y Estructuras; éstas correspondieron a las líneas de generación y aplicación innovadora del conocimiento que contaban con mayor trayectoria en la Facultad de Ingeniería. Este programa educativo era para alumnos de tiempo completo y tenía una duración de tres años.

Atendiendo a las necesidades sociales y de desarrollo sustentable de utilizar energías renovables y lograr mejoras en la eficiencia energética, en el presente plan de estudios se ha añadido la opción de Energías Renovables, como una extensión natural del plan de estudios de la Maestría en Ingeniería, donde esta opción ha tenido cinco años de maduración. Además, los cuerpos académicos que la sustentan se han consolidado durante este periodo. Como las opciones anteriores, esta nueva tiene un alto potencial de crecimiento debido a la sensible temática que aborda.

Por otra parte, la duración del presente plan de estudios se ha modificado a ocho períodos semestrales (cuatro años) en función de alcanzar de manera óptima las competencias declaradas



en el perfil de egreso y los requisitos para egresar. El incremento en el tiempo permitiría: 1) Incorporar dos asignaturas de especialidad, 2) facilitar la movilidad estudiantil, 3) proveer al alumno del tiempo suficiente para que antes de egresar cuente con un artículo aceptado en una revista indizada, 4) proveer al alumno del tiempo suficiente para que elabore un segundo artículo de investigación. Sin embargo, en caso de que el estudiante logre alcanzar las competencias declaradas en el período inferior, el plan de estudios considera la posibilidad de que pueda concluir en 6 o 7 períodos semestrales.

A solicitud de la Coordinación General del Sistema de Posgrado, Investigación y Vinculación se han realizado dos modificaciones al Plan de Estudios: Incrementar a 80 puntos la calificación mínima aprobatoria y disminuir el requisito del idioma inglés a nivel B1 del Marco de Referencia Europeo; ambas modificaciones están sustentadas en el Modelo Educativo para la Formación Integral y en el Programa Institucional de Habilitación en el Modelo Educativo para la Formación Integral.

2.2. Estudio de referentes

La actualización del programa de Doctorado en Ingeniería atiende los aspectos: social, disciplinar, profesional e institucional, así como las recomendaciones y los requerimientos del CONACYT.

2.2.1. Referente social

La pertinencia social del programa educativo está relacionada con la coherencia que existe entre su objetivo y el perfil de egreso establecido en el plan de estudios, con las necesidades prevaletentes en el ámbito de influencia de la UADY, con el mercado de trabajo y con proyectos de desarrollo local, regional o nacional.

Análisis Socio-Económico del estado de Yucatán

De acuerdo con los datos estadísticos del Censo 2009-2010 del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), la población total del estado de Yucatán en 2010 ascendía a 1'955,577 habitantes. En la encuesta intercensal realizada en marzo de 2015 para actualizar las estadísticas sociodemográficas, se cuenta una población en el estado de Yucatán de 2'097,175 habitantes, lo que implica un incremento del 7.2% en cinco años. Estas cifras representan el 1.8% de la población total del país. De acuerdo con los datos intercensales el 49% son hombres y el 51% mujeres. La edad mediana de la población es de 28 años, lo que implica un incremento de dos años respecto al promedio de edad de la población del censo 2009-2010.

De acuerdo con el censo el 65% de la población se encuentra en el rango de edad de 15 a 64 años, los menores de 14 años representan el 27% y los mayores de 65 años el 7% (el 1% de los habitantes no especificó su edad). Según las proyecciones poblacionales del Consejo Nacional de Población (CONAPO) se estima que para el año 2030 la población del Estado será de aproximadamente 2.5 millones de habitantes, manteniendo una tasa de crecimiento media anual de 1.16%.

La economía de Yucatán se sustenta principalmente en actividades terciarias destacando el comercio y los servicios. De acuerdo al Censo Económico del 2009, Yucatán contaba con un total de 85,844 unidades económicas, de las cuales el 42.71% corresponde al sector de comercio; el 21.46%, a la industria manufacturera; el 32.76%, a servicios privados no financieros. Sin embargo, para octubre de 2013 esta cifra ya se había elevado a 103,434 unidades económicas, lo que



representa el 2.3% del total de nuestro país de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI. Con base en datos del Sistema de Información Empresarial (SIEM), en 2010 el estado de Yucatán agrupó 4.46% del total de empresas registradas en este sistema a nivel nacional. La participación del estado ha sido ascendente, durante el periodo 2004-2010 las empresas se han incrementado en 1.5 veces, tasa superior al incremento nacional (1.25 veces). En 2008, el sector Comercio aportó 16.1% del PIB estatal; en segundo lugar se encuentra el sector de Industrias Manufactureras con una aportación al PIB de 13.7% y, en tercer lugar, se ubica el sector de Servicios Inmobiliarios y de Alquiler de Bienes Inmuebles e Intangibles con una aportación de 13.2% al PIB estatal. De acuerdo con la Secretaría de Comercio (2015), los sectores estratégicos en la entidad fueron: logística, tecnologías de la información, innovación, turismo, agroindustria y energías renovables.

El Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación 2004-2011, publicado por el Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología en mayo de 2012, señala que en 2009 el Producto Interno Bruto (PIB) de Yucatán fue de 1.42% ocupando la posición 24 en la aportación al PIB nacional; y en 2013, según la Secretaría de Economía la aportación del PIB de Yucatán representó ya el 1.50%.

En el Índice de Competitividad Estatal del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), Yucatán se ubicó en la posición 18 de las 32 entidades federativas en 2008, posición 14 en 2010 y posición 11 en 2012. Este indicador muestra que las principales fortalezas del estado de Yucatán son el sistema de derecho confiable y objetivo (posición 1), el sistema político estable y funcional (posición 2), economía estable (posición 3), manejo sustentable del medio ambiente (posición 16); sociedad incluyente y preparada (posición 15); gobiernos eficientes y eficaces (posición 18); sectores precursores (sectores financiero, telecomunicaciones y transportes) (posición 16); innovación de los sectores económicos (15). Como debilidades el estado presenta: Mercado laboral (posición 21); aprovechamiento de las relaciones internacionales (posición 27).

El estudio que realizó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 2009 sobre la innovación regional en 15 estados mexicanos, identifica que entre 1980 y 2003 Yucatán tuvo un cambio positivo en la especialización de algunas industrias manufactureras, particularmente en: confección y calzado (bajo componente tecnológico), plásticos (media-baja tecnología), automotriz (media alta tecnología) y electrónica (alta tecnología).

Según el informe Doing Business 2014, publicado por el Banco Mundial (BM) y la Corporación Financiera Internacional (CFI), que clasifica a las economías por su facilidad para hacer negocios, la ciudad de Mérida, Yucatán, ocupa el 18º lugar de las ciudades analizadas en México correspondiendo el 4º lugar, para apertura de un negocio.

Expectativas educativas

La educación superior es un bien público ya que una población mejor educada significa una ciudadanía más informada, participativa y crítica. Tiene importantes efectos multiplicadores en el desarrollo económico y social, y es un componente crucial para construir una nación más próspera y socialmente incluyente. Además produce beneficios privados como ingresos más elevados y mayor satisfacción laboral.

La educación promedio en Yucatán, en el periodo 2013-2014 tuvo un grado de escolaridad de 8.6 años por individuo el cual es inferior al promedio nacional (9.0); y un índice de analfabetismo de 8.3%, inferior al promedio nacional (6.0%), de acuerdo con la SEP para el ciclo escolar 2013 – 2014.

La cobertura total de la educación superior se incrementó de 26 % de la población de 19 a 23 años en el ciclo 2006-2007 a 33% en el ciclo 2011-2012 (SES, 2012). La expansión de la



educación superior en México ha sido consecuencia del aumento de las tasas de cobertura, retención y graduación en el bachillerato. La cobertura bruta en el nivel medio superior se incrementó sostenidamente en los últimos años de 58% en 2006 al 71% en 2012.

El Estado cuenta con 37 licenciaturas certificadas por el COPAES impartidas en siete instituciones: 35% de Ciencias Sociales, 27% de Ingeniería, 24% del área de la Salud, 8% de Humanidades y Ciencias de la Conducta y 5% del área de Biología y Química. Estadísticas del 2014 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) señalan que, en el Estado de Yucatán, 4,105 personas se encontraban estudiando algún programa de posgrado en 92 planteles educativos. La subdivisión por nivel es la siguiente: 898 alumnos en especialidad, 2,772 en maestría y 435 en doctorado. Se cuenta con seis instituciones donde se imparten 32 programas de posgrado que pertenecen al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), 3 de especialidad, 22 de maestría y 7 de doctorado. Estos programas cuentan con 817 becas de CONACYT, de las cuales 50 son de especialidad, 581 de maestría y 186 de doctorado.

El mercado laboral se está haciendo global, esto afecta de manera directa al funcionamiento de las instituciones de educación superior, que deben responder a las necesidades de formación que ya no son las específicas de un entorno inmediato. Las instituciones de nivel superior están llamadas a jugar un rol en la formación de una sociedad mejor educada, que lleve a los individuos a tener mayores capacidades. La información y el conocimiento son factores estratégicos para el desarrollo de los países; el conocimiento es reconocido como un activo de las naciones para sustentar su desarrollo y competitividad, así como para el bienestar social e individual.

Referente disciplinar

Las ingenierías hacen posible que en economías emergentes se diseñen y desarrollen productos y procesos innovadores, ya que propician una mejora en la capacidad instalada y capital humano. Y también que las pequeñas y medianas empresas incrementen su participación en los procesos generadores de riqueza. Se espera que los campos profesionales sigan siendo las ingenierías básicas (civil, mecánica, eléctrica, química) y se incorporen otros nuevos, tales como: ingeniería genética, teleinformática, ingeniería de nuevos materiales, nanotecnología, aeronáutica, biotecnología, energías renovables, etc. La solución de problemas de ingeniería exige estrategias para afrontar los retos de la globalización, las cuales demandan flexibilidad, movilidad e innovación en la práctica profesional.

Con base en el documento "Planeación Prospectiva y Estratégica", elaborado por la ANFEI, las escuelas de ingeniería deberán ser instituciones de alta calidad académica, con un elevado grado de vinculación con los sectores productivos, además de contar con un profesorado profesionalizado y orientado a resultados. Una escuela de ingenieros debe ser flexible, abierta y con una fuerte y actualizada infraestructura en la TIC que responda eficientemente tanto a las necesidades sociales como a las del mercado. En este sentido, la base para diseñar un plan de estudios proviene de las necesidades de la producción y del comportamiento del mercado. Además, es indispensable que las escuelas de ingeniería, apoyadas por el Estado y el gobierno, desarrollen programas de vinculación con la sociedad, que les permitan solventar carencias básicas de transporte, agua, vivienda, electricidad, etcétera, que en ocasiones el mercado no demanda.

De acuerdo con la Academia de Ingeniería, para que México destaque en la competencia comercial global es indispensable impulsar su desarrollo invirtiendo más y con mayor eficacia en educación, desarrollo tecnológico e innovación, ya que éstos son los grandes impulsores del desarrollo humano y la productividad. Los retos para la ingeniería asociados a la gestión



sustentable de los recursos son enormes, pero las oportunidades también lo son. Con los recursos naturales agotándose rápidamente, muchos de ellos no renovables, como los hidrocarburos, debemos aprovechar el poder de la ingeniería para desarrollar soluciones más sustentables. Las cuestiones relacionadas con la energía, el agua, la infraestructura urbana y rural, y el transporte deben ser consideradas con un enfoque integrado y en armonía con el ambiente, que examine sus interdependencias y detecte las oportunidades de nuevas soluciones.

De acuerdo con la Declaración del Consejo Mundial de Academias de Ingeniería y Tecnología (CAETS)¹, que fue emitida en 2009 en Calgary, Canadá es recomendable considerar el desarrollo sustentable, la administración, la conservación, el reciclaje, la reutilización y la sustitución. La ingeniería de diseño debe evaluar la sustentabilidad de cada producto, tomando en cuenta su ciclo de vida completo. Las políticas y las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático deben estar basadas en los resultados integrados de la investigación científica en todos los sectores.

La Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos (NAE)², ha hecho pública una lista de los que serían los principales desafíos de la ingeniería en el Siglo XXI:

- 1.- Conseguir que la energía solar sea accesible
- 2.- Suministrar energía a partir de la fusión
- 3.- Desarrollar métodos de secuestro del carbono
- 4.- Gestionar el ciclo del nitrógeno
- 5.- Suministrar acceso al agua potable
- 6.- Restaurar y mejorar las infraestructuras urbanas
- 7.- Avanzar en la informática para la sanidad
- 8.- Diseñar mejores medicamentos
- 9.- Hacer ingeniería inversa del cerebro
- 10.- Prevenir el terror nuclear
- 11.- Proteger el ciberespacio
- 12.- Enriquecer la realidad virtual
- 13.- Avanzar en el aprendizaje personalizado
- 14.- Diseñar herramientas para el descubrimiento científico

De acuerdo con las propuestas anteriormente citadas, hay congruencias significativas respecto a las tendencias en el campo de las ingenierías. Se destacan en particular las relacionadas con las necesidades de la sociedad de infraestructura, cuidado del medio ambiente y energía, las cuales deberán ser, no sólo atendidas satisfactoriamente.

Para afrontar tales retos, las cuatro opciones de esta propuesta de Modificación del Plan de Estudios de Doctorado en Ingeniería están orientadas a formar recursos humanos altamente calificados.

2.2.2. Referente profesional

A continuación se presenta el estado del arte en cada una de las opciones del PE:

¹ CAETS - International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences, Inc. (2009) "2009 CAETS Statement - Global Natural Resources - Management and Sustainability".

² NAE - National Academy of Engineering - (2008) "Grandes Retos de la Ingeniería".



Ingeniería Ambiental.

Actualmente, debido a la problemática ambiental a nivel mundial, se identifica una clara tendencia al desarrollo de tecnologías sustentables de manejo y explotación de los recursos, principalmente agua y energía (Canadian Academy of Engineering, 2005; Academia de Ingeniería de México, 2010; Maraghy, 2011).

En el caso particular de México se encuentra que, por un lado, el agua es un recurso natural escaso (particularmente en las zonas Centro y Norte del país), cuyo adecuado tratamiento y reúso es esencial para tener un crecimiento económico sostenido (Academia Mexicana de Ciencias, 2014). Sin embargo, estudios presentados por la Comisión Nacional del Agua (Conagua, 2014) muestran un bajo porcentaje de aguas residuales tratadas en el país (< 50%). De igual forma, se identifican como principales métodos de tratamiento los sistemas convencionales de lodos activados y lagunas de estabilización, con un bajo rendimiento en la mayoría de las plantas instaladas (Zurita, Roy, & White, 2012). Por lo tanto, es necesario una mayor investigación en esta área, enfocándose principalmente en el desarrollo e implementación de tecnologías alternativas que puedan ajustarse al entorno mexicano, como, por ejemplo, los llamados humedales artificiales particularmente atractivos para las zonas rurales (Zurita, Roy, & White, 2012) y sistemas innovadores de tratamiento anaerobio capaces de incrementar la sustentabilidad de las plantas (Foresti, Zaiat, & Vallero, 2006).

Por otro lado, para ayudar a reducir el uso de los combustibles fósiles convencionales y cumplir con los tratados internacionales de reducción de emisiones de CO₂, México cuenta con un alto potencial de biomasa (por ejemplo los subproductos agrícolas y efluentes agroindustriales), que pueden contribuir en el futuro con un porcentaje importante a la oferta energética nacional (Academia Mexicana de Ciencias, 2014). Por lo tanto, a pesar de que existe en el país una experiencia importante en el área de biodigestores, es necesaria una mayor investigación en la generación de biocombustibles de segunda y tercera generación (Red Mexicana de Bioenergía, 2011); prestando particular atención al uso de microalgas, considerable fuente de energía capaces de transformar el CO₂ en oxígeno (Kumar, y otros, 2010).

Finalmente, en materia de suelos y acuíferos, debido al alto número de pasivos ambientales que tiene México, es necesario desarrollar procesos de biorremediación con el propósito de recuperarlos para fines productivos. Asimismo, la industria de la minería, que se prevé crecerá considerablemente en los próximos años, requiere el desarrollo de avanzadas tecnologías de biolixiviación (Academia Mexicana de Ciencias, 2014). Otro tema relevante de investigación es el manejo y la disposición final de los residuos sólidos, ya que se carece en el país de un régimen adecuado, siendo aún común el uso de basureros a cielo abierto, sitios no controlados y rellenos sanitarios que no cumplen con la legislación ambiental (Buenrostro & Bocco, 2003).

En conclusión, por todos los factores descritos anteriormente, se considera a la investigación en materia de la ingeniería ambiental de vital importancia para garantizar una buena calidad de vida para las generaciones presentes y futuras. Asimismo, se identifica la necesidad de acoplar el desarrollo sustentable a todas las ramas de la ingeniería, acentuando su relevancia. Relevancia que prevalecerá, mientras que el ser humano siga haciendo uso de los recursos naturales para satisfacer sus necesidades.



Ingeniería de la Construcción.

Los últimos años han sido difíciles para la industria de la construcción en todo el mundo y México no ha sido la excepción. Desde 2008 los indicadores económicos de la industria de la construcción en México han decaído y no es hasta 2014 que regresan a los niveles del 2008 (CMIC 2015). Estos tiempos difíciles para la construcción han provocado que la industria encuentre énfasis en paradigmas que, aunque ya existían, en tiempos como el actual cobran mayor importancia.

Se denota un adelgazamiento en los costos de construcción y un acortamiento en el tiempo en el que se construyen los proyectos, esto debido a que la construcción es ahora, quizá más que nunca, vista como una proveedora de mercancía, cuando no lo es. Existe una tendencia a verla como tal sobre todo en construcciones de baja complejidad donde la tendencia a contratar las propuestas más económicas y con menor tiempo de construcción son más fuertes que nunca (Moore 2015). Esto demanda que el constructor optimice su proceso de construcción y domine con maestría técnicas como la producción delgada (lean production) entre otras.

Otra tendencia en la construcción es la incorporación de lleno de las nuevas tecnologías de información, como la modelación de información de construcción (BIM), utilización de dispositivos móviles, escáner laser e impresoras 3D, que ahora son incorporadas al flujo de trabajo de los proyectos de construcción durante todo su ciclo de vida, lo anterior está provocando que el constructor deba conocer, dominar, e incorporar estas tecnologías en su quehacer.

La adopción de las nuevas tecnologías también ha venido a facilitar la colaboración entre los participantes en los proyectos de construcción: dueños, diseñadores, constructores, operadores, instancias reguladoras y la sociedad. La colaboración siempre ha sido el talón de Aquiles de la construcción desde la época del renacimiento cuando el diseño y la construcción se separan como dos especialidades distintas, las nuevas tecnologías no solo facilitan la colaboración, sino que dejan en evidencia la falta de ella, el constructor debe ahora re-aprender a colaborar para entregar proyectos de construcción integrales.

Aunado a lo anterior está el reto de terminar de entender el concepto de sustentabilidad y como debe ser aplicado en la industria de la construcción, si bien el concepto de construcción sostenible existe y se aplica de manera explícita desde hace unas pocas décadas, existe ahora el reto de hacer el concepto efectivo en términos de costo-beneficio, para que deje de ser impositivo y se convierta en un área de oportunidad real y atractiva para los constructores.

Para la construcción es una época de convergencia donde la colaboración utilizando tecnologías de información y técnicas de producción delgada es la manera de satisfacer la demanda por proyectos con un menor costo y tiempo de construcción y manteniendo o mejorando los niveles de calidad y sostenibilidad. Es de suma importancia que la investigación en la academia tome en cuenta estas tendencias para hacerla relevante.



Ingeniería Estructural.

En la cumbre de ingeniería civil realizada en el año 2006 por la Sociedad Americana de Ingeniería Civil, (por sus siglas en inglés, ASCE) se analizó la perspectiva global de la ingeniería civil para el año 2025, donde se plantearon las tendencias actuales. En dicha cumbre se concluyó que se espera que para el año 2025 el mundo sea muy diferente al actual, con una población mundial en permanente crecimiento, desplazándose desde zonas rurales hacia las zonas urbanas, la cual va a exigir la adopción generalizada para la sostenibilidad tales como la demanda de energía, agua potable, aire limpio, eliminación segura de residuos y transporte que se requiere para impulsar la protección ambiental y el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Para afrontar los riesgos a las amenazas crecientes de los desastres naturales y otras causas, en la ingeniería civil se ha propuesto cumplir metas que sirvan de manera competente, colaborativa y ética la urgente formación de sus profesionales con competencias para desempeñarse como: 1) Planificadores, diseñadores, constructores y operarios del motor económico y social de la sociedad: el medio ambiente construido; 2) Protectores del medio ambiente natural y sus recursos; 3) Innovadores e integradores de ideas y tecnología en los sectores público, privado y académico; 4) Gestores de los riesgos y las incertidumbres causados por acontecimientos naturales, accidentes y otras amenazas; y 5) Líderes en debates y decisiones que conforman la política pública ambiental y de infraestructuras.

Bajo estas circunstancias se presentan desafíos sin precedentes en especial 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, utilización de materiales optimizados y mayor uso de nano materiales.

Crecimiento vertical de ciudades: La mayoría de las ciudades han sido desarrolladas por casas pequeñas y muchas veces alejadas unas de otras. Las ciudades dispersas consumen mayores recursos por el requerimiento de servicios, más energía, más suelo, más agua; sin embargo la "verticalidad" de las edificaciones logra hacer de las ciudades densas más compactas con menos invasión de su naturaleza haciendo más fácil la construcción de redes de abastecimiento y agua potable, la reducción de la red del transporte público.

Edificaciones sustentables: Se debe utilizar métodos constructivos y el uso de materiales respetando el medio donde se desarrolla desde su planificación, diseño, ubicación, construcción, usando energía renovable, conservando el agua, aprovechando los recursos naturales de luz y ventilación, minimizando los residuos y creando ambientes productivos.

Utilización de materiales optimizados: Como producto de la investigación se tienen diversos materiales que pueden ser utilizados en obras civiles que permitan optimizar sus propiedades de resistencia mecánica, durabilidad, factores económicos y el respeto por el medio ambiente. Algunos ejemplos de estos materiales son: el concreto traslúcido, concreto permeable, concreto flexible, fibra de carbono, materiales compuestos, nanotubos, etc.

La ingeniería civil se está adaptando a las necesidades de la sociedad y por lo tanto, no cabe duda que las universidades, para poder participar y posicionarse como instituciones modernas en la gestión del conocimiento, deben realizar cambios en la formación de sus profesionales, formular estrategias institucionales asociadas a su región y al país involucrando a sectores empresariales, gobierno y universidad.



Ingeniería en Energías Renovables.

La razón principal para introducir energías renovables es la contar con un suministro estable y propio, reducción de emisiones de gases efecto invernadero y evitar interrupciones ocasionales del suministro energético.

En general diversos países han implementado la política de “bajas emisiones, crecimiento verde” con el objetivo de alcanzar crecimiento económico al desarrollar tecnologías limpias y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles que en muchos casos son de importación casi en su totalidad.

Hasta 2014, México contaba con una capacidad efectiva instalada para la generación de energía eléctrica de 64,278 MW, de los cuáles 16,070 MW provinieron de fuentes renovables de energía (eólica, solar, hidráulica, geotérmica y de biomasa), lo que representa el 25% del total de la capacidad instalada. Se estima que para 2028 la capacidad instalada para la generación de electricidad a partir de energías renovables se incremente en 19,761 MW, de los cuales, se estima que las fuentes de energía eólica e hidráulica tendrán la mayor participación, con 59% y 21%, respectivamente.

Líneas de investigación en energías renovables. En años recientes ha atraído gran atención a nivel mundial la generación, control e integración de las fuentes renovables de energía debido a cuestiones ambientales y económicas. Los primeros pasos en la integración de fuentes de energía renovable en nuestra región se dieron con la implementación de sistemas fotovoltaicos y eólicos como fuentes complementarias para aplicaciones rurales. Actualmente se realiza investigación en la integración de diversas fuentes de energía de pequeña escala tales como solar térmica, biomasa, celdas de combustible y mareomotriz bajo nuevos y avanzados desarrollos tecnológicos, materiales para aplicaciones fotovoltaicas y eólicas, integración de otras fuentes renovables, mejores tecnologías de almacenamiento, integrando métodos novedosos de aprovechamiento energético e implementando esquemas de monitoreo y gestión energética constituyendo lo que actualmente se denomina la red eléctrica inteligente.

Tecnologías para sistemas fotovoltaicos. En el desarrollo de sistemas solares fotovoltaicos, en la actualidad las tecnologías de silicio cristalino representan cerca del 80 % de la producción total de celdas en los países de la IEA PVP. Las celdas de Silicio mono-cristalino (sc -Si) tienen eficiencias comerciales entre 16 y 24%. Las celdas de silicio poli-cristalinos (mc- Si) son cada vez más populares, ya que son menos costosas de producir, aunque son un poco menos eficiente, con una eficiencia de conversión que varía del 14 al 17%. Recientemente las celdas de silicio quasi-mono-cristalino han ido ganando mayor atención. Las celdas de semiconductor compuesto III-V están formadas utilizando materiales como el GaAs sobre los sustratos de Ge y tienen altas eficiencias de conversión de 40% y más.

Control de voltaje en redes eléctricas inteligentes. La intermitencia de las fuentes de energía renovables puede provocar problemas como regulación de voltaje, fluctuaciones de frecuencia e incluso colapsos de voltaje. Por lo tanto es necesario controlar y regular las salidas de los sistemas de generación de acuerdo con los requerimientos de la red de distribución ante eventualmente miles de subsistemas de cogeneración dentro de una red de distribución.

Tecnologías de medición en redes eléctricas inteligentes. Poseer capacidad de monitoreo con integración de datos en un sistema de generación y transmisión con técnicas avanzadas de análisis y control mejorando la seguridad de la potencia y comunicaciones para satisfacer la demanda energética reduciendo el consumo energético y los costos. El número de sensores en una red inteligente se incrementa notablemente en comparación con otros sistemas de potencia. Esto



hace que sea necesario satisfacer estrictos estándares en materia de diseño y construcción de elementos de monitoreo y control.

2.2.3. Instituciones con planes afines

En México existen 1,943 programas de posgrado registrados en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad que coordinan la SEP y el CONACYT. De éstos, existen aproximadamente 600 programas de doctorado, de los cuales sólo el 20% pertenece al área de ingeniería y tecnología. Se reporta que se gradúan anualmente 3,200 estudiantes de doctorado, a cifras de 2013, de los cuales solamente cerca de 680 corresponden a los campos de la ingeniería y la tecnología. La relación de graduados de doctorado es de 24 por millón de habitantes, de los cuales 14 son del campo de ciencias e ingeniería y 10 de ciencias sociales y humanidades; específicamente para el área de ingeniería y tecnología la relación de graduados por millón de habitantes es de 6. En un país como el nuestro, con cerca de 120 millones de habitantes, se requiere de un número mayor de especialistas para afrontar con éxito la competencia científico-tecnológica.

En 2015, se reportan 25,072 investigadores reconocidos en el SIN (según datos del CONACYT); con una población económicamente activa (PEA) para este año de 53'809,017 (según datos de INEGI) se tiene un promedio de 2.14 investigadores por cada mil habitantes. En perspectiva la proporción de los investigadores que hay en los Estados Unidos de Norteamérica, que es de 9 investigadores por cada mil miembros de la PEA, deja en evidencia la desventaja tecnológica de nuestro país.

En el ámbito nacional se detectaron 27 programas de doctorado en ingeniería o en ciencias de ingeniería pertenecientes al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) en 2015 (Tabla 1), cuyas temáticas y líneas de investigación tienen al menos un tema en común al programa de Doctorado en Ingeniería de la UADY. Estos programas se imparten en 20 instituciones: Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Veracruzana, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Universidad Autónoma de Chihuahua, Instituto Mexicano del Petróleo, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Instituto Tecnológico de Toluca, Universidad Autónoma de Guerrero, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Autónoma de Zacatecas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad del Mar (Oaxaca) y Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Cabe mencionar que de estos 27 programas, 11 son de reciente creación, 5 en desarrollo, 9 consolidados y sólo 2 de competencia internacional, ambos de la UNAM. De este grupo, en la región sureste de México sólo hay 3 programas: el Doctorado en Ciencias en Ingeniería (opción Sistemas Energéticos), de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; el Doctorado en Ciencias, del Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., (opción Energías Renovables) y el Doctorado en Ingeniería (Termoenergía y Fuentes Renovables y Sustentabilidad y Medio Ambiente), de la Universidad Veracruzana.

Adicionalmente, a nivel nacional se identificaron algunos programas afines al programa de Doctorado en Ingeniería de la UADY, los cuales se describen a continuación.

En la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) se ofrecen los programas de Doctorado en Ingeniería Estructural (en desarrollo), y en Ciencias e Ingeniería (consolidado). El plan de estudios del primero está compuesto de 364 créditos, éstos deben ser cubiertos en nueve trimestres (3 años), y un máximo de 18 trimestres. La graduación es por medio



de una tesis y su defensa oral (130 créditos), así como de la publicación de un artículo de investigación relativo al tema de la tesis. En este programa se abordan las siguientes líneas de investigación: Evaluación del riesgo de las estructuras, Estudio analítico de elementos y sistemas estructurales, Estudio experimental de elementos y sistemas estructurales y Tecnología de la Madera. Por su parte, el plan de estudios del Doctorado en Ciencias e Ingeniería está compuesto de 360 créditos. Estos créditos deben ser cubiertos en seis trimestres (2 años). La graduación es por medio de la disertación pública de la tesis (180 créditos). El programa tiene dos líneas de investigación: Ambiental, y Materiales.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ofrece los programas de estudio de Doctorado en Ingeniería Civil (consolidado) y Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales (competencia internacional). En estos programas la graduación es por medio de la elaboración de una tesis y su defensa oral, así como de la publicación de un trabajo de investigación en revista indexada. El primer programa contempla las líneas de investigación de Estructuras, Geotecnia, e Hidráulica y el otro, Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos, y Materiales Poliméricos.

Tabla 1. Programas de Posgrado afines pertenecientes al PNPC

Institución	Programa	Nivel
Universidad Autónoma de Baja California	Doctorado en Ciencias e Ingeniería	Consolidado
Universidad Autónoma de Querétaro	Doctorado en Ingeniería	Consolidado
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de los Materiales	Reciente Creación
	Doctorado en Ciencias Ambientales	Consolidado
Universidad Autónoma Metropolitana	Doctorado en Ingeniería Estructural	En Desarrollo
	Doctorado en Ciencias e Ingeniería	Consolidado
Universidad Nacional Autónoma de México	Doctorado en Ingeniería Civil	Consolidado
	Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Competencia Internacional
	Doctorado en Ingeniería en Energía	Competencia Internacional
	Doctorado en Ingeniería Ambiental	Consolidado
Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en Ingeniería con orientación en Materiales de Construcción	Reciente Creación
	Doctorado en Ingeniería de Materiales	Consolidado
Universidad Veracruzana	Doctorado en Ingeniería	Reciente Creación
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.	Doctorado en Ciencias (Energía Renovable)	Reciente Creación
Universidad Autónoma de Chihuahua	Doctorado en Ingeniería	Reciente Creación
Instituto Mexicano del Petróleo	Doctorado en Ciencias e Ingeniería	En Desarrollo
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.	Doctorado en Ciencias Ambientales	Consolidado
Instituto Tecnológico de Aguascalientes	Doctorado en Ciencias en Ingeniería	Reciente Creación
Instituto Tecnológico de Toluca	Doctorado en Ciencias Ambientales	Reciente Creación
Universidad Autónoma de Guerrero	Doctorado en Ciencias Ambientales	En Desarrollo
Universidad Autónoma de Sinaloa	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	Reciente Creación
Universidad Autónoma de Zacatecas	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	En Desarrollo



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Doctorado en Ciencias Ambientales	En Desarrollo
Universidad Autónoma del Estado de México	Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	Reciente Creación
	Doctorado en Ciencias Ambientales	Consolidado
Universidad del Mar (Oaxaca)	Doctorado en Ciencias Ambientales	Reciente Creación
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Doctorado en Ciencias en Ingeniería	Reciente Creación

La Universidad Autónoma de Querétaro ofrece el Doctorado en Ingeniería (consolidado). El plan de estudios está compuesto de un mínimo de 200 créditos. Estos créditos deben ser cubiertos en cinco semestres. La graduación es por medio de la elaboración de una tesis y su defensa oral (80 créditos), así como de la publicación de dos artículos, producto de su investigación doctoral, en revistas indexadas en el ISI o en el padrón de revistas del CONACYT. En este programa se abarcan las líneas de investigación: Materiales; Instrumentación y mecatrónica; Sistemas de transporte, logística y energía; y Modelos analíticos y experimentales de sistemas físicos.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí ofrece el Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de los Materiales (reciente creación). El plan de estudios está compuesto de un mínimo de 180 créditos. Estos créditos deben ser cubiertos en seis semestres. La graduación es por medio de la elaboración de una tesis y su defensa oral, así como de la aceptación de un artículo de investigación en revista con arbitraje estricto. En este programa se abarcan las líneas de investigación: Nanomateriales y nanoingeniería, Ingeniería y ciencia de materiales, e Ingeniería molecular y materiales biomoleculares.

La Universidad Autónoma de Baja California ofrece el Doctorado en Ciencias e Ingeniería (consolidado). El plan de estudios está compuesto de un mínimo de 160 créditos. Estos créditos deben ser cubiertos, de manera normal, en nueve semestres. La graduación es por medio de la elaboración de una tesis y su defensa oral (76 créditos), así como de la publicación de un artículo a nivel internacional. En este programa se abarcan las líneas de investigación: Medio ambiente, Química, Eléctrica y computación.

2.2.4. Referente profesional

Las tendencias de profesionistas ocupados en el país han sido constantes en los últimos cinco años, siendo las carreras de Contaduría, Ciencias Administrativas y Derecho las más demandadas tanto a nivel nacional como a nivel estatal. Según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2011, la licenciatura en Ingeniería Civil ha presentado el segundo lugar en crecimiento anual de ocupación en los cuatro años anteriores en el Estado.

Al tercer trimestre de 2011, la población ocupada de Yucatán era 907,325 personas; de éstas, el 51.6% son varones y el restante 48.4% mujeres. De la población ocupada, el 13.4% contaba con estudios a nivel licenciatura, 5.8% con estudios técnicos o comerciales de nivel medio superior y superior, 1.7% con posgrado, 0.8% con Normal básica y 0.2% con estudios técnicos o comerciales de nivel básico y el restante 78.0% con estudios de nivel inferior. Respecto a las remuneraciones percibidas por la población ocupada, los más altos ingresos los concentra la población con nivel de instrucción media superior y superior y aquellos que laboran en la industria extractiva, de electricidad y en el sector servicios. Mientras que la población con menores ingresos es aquella con menor nivel de instrucción y que labora en la industria manufacturera o en el sector primario. Al segundo trimestre de 2011, el ingreso promedio mensual de los profesionistas ocupados en el Estado fue de \$10,142 pesos, siendo 2.1 % mayor que el promedio nacional.



En Yucatán, el número de posgraduados es 18,552 de los cuales el 8 % corresponde a Ingenierías y Ciencias ambientales con respecto del total de la PEA con estudios de posgrado; las estadísticas reportan que no hay población desocupada para éstos últimos (INEGI, 2011).

Por otra parte, de acuerdo con los resultados de la Encuesta de Expectativas de Empleo para el tercer trimestre de 2016, que publica la empresa consultora Manpower, los empresarios yucatecos reportaron expectativas de contratación por arriba promedio nacional; el promedio nacional fue de +13%, mientras que, en Yucatán, especialmente Mérida, se reporta +17%. En particular, la capital del estado se ubicó como la cuarta ciudad del país con mayores expectativas de contratación, debajo sólo de Torreón, Guadalajara y Ciudad Juárez, pero por arriba de ciudades como Monterrey, Tijuana, San Luis Potosí y Ciudad de México.

2.2.5. Infraestructura para la investigación y productividad científica

Una parte de la generación de riqueza y crecimiento de una sociedad se explica por la capacidad de generar investigación, crear conocimiento, apropiarse de él y traducirlo en nuevas tecnologías que impulsen la productividad de los factores productivos. Para que esto se lleve a cabo, es importante contar con infraestructura y los recursos humanos necesarios para desarrollar el conocimiento.

La infraestructura científica y tecnológica se compone por el número de instituciones de educación superior con programas de posgrado y el número de centros de investigación. En la medida que un estado cuente con una infraestructura científica y tecnológica y apoyos financieros para la formación de recursos humanos (becas) tendrá mejores oportunidades para el fortalecimiento de la Ciencia y Tecnología (CyT) mediante la generación de innovaciones tecnológicas y la vinculación con el sector productivo; lo cual ayudará al desarrollo del estado.

Los recursos nacionales para la investigación se concentran en el estado de Yucatán en los tres Centros de Investigación CONACYT: Centro de Investigación Científica de Yucatán AC; Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco AC. La UADY consciente de su responsabilidad con el desarrollo científico del Estado, ha promovido la formación de recursos humanos para su inserción en la actividad científica.

Por otra parte, las becas de estudio de posgrado otorgadas por el CONACYT han tenido una serie de variaciones importante en la entidad. Entre 2004 y 2010 se duplicó el número de becas; actualmente la entidad cuenta con aproximadamente 200 becas nacionales vigentes por cada mil estudiantes de posgrado que corresponden al 2.4% del total de becas nacionales otorgadas por el CONACYT, lo que sitúa a la entidad en el séptimo lugar.

Para medir la disponibilidad de recursos destinados a Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en los estados de la República Mexicana, el Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCYT) construyó el Ranking Nacional de CTI con en una medida comparativa de la cantidad y calidad de recursos que cada estado posee. En 2013, Yucatán obtuvo la posición la posición 12 en este Ranking. De los diez indicadores considerados en esta medición, los componentes donde el Estado se encuentra por encima de la media nacional son: Formación de recursos humanos, Personal docente y de investigación, Inversión en CTI, Productividad científica e innovadora y Género. Se identificaron cinco componentes donde el Estado se posiciona por debajo del promedio nacional: Infraestructura Académica y de Investigación, Infraestructura Empresarial, Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Componente Institucional, y Entorno Económico y Social.



2.2.6. Referente institucional

La Misión de la UADY, establecida en el Plan de Desarrollo Institucional 2014-2022, es "la formación integral y humanista de personas, con carácter profesional y científico, en un marco de apertura a todos los campos del conocimiento y a todos los sectores de la sociedad". Como tal, proporciona un espacio de análisis y reflexión crítica sobre los problemas mundiales, nacionales y regionales, conduciendo al desarrollo sustentable de la sociedad, apoyándose en la generación y aplicación del conocimiento, en los valores universales y en el rescate y preservación de la cultura nacional y local dando respuesta de esta manera a la nueva era del conocimiento en su papel como transformadora de su comunidad. Como institución, incorpora cuatro principios básicos de la educación: *"aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir y a convivir"*.

Esta perspectiva sirve de punto de partida para el desarrollo e implementación de acciones que contribuyan al logro de la Misión en alineación con la Visión Institucional, la cual declara que *"En el año 2022 la Universidad Autónoma de Yucatán es reconocida como la institución de educación superior en México con el más alto nivel de relevancia y trascendencia social"*.

La Visión 2022 de la UADY está conformada por ocho objetivos estratégicos, de los cuáles se identifican 5 por tener un impacto directo en el desarrollo de la investigación y los posgrados: (1) Formar ciudadanos a nivel posgrado, altamente competentes a nivel nacional e internacional, conscientes de su responsabilidad social; (2) Contar con una oferta educativa amplia, diversificada, pertinente y reconocida por su buena calidad; (3) Consolidar la implementación del Modelo Educativo para la Formación Integral en todos los programas; (5) Ser un centro de referencia nacional e internacional de desarrollo científico y tecnológico; y (8) Poseer un alto grado de reconocimiento social en los ámbitos local, nacional e internacional.

La UADY, en su filosofía, declara como principios fundamentales que sustentan su tarea educativa los siguientes:

1. La educación será fundamentalmente humanística, enfocada a la razón (crítica), a la voluntad (valores) y a la vida, ya que debe ser un espacio fundamental que ayude a formar ciudadanos y profesionales como miembros de su comunidad para que actúen de una manera responsable.
2. La educación es el desarrollo del individuo como persona, bajo la acción consciente e inteligente de su voluntad, reconociendo las diferencias individuales.
3. Educar no es aumentar desde fuera, sino propiciar que la persona crezca desde adentro. En el proceso educativo el agente principal es el estudiante. Sin embargo, el maestro también es un agente cuyo dinamismo, ejemplo y dirección son fundamentales.
4. El interés por la totalidad del ser humano –congruencia entre su pensamiento, emoción y conducta–centrando la atención en el estudiante mismo como sujeto de su propia educación, creando las condiciones adecuadas para que esto pueda suceder.
5. El reconocimiento de que los estudiantes son seres humanos que tienen una naturaleza constructiva y digna de confianza.
6. El aprendizaje se facilita cuando el estudiante participa responsablemente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, asignando a la enseñanza el papel estimulador.
7. La participación activa y responsable de todos los estudiantes en su proceso formativo es condición fundamental para fortalecer su capacidad de pensamiento crítico y de reflexión acerca de sus sentimientos, valores, convicciones y futuras acciones como profesionales regidos por principios éticos.
8. El desarrollo de hábitos mentales y competencias que signifiquen estrategias para la realización humana y profesional.
9. El diálogo respetuoso en la relación maestro–estudiante; guiar y proponer con razones el desarrollo responsable de la libertad.

Para la UADY, el Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) es su propuesta para promover la Formación Integral del estudiantado bajo una filosofía humanista. La UADY concibe la Formación Integral como un proceso continuo que busca el desarrollo del estudiante y su crecimiento personal en las cinco dimensiones que lo integran como ser humano: física, emocional,



cognitiva, social y valoral-actitudinal. Esta formación integral del estudiantado se promueve por medio de la interacción de seis ejes de manera transversal en todos los Programas Educativos (PE) de la Universidad: *responsabilidad social, flexibilidad, innovación internacionalización, educación centrada en el aprendizaje y educación basada en competencias*; los cuales orientan a su vez el trabajo académico y administrativo de la misma. Estos seis ejes, además de su carácter transversal, tienen implicaciones en el diseño y elaboración de los planes y programas de estudio; el proceso de enseñanza y aprendizaje y la evaluación. De la misma manera, ejercen una influencia importante en los roles de los diversos actores: estudiante, profesor, personal administrativo, directivo y manual.

La Universidad ha establecido 22 competencias genéricas que deberán ser integradas en todos los PE de la UADY con el fin de asegurar que todos sus estudiantes desarrollen dichas competencias; su desarrollo se da de manera transversal en las asignaturas que integran los planes de estudio.

Lo anterior establece las condiciones para dar respuesta a la Misión y Visión de la Universidad y contribuye a la formación de los futuros egresados.

2.3. Justificación de la pertinencia social y factibilidad del programa

En México existen 11,147 programas de posgrado registrados en la Secretaría de Educación Pública, de éstos 1,931 se encuentran en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT (CONACYT, 2015); de este último total, el 25.9% de los programas corresponde al área de Ciencias Aplicadas en donde se encuentran las Ingenierías. En particular, para el caso del doctorado existen 1,422 programas registrados ante la SEP, de los cuales 1,186 se encuentran activos; de estos 607 se encuentran en el PNPC (fuente: estadísticas del CONACYT 2016).

Si se aspira a tener una proporción similar de los investigadores que hay en los países desarrollados, tendríamos que multiplicar por 10 los poco más de 24 mil científicos registrados en el SNI (CONACYT, 2015). Para reducir este rezago en ciencia y tecnología, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2014-2018 (PECYT) contienen estrategias para profundizar y facilitar los procesos de investigación científica, adopción e innovación tecnológica, a fin de aumentar la productividad económica nacional.

Para el caso del PND se establecieron las siguientes políticas, entre otras: descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con el objeto de contribuir al desarrollo regional; fomentar un mayor financiamiento de la ciencia básica y la aplicada, la tecnología y la innovación; aumentar la inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación. Por su parte, el PECYT considera urgente conseguir una distribución regional equilibrada de las actividades de generación de conocimiento e innovación.

Con la finalidad de contribuir a desarrollar estas políticas de desarrollo nacional, con la consecuente reducción del rezago en ciencia y tecnología, especialmente a nivel regional, se propone el establecimiento de este programa de doctorado.

2.3.1. Factibilidad del programa.

Financiamiento

Los principales costos y gastos que requieren ser financiados son la planta académica, el mantenimiento y crecimiento de la infraestructura, la operación de los laboratorios y la



infraestructura en general, la vinculación y los insumos para llevar a cabo las investigaciones. El origen de los recursos es diverso y se describe brevemente a continuación.

Recursos Ordinarios (subsidio federal y estatal)

Los gastos anuales que ocasiona la planta académica cubiertos mediante los recursos ordinarios considerados en el presupuesto anual de ingresos y egresos de la Universidad.

Por su cuantía, estos rubros constituyen los principales gastos fijos que se invierten en el desarrollo del programa. Sin embargo, tanto la planta académica como la infraestructura no son exclusivos del programa, pues son compartidos por otros programas educativos.

Recursos propios

Adicionalmente, a través de diversas acciones de la Dependencia, se generan ingresos propios. Algunas de éstas son las siguientes:

- a) Pruebas realizadas en los laboratorios de: Servicios a la comunidad, Estructuras y Materiales, Geotecnia y Vías Terrestres, Ingeniería Ambiental e Hidráulica e Hidrología.
- b) Trabajos de consultoría y asesoría realizados por los Cuerpos Académicos de la FIUADY: Estructuras y Materiales, Geotecnia y Vías Terrestres, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Física, Ingeniería de la Construcción, Mecatrónica e Hidráulica e Hidrología.
- c) Cuotas de inscripción a los diferentes programas educativos de la FIUADY.

Estos recursos son utilizados principalmente para mantenimiento de equipo de laboratorio, adquisición de equipo menor de laboratorio y de materiales para pruebas y experimentos. También son utilizados para el pago de pasajes y viáticos de integrantes externos de los Comités de Tesis de los estudiantes de doctorado, pues muchos de ellos son académicos de otras instituciones nacionales y extranjeras. Estos académicos, además de participar en las evaluaciones de los tesis, permanecen el tiempo suficiente para colaborar en la redacción de artículos, dictar conferencias, discutir resultados de los proyectos de investigación y apoyar a los tesis en sus trabajos de investigación; el promedio anual de gastos en este rubro ha sido de alrededor de 80 mil pesos, lo que incluye pasajes internacionales o nacionales, hospedaje y alimentación.

Recursos extraordinarios y concursables

Los integrantes de los cuerpos académicos que apoyan este programa de doctorado 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 2011-2015 se consiguieron recursos de las siguientes fuentes: Fondos CONACYT (Sectoriales, Mixtos, Ciencia básica, FORDECYT); Fundación Kellog's; y SEP-PRODEP.

Otra importante fuente de recursos que históricamente se ha empleado en la Facultad de Ingeniería para el crecimiento y consolidación de la infraestructura, sobre todo de laboratorios y equipamiento de laboratorio, ha sido el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI, ahora PFCE) el cual se trata de un programa de la Secretaría de Educación Pública, administrado por la SES-DGESU, el cual tiene como objetivo contribuir a fortalecer la calidad y pertinencia de la educación.

Infraestructura disponible en la FIUADY.

El posgrado de la Facultad de Ingeniería cuenta con 5 aulas para el desarrollo de las actividades docentes; la capacidad de las aulas es: 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 dependencia.

Todos los profesores cuentan con cubículos individuales con mobiliario, equipo de cómputo y acceso a Internet alámbrico e inalámbrico, que les permite desarrollar de manera adecuada sus actividades académicas. 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 y plotter, y escáner. Para reforzar el dominio del idioma inglés, la dependencia cuenta con un centro de autoacceso en el que los usuarios disponen de material para el aprendizaje independiente.

Para el desarrollo de las actividades docentes y de investigación se cuenta con los laboratorios necesarios para cumplir con los requerimientos del Programa, operando en condiciones de seguridad. La opción de Ingeniería Ambiental cuenta con su laboratorio que incluye las áreas para modelos físicos, análisis fisicoquímicos, análisis instrumental, microbiología, y térmica; así como el área de Hidráulica e Hidrología. La opción de Estructuras y Materiales cuenta con su laboratorio que incluye las áreas de concreto, sistemas estructurales, durabilidad; adicionalmente, cuenta con un túnel de viento. La opción de Construcción cuenta con su laboratorio en el que se desarrollan aplicaciones computacionales para la modelación de la construcción y de sistemas de posicionamiento geográfico. La opción de Energías renovables cuenta con su laboratorio que incluye las áreas de Instrumentación y Control, Circuitos Eléctricos, Electricidad y Magnetismo, Control Industrial, Energías Eólica y Fotovoltaica.

Por otra parte, la opción de Energías Renovables cuenta también con 7 estaciones instrumentadas de medición del recurso solar y eólico, las cuales se encuentran distribuidas en diferentes puntos del estado de Yucatán. También 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 la cual es parte de un sistema híbrido de generación de energía, y un banco de inversores para conexión a red.

Para una adecuada operación de los laboratorios se realizan reuniones periódicas entre los responsables de los laboratorios y los coordinadores de las opciones del programa, que permiten la planeación de las actividades de docencia y de investigación y el suministro de materiales y reactivos.

La infraestructura física en general, pero en particular los laboratorios, es un aspecto que requiere constante inversión debido a los requerimientos de mantenimiento y actualización de los equipos. Se puede considerar que la Facultad de Ingeniería cuenta con una infraestructura suficiente y adecuada para apoyar el cumplimiento del objetivo de este programa de doctorado.

2.4. Evaluación interna y externa del programa

2.4.1. Evaluación Interna

Conocer el ámbito interno en el que se desenvuelve el Doctorado en Ingeniería es fundamental para el desarrollo del programa. A continuación se presentan algunos resultados cuantitativos de los principales elementos que conforman el Programa: Plan de Estudios, Profesores y Alumnos. Los resultados de la evaluación interna del programa se muestran en la Tabla 2 como un análisis de fortalezas, debilidades y acciones.

Plan de estudios

La demanda real de los últimos cinco años ha sido de 6.4 aspirantes en promedio, habiéndose aceptado al 1.6 alumnos al año. El proceso de admisión al PE del Doctorado en Ingeniería ha sido riguroso (25% de aceptación) ya que los aspirantes deben demostrar habilidades para la investigación mediante la defensa ante un comité de un tema de investigación y aprobar un examen de aptitudes; así como contar con un nivel suficiente del dominio del idioma inglés. A partir



del análisis de estas generaciones se ha identificado que el tiempo para completar el proceso de publicación del artículo requerido para obtener el grado durante los seis semestres es insuficiente. Por otra parte, atendiendo la recomendación del CONACYT se incluyen algunas asignaturas de especialidad en esta propuesta.

Profesores

El PE de Doctorado en Ingeniería está conformado por 13 profesores, tres profesores por cada una de las opciones Ambiental, Construcción, Estructuras y cuatro profesores por Energías Renovables. El 69% de éstos cuentan con Perfil deseable del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) y 77% están reconocidos por el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Adicionalmente, el PE cuenta con cuatro profesores de tiempo parcial, de los cuáles el 100% cuenta con Perfil deseable del PRODEP y el 50% está reconocido el SNI. Por su formación y logros académicos, la planta académica es suficiente y de alta calidad para hacerse responsable de la formación integral de los alumnos del doctorado en Ingeniería.

Alumnos

Del PE del Doctorado en Ingeniería han egresado 2 generaciones, que incluyen 5 estudiantes. De éstos, el 60% ha obtenido el grado (en el tiempo establecido) y cuentan con publicaciones en revistas indexadas en el Journal Citation Report (JCR); los faltantes están en el proceso de cumplir con el requisito de obtención del grado (publicación de artículo). Con respecto a la situación laboral, el 60% se encuentra en instituciones de educación superior (Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto Tecnológico de Chetumal y Universidad Autónoma de Yucatán), y 20% de ellos labora en la iniciativa privada. A la fecha, uno de los egresados (20%) tiene el reconocimiento de Candidato del SNI.

Tabla 2. Resultados de la evaluación interna del PE.

Categorías (Criterios PNPC)	Fortalezas	Acciones para reforzarlas	Debilidades	Acciones para superarlas
1. Plan de estudios	El PE es acorde al Modelo educativo de la UADY y es pertinente, ya que atiende y satisface las demandas de la sociedad. La madurez de los cuerpos académicos (consolidados) que desarrollan líneas de investigación que fundamentan el plan de estudios.	Revisar el PE de manera periódica para conservar su pertinencia. Mantener la producción científica en revistas de alto impacto y las redes de investigación.	La duración del PE ha sido insuficiente para concluir la investigación y tener aceptado un artículo de investigación en una revista indexada.	Incrementar la duración del PE en dos semestres.
2. Proceso de enseñanza-aprendizaje	La evaluación del desempeño académico del estudiante mediante	Mantener la participación de investigadores externos en los	Ausencia de asignaturas de especialidad que	Incluir dos asignaturas de especialidad por cada

	las defensas de los avances de la tesis ante un Comité de Tesis al concluir cada semestre.	Comités de Tesis.	complementen la formación de los estudiantes.	opción.
3. Núcleo académico básico	El 62% de estos PTC obtuvo su grado más alto en instituciones del extranjero y el 100% en instituciones diferentes a la UADY. Asimismo, un 69% tiene reconocimiento del SNI.	Mantener la planta académica actualizada y programar la renovación del núcleo básico mediante la contratación de profesores no egresados del PE y con reconocimiento del SNI.	Bajo número de profesores que realicen movilidad.	Participación de los profesores del núcleo básico en convocatorias que financien acciones de movilidad.
4. Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento (LGAC)	Congruencia entre los objetivos del plan de estudios con las LGAC de los cuerpos académicos. Los cuerpos académicos que sustentan el PE tienen el reconocimiento de consolidados (PRODEP).	Mantener el desarrollo de las LGAC que dan sustento al PE mediante la participación en convocatorias para el financiamiento de proyectos de investigación.	Poca participación de los profesores del PE en las convocatorias para el financiamiento de proyectos de investigación.	Aumentar la participación de los profesores del PE en las convocatorias para el financiamiento de proyectos de investigación.
5. Ingreso de estudiantes	El mecanismo de selección de alumnos es riguroso y adecuado para el objetivo que se persigue.	Mantener el rigor académico en el proceso de selección	No se ha tenido aspirantes extranjeros al PE.	Incrementar la promoción del PE a niveles nacional y Latinoamericano.
6. Seguimiento de trayectoria académica de los estudiantes	Se cuenta con un mecanismo bien estructurado para dar seguimiento a la trayectoria académica de estudiantes donde todos los Comités de Tesis incluyen un investigador externo a la Institución con trayectoria reconocida.	Aplicar los mecanismos de evaluación y de seguimiento académico de los estudiantes incorporando en todo Comité de Tesis a un investigador externo.		
	Se cuenta con una adecuada relación de estudiante/profesor para tutorías y	Mantener el criterio de que un profesor dirija hasta un máximo		



	dirección de tesis.	de 3 tesis simultáneamente.		
7. Movilidad de estudiantes	Existe un Comité de Intercambio Académico y Movilidad, así como un esquema de apoyos económicos para la movilidad de estudiantes.	Realizar difusión de las oportunidades de movilidad entre los estudiantes de doctorado.	Los recursos para la movilidad internacional son escasos. La duración de tres años del PE dificulta la movilidad	Gestionar los recursos para garantizar que un porcentaje considerable de alumnos del doctorado participen en la movilidad internacional. Incrementar la duración del PE en dos semestres.
8. Dedicación de los estudiantes al programa	La totalidad de los alumnos tienen dedicación de tiempo completo al programa y cuentan con una beca.	Mantener el criterio de aceptar únicamente estudiantes de tiempo completo.		
9. Espacios, laboratorios, talleres y equipamiento	Se tienen espacios y equipamiento adecuados tales como aulas, cubículos de maestros y tesis y salas de juntas, para el desarrollo de las actividades académicas. Se cuenta también con laboratorios y talleres con equipamiento básico suficiente para la demanda actual.	Gestionar los recursos para renovar periódicamente el mobiliario y equipamiento de los espacios para las actividades académicas, así como el mantenimiento preventivo y correctivo de los laboratorios y talleres, así como de los equipos científicos.	Algunos de los laboratorios y su equipamiento están trabajando a su máxima capacidad.	Gestionar recursos para incrementar y renovar equipo para realizar investigación competitiva.
10. Biblioteca y tecnologías de información y comunicación	Se cuenta con una biblioteca moderna y funcional con un acervo bibliográfico amplio y actualizado.	Actualizar permanente del acervo bibliográfico. Gestionar recursos para el mantenimiento y renovación de equipos de cómputo e instalaciones de	Acceso limitado a bases de datos con artículos que atiendan los requerimientos específicos de los profesores y alumnos.	Gestionar recursos que permitan mayor acceso a bases de datos.



		red.		
11. Trascendencia, cobertura y evolución del programa	La institución goza de amplio prestigio y cuenta con amplia experiencia en la formación de recursos humanos a nivel posgrado, lo que propicia que los egresados contribuyan en la solución de problema de ingeniería.	Promover las actividades de vinculación y mantener la producción académica de calidad.	No se ha utilizado la capacidad instalada del PE.	Incrementar la promoción del PE a niveles nacional y Latinoamericano.
12. Efectividad del posgrado	La mayoría de los estudiantes ha obtenido el grado en el tiempo establecido y son potenciales candidatos al SNI.	Mantener el rigor en el proceso de admisión al PE.	El tiempo para la publicación del artículo de investigación es largo y demora la obtención del grado.	Incrementar la duración del PE en dos semestres.
13. Contribución al conocimiento	Las LGACS desarrolladas por los profesores y estudiantes responden a las necesidades de la sociedad planteadas en los Planes de Desarrollo Nacional y Estatal y la transferencia de los resultados se realiza por diversos medios (publicaciones, informes técnicos, consultoría, etc).	Continuar publicando al menos un artículo por cada una de las tesis desarrolladas por los alumnos.	Insuficiente participación de profesores visitantes como posdoctorantes y estancias sabáticas para enriquecer la actividad académica.	Gestionar ante las instituciones correspondientes las estancias sabáticas y posdoctorales.
14. Vinculación	Los Cuerpos académicos que apoyan el PE participan en redes que les permite la vinculación con universidades y centros de investigación nacionales y extranjeras.	Potenciar los vínculos existentes de la UADY con otras instituciones para facilitar el intercambio académico.	Limitado trabajo colaborativo con la iniciativa privada y organismos de gobierno.	Incrementar los vínculos con empresas y organismos de gobierno para desarrollar proyectos pertinentes y resolver los problemas en



				escenarios reales de aprendizaje.
15. Financiamiento	Se cuenta con el apoyo de ingresos propios de la FIUADY y de proyectos de investigación, así como del fondo de apoyo al fortalecimiento institucional.	Aumentar la participación de los profesores en las diferentes convocatorias de proyectos, tanto institucionales como las de los sectores privado y de gobierno.	Limitado recurso para ser aplicado en actividades de vinculación.	Gestionar recursos que incrementen las actividades de vinculación a través del desarrollo de proyectos y de intercambio académico.

2.4.2. Evaluación Externa

En el 2011 antes de iniciar la operación del PE del Doctorado en Ingeniería, éste fue evaluado por el CONACYT para su ingreso en el PNPIC como programa de nueva creación. Los criterios evaluados se cumplieron en su mayoría excepto la inclusión de un estudio socio-económico incluyendo al sector productivo y del estado del arte, y la productividad académica. Ambas recomendaciones han sido atendidas, la primera en el estudio de referentes, que se encuentra anexo a este documento; la segunda se refiere específicamente al número de profesores con reconocimiento del SNI, los cuales se han incrementado de 6 a 8; asimismo se han incrementado los niveles II del SNI de uno a dos profesores. Con respecto a los CA que colaboran en el programa, se hace la observación que todos ellos tienen el máximo nivel (Consolidados) y casi todos los profesores cuentan con publicaciones en revistas indexadas, como lo recomendaron los evaluadores. Finalmente, los evaluadores sugirieron la inclusión de asignaturas de especialidad, lo cual se ha cumplido en el presente PE donde se han incluido dos asignaturas por opción.

A continuación se presenta las recomendaciones que surgieron a partir de esta recomendación externa:

El plan de mejoras en general parece adecuado. Sin embargo, se les recuerda que lo más importante es invertir la mayor parte de sus esfuerzos en formar doctores de calidad nacional e internacional antes que en otros rubros (captar alumnos extranjeros, que deben ser de alta calidad también). Se recomienda una vigencia del programa en el PNPIC de 4.5 años. Se necesita un mecanismo claro, verificable y medible en el tiempo para que sus CAs se incorporen al SNI como consecuencia de una mejora de su productividad y de la calidad de la misma. En pocas palabras, si el requisito de egreso para el estudiante es el equivalente a una revista indexada, entonces el profesor debe tener la capacidad de publicar ahí y esto debe ser verificable a través de la pertenencia al SNI. Es importante generar un mecanismo verificable para definir los casos que no contarán con asignatura de especialidad. En su defecto, el espacio y la flexibilidad de su plan de estudio permitiría la obligatoriedad/optatividad de una o dos asignaturas de especialidad. Sería deseable complementar su estudio socio-económico incluyendo al sector productivo. Esto para tener una mayor claridad sobre el mercado de trabajo para sus egresados.



Planta académica y CA que sustentan al PE

En la Tabla 3 se presenta la relación de profesores incluidos en la planta académica que cumplen con el perfil requerido para dar atención al PE del Doctorado en Ingeniería. En ella se indica para cada profesor: su máximo grado académico y la Institución en donde lo obtuvo, la línea de investigación que desarrolla, si cuenta con el Reconocimiento deseable al Perfil Deseable del PRODEP y si pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT.

Todos los profesores realizan actividades de docencia, investigación, tutoría y gestión académica; por lo cual, cuentan con el Reconocimiento deseable al Perfil Deseable del PRODEP (con excepción de dos profesores que recientemente se reincorporaron al PE). Así mismo, tienen interacción con redes académicas nacionales e internacionales con reconocimiento del PRODEP, y la mayoría participa en Organizaciones Nacionales e Internacionales de orden académico y profesional.

Tabla 3. Perfil de los profesores del claustro doctoral.

Nombre	Doctorado obtenido en	Perfil PRODEP	SNI	Cuerpo Académico	Línea de investigación	Dedicación al PE
Germán Giacoman Vallejos	Universidad de Bremen, Alemania	Si	Si	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	Núcleo básico
Roger Iván Méndez Novelo	Instituto Tecnológico de Mérida	Si	Si	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	Núcleo básico
Julia Guadalupe Pacheco Ávila	Universidad Nacional Autónoma de México	Si	Si	Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	Núcleo básico
María del Carmen Ponce Caballero	Universidad de Borgoña-Dijon, Francia	Si		Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	Tiempo parcial
Carlos Alberto Quintal Franco	Universidad de Leeds, Inglaterra	Si		Ingeniería Ambiental	Ingeniería Ambiental	Tiempo parcial
Gilberto Abenamar Corona Suárez	Universidad de Alberta, Canadá	Si		Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción	Núcleo básico
José Humberto Loría Arcila	Instituto Tecnológico de Georgia, EUA			Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción	Núcleo básico
Sergio Omar Álvarez Romero	Instituto Politécnico de Worcester, EUA			Ingeniería de la Construcción	Innovación de la Construcción	Núcleo básico
Luis Enrique Fernández	Universidad Nacional	Si	Si	Estructuras	Ingeniería de las Estructuras	Núcleo

Baqueiro	Autónoma de México			y Materiales	y los Materiales	básico
Mauricio Gamboa Marrufo	Universidad de Oxford, Inglaterra	Si		Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los Materiales	Núcleo básico
Jorge Luis Varela Rivera	Universidad de Texas en Austin, EUA	Si	Si	Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los Materiales	Núcleo básico
Joel Alberto Moreno Herrera	Universidad Autónoma de Yucatán, México		Si	Estructuras y Materiales	Ingeniería de las Estructuras y los Materiales	Tiempo parcial
Milenis Acosta Díaz	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Mérida	Si	Si	Ingeniería Física	Ingeniería Física	Núcleo básico
Bassam Ali	Universidad Nacional Autónoma de México		Si	Energías Renovables	Sistemas de aprovechamiento de energías renovables y eficiencia energética	Tiempo parcial
Gerardo Escobar Valderrama	Universidad de París Sud XI	Si	Si	Energías Renovables	Sistemas de aprovechamiento de energías renovables y eficiencia energética	Núcleo básico
Inés Margarita Riech Méndez	Universidad de la Habana, Cuba	Si	Si	Ingeniería Física	Ingeniería Física	Núcleo básico
José Ángel Méndez Gamboa	Centro de Investigación y Estudios Avanzados,	Si	Si	Ingeniería Física	Ingeniería Física	Tiempo parcial



	IPN Unidad Mérida					
Luis Josué Ricalde Castellanos	Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN Unidad Guadalajara	Si	Si	Ingeniería Mecatrónica	Automatización y control de sistemas	Núcleo básico

Se puede concluir que, con este número de 18 profesores del claustro doctoral, así como por su formación y logros académicos, la planta académica es suficiente y de alta calidad para hacerse responsable de la formación integral de los potenciales aspirantes a obtener el grado de Doctor en Ingeniería.

Análisis de la demanda del Plan de Estudios

En el nivel regional, existe una demanda potencial de programas de doctorado de calidad en ingeniería.

El sistema educativo del país cuenta con 1,876 Programas de Especialidad, Maestría y Doctorado con reconocimiento en el Programa Nacional de Posgrado de Calidad del CONACYT (PNPC a febrero de 2015), de ellos 117 en el área de la ingeniería. Se considera como área de influencia inmediata para el Programa de Doctorado en Ingeniería, los programas de maestría del área de ingeniería que se encuentran localizados en la Península de Yucatán, así como los estados de Chiapas, Tabasco y Oaxaca; en la Tabla 4 se muestran estos programas de maestría. Desde la creación de este programa de doctorado en el año 2010, además de haber recibido solicitudes de éstos estados de la República, se han recibido también solicitudes de aspirantes otras regiones de México, como Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Veracruz, y Puebla.

Tabla 4. Programas de Maestría ofertados en la región de influencia de programa.

Localización	Universidad	Programas / Característica
Quintana Roo	Instituto Tecnológico de Chetumal	- Maestría en Construcción En desarrollo – profesional - Maestría en Manejo de Zona Costera Reciente creación – profesional
Tabasco	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	- Maestría en Ciencias Ambientales En desarrollo – investigación - Maestría en Ciencias en Ingeniería Reciente creación - investigación
Yucatán	Centro De Investigación Científica de Yucatán, A. C.	- Maestría en Ciencias (Energía Renovable) Consolidado – investigación - Maestría en Ciencias del Agua Reciente creación - investigación



Campeche	Universidad Autónoma del Carmen	- Maestría en Ingeniería de Materiales y Energía Reciente creación – investigación
	Universidad Autónoma de Campeche	- Maestría en Ciencias de la Preservación de Materiales En desarrollo – investigación - Maestría Multidisciplinaria para el manejo de la zona costera marina En desarrollo – investigación
Chiapas	Universidad Politécnica de Chiapas	- Maestría en Energías Renovables En desarrollo – investigación

De la información sobre estos 10 programas de maestría ubicados en el área de influencia del programa se puede hacer el siguiente cálculo de demanda: 10 programas de maestría de la región de influencia, con egreso de 10 alumnos por programa, tasa de titulación del 50% y de éstos un 20% estarían interesados en continuar con el nivel de doctorado, se puede esperar una demanda de 10 aspirantes por año.

Con relación a los egresados de la Maestría en Ingeniería de la UADY, incluida en el PNPC, éstos representan también una demanda potencial al programa de doctorado. En la Tabla 5, se incluye información sobre la cantidad de alumnos que han ingresado, egresado y graduado en los últimos 10 años. También se presentan los datos de los ingresos de los siguientes tres años (en los cuales no se reflejan aún los egresados y graduados).

Tabla 5. Estadísticas del programa de maestría de la FIUADY.

Ciclo escolar	Ingreso	Egreso	Graduados
2003-2005	28	21	20
2004-2006	33	31	30
2005-2007	27	22	22
2006-2008	34	29	29
2007-2009	35	26	26
2008-2010	25	24	24
2009-2011	32	21	17
2010-2012	20	15	15
2011-2013	27	25	25
2012-2014	29	26	19
2013-2015	35	32	18
2014-2016	35		
2015-2017	31		
TOTALES (A LA FECHA)	391	240	227

En el estudio de seguimiento a egresados que se llevó a cabo en 2010 con el propósito de determinar la demanda inmediata cuando se creó este programa de Doctorado, de una muestra de 147 egresados de los cinco años anteriores, el 70% respondió de manera positiva cuando se les preguntó si estarían interesados en cursar un programa de Doctorado si se ofreciera en la FIUADY.



Si se considera sólo a los graduados de las últimas cinco generaciones que suman 100, se podría esperar entonces un aumento sustancial en la demanda potencial de ingreso al programa.

La demanda real de los últimos cinco años ha sido de 35 aspirantes (Tabla 6), habiéndose aceptado a 8.

Tabla 6. Aspirantes al programa de Doctorado en Ingeniería.

Año	Aspirantes
2011	6
2012	10
2013	5
2014	5
2015	9

De acuerdo al PNPC de CONACYT, en el área de influencia inmediata se encuentran registrados solo dos programas de doctorado en áreas del conocimiento afines, los cuales se presentan en la Tabla 7, con lo cual sería un total de 3 en la región, incluyendo este programa, que aspirarían a absorber la demanda de aspirantes a ingresar a un programa de doctorado en el área. Cabe destacar que ambos programas solo coinciden con el de la UADY en el área de Energía, no así en las otras 3 opciones.

Tabla 7. Programas de doctorado ofertados en la región de Yucatán.

Localización	Universidad	Programas / característica
Tabasco	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Doctorado en Ciencias en Ingeniería Reciente creación - investigación
Yucatán	Centro De Investigación Científica de Yucatán, A. C.	Doctorado en Ciencias (Energía Renovable) Reciente creación – investigación

En cuanto a las expectativas de los egresados del Programa de Maestría de continuar con estudios de doctorado, los resultados de la última encuesta de seguimientos de egresados de este Programa mostraron que 11 personas se encontraban realizando estudios de doctorado. Respecto a la preferencia por la UADY para realizar estudios de doctorado, en esta misma encuesta el 70% de los participantes declaró estar interesado en cursar un programa de doctorado en la Facultad de Ingeniería, de la UADY.

Seguimiento de Egresados

En el seguimiento de egresados, realizado en 2015 participaron dos de los tres estudiantes egresados de la primera generación. En lo general se mostraron satisfechos en la mayoría de los rubros investigados (desempeño laboral y actualización, y comentarios acerca del PE). Ambos egresados reportaron desempeñarse en su área de formación en instituciones públicas de educación superior. Los niveles de ingreso manifestados fueron de \$15000 a \$20000 en un caso y de \$20000 a \$40000 para el otro. Ambos egresados recomiendan estudiar este PE debido al prestigio de la institución y el magnífico nivel académico.



Evaluación de la práctica docente

La evaluación que se lleva a cabo tiene como objetivos:

- Conocer la percepción que los estudiantes tienen de la práctica docente de sus profesores
- Contribuir en el desarrollo e implementación de estrategias de mejora en la formación de la práctica docente de los profesores universitarios.

Los profesores que laboran en la Facultad de Ingeniería de la UADY, semestralmente reciben una retroalimentación de su trabajo por parte de los estudiantes, de esta manera ellos pueden identificar áreas de oportunidad para mejorar su desempeño docente, así como reconocer sus fortalezas.

El alumno tiene la obligación de responder una encuesta anónima sobre todos los profesores que le impartieron alguna asignatura durante el periodo, en ella, pueden dar a conocer su opinión sobre la práctica docente del profesor y proponer estrategias de mejora para el mismo.

2.5 Conclusiones generales

El estado de Yucatán cuenta con capital humano de calidad que constituye una fortaleza para el avance en el desarrollo científico de la entidad. Este capital está formado, principalmente, por los egresados de programas de posgrado de alta calidad reconocidos por el PNPC, como el PE que se actualiza en este documento.

La Universidad Autónoma de Yucatán está comprometida con la formación de profesionales altamente preparados en su rama, capaces de adquirir conocimientos por cuenta propia para afrontar nuevos retos, demostrando siempre un fuerte sentido de responsabilidad social, respeto a la cultura y al medio ambiente.

De manera consistente con lo anterior, este Plan de estudios formará doctores en Ingeniería competentes para generar y difundir los conocimientos en los campos de Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras. Estos doctores tendrán la capacidad de desarrollar investigaciones originales en las líneas de generación de conocimiento que soportan el PE y afines a éstas, lo que les permitirá desempeñarse como investigadores reconocidos por organismos evaluadores (SNI, PRODEP); y estarán comprometidos con el avance científico-tecnológico y con el desarrollo sustentable de la región y del país.



3. INTEGRACIÓN DE LOS EJES DEL MEFI

El MEFI promueve la formación integral mediante la articulación y aplicación de seis ejes: 1) educación centrada en el aprendizaje, 2) educación basada en competencias, 3) flexibilidad, 4) innovación, 5) la responsabilidad social e 6) internacionalización. Estos ejes tienen implicación en los Planes de Estudio, tanto en su diseño y elaboración como en su aplicación a través del proceso de enseñanza aprendizaje y la evaluación. Las estrategias y acciones establecidas para la integración de estos ejes en el Plan de Estudios se enumeran en la tabla siguiente:

EJES DEL MEFI	Estrategias y acciones
Educación centrada en el aprendizaje	<p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fomentar el desarrollo pleno de las competencias asociadas al perfil de egreso. ▪ Enfatizar la profundidad sobre la extensión de contenidos. <p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Considerar las características y estilos de aprendizaje del estudiante. ▪ Establecer el proceso de enseñar con énfasis en el aprendizaje significativo y contextualizado. ▪ Promover el desarrollo de la autonomía en el estudiante y de competencias para el aprendizaje permanente. ▪ Promover la diversificación de estrategias y recursos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. ▪ Desarrollar la función del profesor como facilitador del aprendizaje. ▪ Impulsar la investigación y elaboración de proyectos estudiantiles. ▪ Incluir actividades de aprendizaje basadas en escenarios reales.
Educación basada en competencias	<p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organizar el Plan de Estudios y su estructura a partir de competencias a formar o desarrollar. ▪ Determinar para cada competencia los criterios de desempeño con el fin de orientar su formación y evaluación. ▪ Definir los contenidos de las asignaturas con base en competencias genéricas, disciplinares y específicas. ▪ Definir los criterios generales de evaluación que permitan medir las competencias declaradas. <p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollar competencias orientadas a mejorar y satisfacer necesidades de la vida profesional, laboral y ciudadana. ▪ Impulsar actividades y foros de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de un sentido crítico y sensibilidad social. ▪ Realizar actividades que fomenten la cultura emprendedora socialmente responsable en los estudiantes. ▪ Favorecer prácticas educativas que prioricen el desarrollo sostenible y ambiental local y global.



	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procurar el aprendizaje basado en proyectos sociales. ▪ Movilizar las estructuras cognitivas hacia la práctica reflexiva de los aprendizajes.
Flexibilidad	<p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitir al estudiante participar en la construcción de su perfil de egreso. ▪ Facilitar el reconocimiento y la transferencia de créditos que impulse la movilidad estudiantil. ▪ Favorecer la actualización permanente de los contenidos de las asignaturas. <p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incluir asignaturas optativas que contribuyen a la formación de un perfil de egreso especializado. ▪ Permitir adecuaciones en las estrategias y actividades de aprendizaje pertinentes a las necesidades de los estudiantes. ▪ Permitir la diversidad en el tipo de evidencias de aprendizaje. ▪ Incrementar los recursos didácticos utilizados por el profesor. ▪ Favorecer la diversificación de los escenarios de aprendizaje. ▪ Facilitar la movilidad interinstitucional y nacional.
Innovación	<p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover el uso intensivo de laboratorios, talleres y modelos donde sea posible recrear la realidad. ▪ Facilitar la diversificación en el uso de las tecnologías de información y comunicación. <p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Facilitar la utilización de diversos escenarios de aprendizaje. ▪ Incorporar estrategias de aprendizaje activas e innovadoras. ▪ Incorporar actividades de aprendizaje en todas las asignaturas que promuevan el desarrollo de las competencias genéricas. ▪ Ofrecer las facilidades para un amplio empleo de las TIC en la práctica docente.
Responsabilidad social	<p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover programas y creación de espacios educativos que fomenten la responsabilidad social. ▪ Responder a programas establecidos por políticas nacionales como la atención a etnias, mayor cobertura, etc. <p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionar prácticas educativas que favorezcan el desarrollo sostenible y ambiental local y global. ▪ Generar actividades que desarrollen competencias orientadas a mejorar y satisfacer necesidades de la vida profesional, laboral y ciudadana. ▪ Establecer actividades de aprendizaje que favorezcan el desarrollo del sentido crítico y la sensibilidad social.
Internacionalización	<p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impulsar la movilidad de estudiantes en instituciones internacionales. ▪ Fomentar el establecimiento de nuevas redes de colaboración académica y fortalecer las existentes. ▪ Considerar elementos y enfoques de carácter nacional y mundial

en los contenidos de las asignaturas.

Acciones

- Promover la movilidad internacional como una experiencia de aprendizaje que desarrolla y potencia competencias.
- Fomentar la práctica de las habilidades del idioma inglés.
- Emplear bibliografía y referencias en otro idioma en las actividades de aprendizaje.
- Crear foros y eventos que fomenten el pensamiento crítico global.
- Estimular proyectos y espacios que generen el conocimiento y la participación activa en propuestas de solución a problemáticas globales.



4. OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

Formar recursos humanos a nivel doctorado en el área de la Ingeniería, competentes para generar y dirigir investigación original, y difundir los conocimientos en los campos de Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras; comprometidos con el avance científico-tecnológico y con el desarrollo sustentable de la región y del país.



5. PERFIL DE INGRESO

Teniendo en mente la visión UADY a 2022, el Plan de Desarrollo Institucional establece como una de sus políticas:

Se promoverá la equidad educativa al ofrecer igualdad de oportunidades a los estudiantes para realizar estudios en programas reconocidos por su calidad, así como la incorporación del enfoque de equidad de género, el respeto por las diferencias y los derechos humanos (UADY, 2014).

La Facultad de Ingeniería, acorde con dicha visión, considera en el perfil de ingreso al doctorado que se ofrece en la misma debe estar conformado por:

1. Aplica la metodología de la investigación científica para proponer una solución a problemas de ingeniería en contextos locales, nacionales e internacionales.
2. Plantea soluciones a problemas complejos de ingeniería relativos al campo de su especialización de manera adecuada.
3. Demuestra potencialidad para lograr nuevos aprendizajes empleando las competencias básicas de un egresado de licenciatura.
4. Demuestra conocimientos del idioma inglés correspondiente un nivel avanzado de manera que pueda comunicarse y comprender textos en ese idioma de forma efectiva.
5. Expresa de manera crítica, reflexiva y creativa su pensamiento utilizando un lenguaje oral y escrito en forma adecuada.
6. Se comunica en español o inglés en forma oral y escrita en sus intervenciones académicas de manera clara, ordenada y efectiva.
7. Utiliza las TIC en sus trabajos académicos manera pertinente y adecuada.
8. Acepta la crítica mostrando un pensamiento flexible y abierto a las opiniones de los demás.



6. PERFIL DE EGRESO

6.1. Áreas de competencia

El egresado del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, es un profesionalista de alto nivel que posee las siguientes competencias:

- 1) Generar conocimiento.
- 2) Comunicar conocimiento.
- 3) Participar en la solución de problemas.

6.2. Competencias de egreso

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

Generar conocimiento	Comunicar conocimiento	Participar en la solución de problemas
Realiza investigación original en los campos de Ingeniería Ambiental, Construcción, Energías Renovables o Estructuras, con base en un proceso metódico, pertinente y ordenado, con el fin de contribuir al desarrollo científico de la región y del país.	Difunde los conocimientos de ingeniería, de forma oral y escrita, de manera clara, ordenada y efectiva, en diferentes contextos y medios.	Participa en la solución de problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global, proponiendo alternativas de solución acordes con la realidad, dentro de un marco de calidad, sustentabilidad, ética y compromiso social.

6.3. Desagregado de saberes

<p>ÁREA DE COMPETENCIA: Generar conocimiento</p> <p>Realiza investigación original en los campos de Ingeniería Ambiental, Construcción, Energías Renovables o Estructuras, con base en un proceso metódico, pertinente y ordenado, con el fin de contribuir al desarrollo científico de la región y del país.</p>		
Saber hacer	Saber conocer	Saber ser
<p>Elabora el estado del arte en proyectos de ingeniería, en forma sistemática.</p> <p>Distingue las áreas de oportunidad para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería, con base en necesidades actuales.</p> <p>Diseña proyectos de investigación, innovadores y originales, debidamente fundamentados en la ingeniería, que atienden problemas de la sociedad.</p> <p>Dirige proyectos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios, con base en los requerimientos del proyecto.</p> <p>Promueve innovaciones a las distintas metodologías de ingeniería para su aplicación adecuada en los proyectos de investigación.</p>	<p>Identifica las técnicas de revisión bibliográfica en proyectos de ingeniería, en forma sistemática.</p> <p>Reconoce las fuentes bibliográficas en el área de ingeniería, de manera fundamentada.</p> <p>Identifica las necesidades actuales en los campos de estudio del doctorado, en los ámbitos local y global, de manera clara.</p> <p>Identifica las etapas de planteamiento de una propuesta de proyecto de investigación, de una manera clara y precisa.</p> <p>Identifica los perfiles profesionales de los integrantes de un equipo de trabajo en proyectos de investigación de ingeniería de manera idónea.</p> <p>Reconoce las tendencias actuales de la ingeniería en investigación y en la práctica profesional.</p> <p>Describe los enfoques de los métodos de investigación en ingeniería, en forma clara y concisa.</p>	<p>Incorpora los principios de sustentabilidad en el desarrollo de proyectos de investigación, aplicándolos en todas las etapas de su duración.</p> <p>Participa con iniciativa en equipos inter o multidisciplinarios para la solución de problemas de ingeniería en los ámbitos local y global.</p> <p>Promueve los principios de responsabilidad social y ética profesional en la solución de problemas de ingeniería, de manera decidida y con liderazgo.</p> <p>Promueve la superación profesional personal y de los demás, de manera continua en su campo de desempeño.</p>



ÁREA DE COMPETENCIA: Comunicar conocimiento.		
Difunde los conocimientos de ingeniería, de forma oral y escrita, de manera clara, ordenada y efectiva, en diferentes contextos y medios.		
Saber hacer	Saber conocer	Saber ser
<p>Sintetiza los resultados y conclusiones de una investigación en Ingeniería.</p> <p>Escribe reportes de investigación de Ingeniería de manera clara y precisa.</p> <p>Defiende los métodos aplicados y los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación en Ingeniería.</p> <p>Incorpora habilidades de comunicación en un segundo idioma para la interacción con distintos actores.</p> <p>Utiliza herramientas efectivas para la difusión de los conocimientos en Ingeniería en diversos contextos.</p>	<p>Identifica las aportaciones originales producto de la investigación realizada en Ingeniería de manera precisa.</p> <p>Reconoce las técnicas apropiadas para la elaboración de reportes de investigación de forma completa y ordenada.</p> <p>Reconoce las ideas fundamentales generadas de la ejecución de la investigación en Ingeniería de manera jerarquizada.</p> <p>Identifica herramientas efectivas para la difusión de los conocimientos en Ingeniería en diversos contextos.</p>	<p>Promueve continuamente la comunicación oral y escrita en su interacción con grupos de trabajo.</p> <p>Manifiesta el pensamiento reflexivo, analítico y propositivo en su desempeño académico y profesional.</p> <p>Se comunica en forma oral y escrita apropiadamente dentro de grupos de trabajo en la ejecución de proyectos.</p>



ÁREA DE COMPETENCIA: Participar en la solución de problemas.		
Participa en la solución de problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global, proponiendo alternativas de solución acordes con la realidad, dentro de un marco de calidad, sustentabilidad, ética y compromiso social.		
Saber hacer	Saber conocer	Saber ser
<p>Elabora propuestas viables de solución a problemas de ingeniería.</p> <p>Evalúa los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería, mediante la aplicación de metodologías adecuadas.</p> <p>Dirige las actividades necesarias para la implementación de soluciones a problemas específicos de ingeniería.</p>	<p>Identifica el marco normativo asociado a la solución de problemas de ingeniería, con base en la reglamentación vigente.</p> <p>Identifica los diversos impactos derivados de la ejecución de propuestas de solución a problemas de ingeniería.</p> <p>Identifica las actividades necesarias para proponer soluciones a problemas específicos de ingeniería, de acuerdo a lineamientos adecuados.</p>	<p>Incorpora los principios de sustentabilidad en el desarrollo de propuestas de solución a problemas de ingeniería, aplicándolos en todas las etapas de su duración.</p> <p>Participa con iniciativa en equipos inter o multidisciplinarios para la solución de problemas de ingeniería en los ámbitos local y global.</p> <p>Promueve los principios de responsabilidad social y ética profesional en la solución de problemas de ingeniería, de manera decidida y con liderazgo.</p>

6.4. Competencias disciplinares

- **Matemáticas:** Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.
- **Ciencias Experimentales:** Resuelve problemas de ingeniería, basándose en las leyes, métodos y procedimientos de las ciencias experimentales exactas.
- **Herramientas Computacionales:** Utiliza aplicaciones computacionales utilizando las estructuras de un lenguaje de programación para el acopio de información y en la solución de problemas de ingeniería aplicada.



- **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.
- **Otras Competencias:** Utiliza técnicas especializadas para la planificación de la enseñanza-aprendizaje y usa de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.

6.5. Competencias genéricas

De las 22 competencias genéricas que se declaran en el Modelo Educativo para la Formación integral de la UADY, en este Plan de Estudios se desarrollan las siguientes:

- 1) Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, utilizando correctamente el idioma.
- 2) Se comunica en inglés de manera oral y escrita, en la interacción con otros de forma adecuada.
- 3) Usa las TIC en sus intervenciones profesionales y en su vida personal de manera pertinente y responsable.
- 4) Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.
- 5) Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.
- 6) Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia.
- 7) Actualiza sus conocimientos y habilidades para su ejercicio profesional y su vida personal, de forma autónoma y permanente.
- 8) Desarrolla su pensamiento en intervenciones profesionales y personales, de manera crítica, reflexiva y creativa.
- 9) Formula, gestiona y evalúa proyectos en su ejercicio profesional y personal, considerando los criterios del desarrollo sostenible.
- 10) Trabaja con otros en ambientes multi, inter y transdisciplinarios de manera cooperativa.
- 11) Resuelve problemas en contextos locales, nacionales e internacionales, de manera profesional.



- 12) Manifiesta comportamientos profesionales y personales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera transparente y ética.
- 13) Toma decisiones en su práctica profesional y personal, de manera responsable.
- 14) Establece relaciones interpersonales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera positiva y respetuosa.
- 15) Promueve el desarrollo sostenible en la sociedad con su participación activa.



7. ESTRUCTURA CURRICULAR

7.1. Características relevantes

El plan de estudios del Doctorado en Ingeniería tiene como propósito formar recursos humanos del más alto nivel de habilitación en el área de la ingeniería. Esta propuesta incorpora las experiencias adquiridas durante la operación del programa, las recomendaciones de las evaluaciones externas, los lineamientos del MEFI y las tendencias de la ingeniería.

Las asignaturas están organizadas en cuatro bloques: investigación, metodológicas, sello y optativas de especialidad. Las principales características del Plan de Estudios de Doctorado en Ingeniería son: 1) Orientado a la investigación, por lo que el 85.8% de los créditos está asociado al desarrollo de un proyecto de investigación, 2) Cuenta con dos asignaturas metodológicas que proporcionan al alumno las competencias necesarias para el desarrollo de su investigación, 3) Cuenta con dos asignaturas sello, para dotar al egresado de una identidad particular tratando de cubrir los ideales de las misiones de la Universidad y de la Facultad de Ingeniería, 4) Se incorporan dos asignaturas optativas de especialidad con el propósito de reforzar o avanzar en los conocimientos en el área específica de su formación, 5) Se identifican tres competencias de egreso, 6) Se establecen cuatro opciones: Ambiental, Construcción, Energías Renovables y Estructuras y 7) Se amplía su duración a ocho períodos semestrales.

El plan de estudios considera la posibilidad de concluirlo en 6 o 7 períodos semestrales cuando el alumno alcance, a consideración de su Comité de Tesis, las competencias de los Seminarios de Investigación en menor tiempo que el establecido.

7.2. Tipo de plan

Se basa en créditos, agrupa las asignaturas en ocho períodos semestrales. La asignación de créditos para cuantificar el esfuerzo realizado por el estudiante para el desarrollo de las competencias contenidas en los programas de las asignaturas se efectúa con base en el acuerdo 279 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) adoptado por el MEFI; dicho acuerdo establece que un crédito equivale a 16 horas efectivas de actividades de aprendizaje al semestre, o bien la aplicación del factor 0.0625 a cada hora efectiva de actividades de aprendizaje.

Los ocho períodos semestrales, son los recomendados para que un estudiante de tiempo completo curse el programa de doctorado satisfactoriamente. Adicionalmente, el estudiante podrá cursar créditos durante los periodos intensivos de verano. Se deberán cubrir un mínimo de 320 créditos como requisito para la obtención del grado, cursando asignaturas pertenecientes a cuatro bloques:

- Investigación (284 créditos). Las asignaturas de este bloque pretenden dotar al alumno de herramientas amplias para la generación y aplicación del conocimiento, éstas son los ocho Seminarios de Investigación (I al VIII). Estos Seminarios están seriados del I al V y son las únicas con seriación dentro del plan de estudios. Los Seminarios de Investigación tienen como objetivo que el alumno desarrolle un proyecto de investigación original con el que



elaborará su tesis en opción al grado, comenzando con la elaboración del protocolo de investigación, hasta la redacción, presentación y defensa del borrador de la tesis; un elemento importante en estos seminarios es la difusión del conocimiento a través de la elaboración de artículos técnicos productos de la investigación para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas del CONACYT o en el Journal Citation Reports. Atendiendo a la flexibilidad del programa educativo y cuando el estudiante haya alcanzado en menos tiempo las competencias de los Seminarios de Investigación, el plan de estudios se podrá concluir en 6 o 7 períodos semestrales. Las opciones de flexibilidad por las que el estudiante podría optar son las siguientes: 1) cursar simultáneamente los Seminarios V y VI, si a juicio del Comité de Tesis al concluir el Seminario IV ha cumplido con la intencionalidad del Seminario V; 2) cursar simultáneamente los Seminarios VII y VIII, si a juicio del Comité de Tesis al concluir el Seminario VI ha cumplido con la intencionalidad del Seminario VII.

- Metodológico (mínimo 12 créditos). Este bloque está compuesto por dos asignaturas, una obligatoria, Metodología de Investigación Avanzada, y una optativa del área de Estadística. La primera tiene como objetivo proporcionar al alumno las competencias en relación al proceso de la generación y difusión del conocimiento. La optativa del área de Estadística tiene como objetivo proporcionar al alumno las herramientas necesarias para el desarrollo de su investigación.
- Sello (12 créditos). Las asignaturas de este bloque tienen como objetivo dotar al egresado de una identidad particular tratando de cubrir los ideales de la misión de la Universidad y de la Facultad de Ingeniería. Las asignaturas son dos: Desarrollo de Proyectos Sustentables y Docencia para Ingeniería.
- Asignaturas de Especialidad (mínimo 12 créditos). Las asignaturas de este bloque tienen por objetivo proporcionar al alumno de los conocimientos específicos requeridos para el desarrollo de su tesis doctoral. En la Tabla siguiente se presenta los bloques de asignaturas y el número de créditos y las horas de dedicación de cada uno de ellos.

Bloques	Créditos	Horas totales
Investigación	284	3520
Metodológico	12	96
Sello	12	96
Especialidad	12	96
Totales	320	3808



8. MALLA CURRICULAR

La malla curricular del Plan de Estudios del Doctorado en Ingeniería está conformada por once asignaturas obligatorias y tres optativas, organizadas en 8 periodos lectivos regulares, que los estudiantes deberán cursar para obtener un mínimo de 320 créditos. De éstos, 302 son de las asignaturas obligatorias y 18 créditos como mínimo en asignaturas optativas, ambos necesarios para concluir el Plan de Estudios.

La malla curricular que se presenta es "ilustrativa", muestra la secuencia recomendada para que el estudiante pueda concluir sus estudios en 8 periodos lectivos regulares. El estudiante podrá diseñar la secuencia que le sea más conveniente para adquirir el mínimo de 320 créditos establecidos en el Plan de Estudios.

Las asignaturas obligatorias se presentan agrupadas por periodos lectivos. Primero se listan las asignaturas recomendadas para el primer periodo, luego las del segundo, 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), Metodológico (AM), Sello (AS) y Especialidad (AE). El tercer carácter corresponde al grado académico del plan de estudios: Doctorado (D). El cuarto y quinto carácter corresponden a un número que se le asocia a la asignatura dentro de un bloque.

DOCTORADO EN INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería



Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8
Seminario de Investigación I	Seminario de Investigación II	Seminario de Investigación III	Seminario de Investigación IV	Seminario de Investigación V	Seminario de Investigación VI	Seminario de Investigación VII	Seminario de Investigación VIII
320 128 20 8 28	320 128 20 8 28	416 128 26 8 34	416 128 26 8 34	512 128 32 8 40	512 128 32 8 40	512 128 32 8 40	512 128 32 8 40

Desarrollo de Proyectos Sustentables	Asignatura de Especialidad I	Asignatura de Especialidad II	Docencia para Ingeniería
48 48 3 3 6	48 48 3 3 6	48 48 3 3 6	48 48 3 3 6

Asignatura de Estadística	Metodología de la Investigación Avanzada
48 48 3 3 6	48 48 3 3 6

416 224 26 14 40 640 40	416 224 26 14 40 640 40	464 176 29 11 40 640 40	464 176 29 11 40 640 40	512 128 32 8 40 640 40	512 128 32 8 40 640 40	512 128 32 8 40 640 40	512 128 32 8 40 640 40
--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Nombre de Asignatura	a = Horas Presenciales por Período
a b c d e	b = Horas No Presenciales por Período
	c = Horas Presenciales por Semana
	d = Horas No Presenciales por Semana
	e = Número de Créditos

l m r s z	l = Horas Presenciales por Período	t = Horas Totales por Semana
n t	m = Horas No Presenciales por Período	z = Créditos por Período
	n = Horas Totales por Período	
	r = Horas Presenciales por Semana	
	s = Horas no Presenciales por Semana	

Los cuadros siguientes indican el número de horas presenciales, horas no presenciales y créditos, respectivamente, de cada bloque de asignaturas

Investigación	Metodológico	Sello	Especialidad
3520 1024 284	96 48 12	96 96 12	96 96 12

8.1. Asignaturas obligatorias

Las asignaturas obligatorias se presentan agrupadas por bloques. Las únicas asignaturas que tienen seriación son las del bloque de Investigación.

	Asignatura	Clave	Seriación	Horas a la semana				Horas al período			
				HP	HTI	Suma	Créditos	HP	HTI	Suma	Créditos
1	Seminario de Investigación I	AI-D-01	-----	20	8	28	28	320	128	448	28
2	Seminario de Investigación II	AI-D-02	AI-D-01	20	8	28	28	320	128	448	28
3	Seminario de Investigación III	AI-D-03	AI-D-02	26	8	34	34	416	128	544	34
4	Seminario de Investigación IV	AI-D-04	AI-D-03	26	8	34	34	416	128	544	34
5	Seminario de Investigación V	AI-D-05	AI-D-04	32	8	40	40	512	128	640	40
6	Seminario de Investigación VI	AI-D-06	AI-D-04	32	8	40	40	512	128	640	40
7	Seminario de Investigación VII	AI-D-07	AI-D-06	32	8	40	40	512	128	640	40
8	Seminario de Investigación VIII	AI-D-08	AI-D-06	32	8	40	40	512	128	640	40
9	Desarrollo de Proyectos Sustentables	AS-D-01	-----	3	3	6	6	48	48	96	6
10	Metodología de la Investigación Avanzada	AM-D-01	-----	3	3	6	6	48	48	96	6
11	Docencia para Ingeniería	AS-D-02	-----	3	3	6	6	48	48	96	6

8.2. Asignaturas optativas

Las asignaturas optativas se presentan agrupadas por bloques, no es limitativo ya que podrán agregarse o eliminarse asignaturas según las necesidades de los alumnos y las posibilidades de los profesores. Las asignaturas del bloque de especialidad están agrupadas de acuerdo a las opciones terminales del programa.

Asignaturas por bloque	
Estadística	
Diseño de Experimentos	
Análisis Multivariado	
Estadística no Paramétrica	

Asignaturas por bloque	
Especialidad	
Opción Ambiental	Química Ambiental Procesos Biológicos Procesos Físicoquímicos Monitoreo y evolución de la contaminación ambiental Modelación ambiental
Opción Construcción	Planeación y control de proyectos Sistemas de información en la construcción Administración de empresas constructoras Evaluación de proyectos Planeación y análisis de operaciones de construcción
Opción Estructuras	Análisis estructural avanzado Método del elemento finito Dinámica estructural Diseño avanzado de estructuras de concreto reforzado Diseño de cimentaciones
Opción Energías Renovables	Energía solar Energía eólica Celdas solares Sistemas fotovoltaicos Sistemas eólicos

9. ESQUEMA DE CONSISTENCIA

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

La matriz de consistencia muestra la relación que existe entre las asignaturas de la malla curricular, las competencias de éstas y las competencias de egreso.

Asignaturas	Generar conocimiento	Comunicar conocimiento	Participar en la solución de problemas
Seminario de Investigación I	X	X	X
Seminario de Investigación II	X	X	X
Seminario de Investigación III	X	X	X
Seminario de Investigación IV	X	X	X
Seminario de Investigación V	X	X	X
Seminario de Investigación VI	X	X	X
Seminario de Investigación VII	X	X	X
Seminario de Investigación VIII	X	X	X
Desarrollo de proyectos sustentables			X
Docencia en Ingeniería		X	
Metodología de la Investigación Avanzada	X	X	

9.2. Esquema de consistencia por competencia de egreso.

Competencias de egreso	Asignaturas	Competencias de las asignaturas
Generar conocimiento Realiza investigación original en los campos de Ingeniería Ambiental, Construcción, Energías Renovables o Estructuras, con base en un proceso metódico, pertinente y ordenado, con el fin de contribuir al desarrollo científico de la región y del país.	Seminario de Investigación I	Elabora un informe sobre el estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería con base en la literatura vigente.
	Seminario de Investigación II	Elabora un protocolo de investigación para la solución de un problema de investigación en Ingeniería con base en el estado del arte y una metodología adecuada.
	Seminario de Investigación III	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 20%.
	Seminario de Investigación IV	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 40%.
	Seminario de Investigación V	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 60%.
	Seminario de Investigación VI	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 80%.
	Seminario de Investigación VII	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 90%.
	Seminario de Investigación VIII	Argumenta su postura con respecto al conocimiento generado en su investigación de tesis, mediante informes escritos y orales.
Comunicar conocimiento Difunde los conocimientos de ingeniería, de forma oral y escrita, de manera clara, ordenada y efectiva, en diferentes contextos y medios.	Seminario de Investigación I	Elabora un informe sobre el estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería con base en la literatura vigente.
	Seminario de Investigación II	Elabora un protocolo de investigación para la solución de un problema de investigación en Ingeniería con base en el estado del arte y una metodología adecuada.
	Seminario de Investigación III	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 20%.
	Seminario de Investigación IV	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 40%.
	Seminario de Investigación V	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 60%.
	Seminario de Investigación VI	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 80%.

	Seminario de Investigación VII	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 90%.
	Seminario de Investigación VIII	Argumenta su postura con respecto al conocimiento generado en su investigación de tesis, mediante informes escritos y orales.
	Docencia en Ingeniería	Implementa un curso de ingeniería de acuerdo a técnicas y métodos propicios para el aprendizaje significativo de los estudiantes.
	Metodología de la Investigación Avanzada	Redacta documentos científicos relacionados con el tema de su disertación de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades revisoras, y con estricto apego a la ética de investigación.
<p>Participar en la solución de problemas. Participa en la solución de problemas de ingeniería de interés local, regional, nacional y global, proponiendo alternativas de solución acordes con la realidad, dentro de un marco de calidad, sustentabilidad, ética y compromiso social.</p>	Seminario de Investigación I	Elabora un informe sobre el estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería con base en la literatura vigente.
	Seminario de Investigación II	Elabora un protocolo de investigación para la solución de un problema de investigación en Ingeniería con base en el estado del arte y una metodología adecuada.
	Seminario de Investigación III	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 20%.
	Seminario de Investigación IV	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 40%.
	Seminario de Investigación V	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 60%.
	Seminario de Investigación VI	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 80%.
	Seminario de Investigación VII	Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 90%.
	Seminario de Investigación VIII	Argumenta su postura con respecto al conocimiento generado en su investigación de tesis, mediante informes escritos y orales.
	Desarrollo de proyectos sustentables	Analiza el impacto que los proyectos de ingeniería tienen sobre el ambiente, durante todas las etapas que conforman el ciclo de vida de los mismos

9.3. Matriz de las competencias genéricas por asignatura.

Competencias genéricas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seminario de Investigación I				X	X										
Seminario de Investigación II	X			X	X			X			X				
Seminario de Investigación III				X	X	X	X						X		
Seminario de Investigación IV				X	X	X	X						X		
Seminario de Investigación V				X	X	X	X						X		
Seminario de Investigación VI		X		X	X	X	X					X	X		
Seminario de Investigación VII	X			X	X							X			
Seminario de Investigación VIII	X			X	X			X				X			
Desarrollo de proyectos sustentables						X			X	X		X			X
Docencia en Ingeniería			X	X										X	
Metodología de la Investigación Avanzada	X	X	X	X	X									X	

10. PROGRAMA DE ESTUDIO

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación I

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación I				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Primer periodo				
e. Duración total en horas	448	Presenciales	320	Estudio independiente	128
f. Créditos	28				
g. Requisitos académicos previos	Ninguno				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación I es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que le permitirá la elaboración de un informe sobre el estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería con base en la literatura vigente.



3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Seminario de Investigación I se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, Desarrollo de Proyectos Sustentables y con los Seminarios de Investigación del II al VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: Generar conocimiento, Comunicar conocimiento y Participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Elabora un informe sobre el estado del arte como soporte teórico para el planteamiento de un problema de investigación en Ingeniería con base en la literatura vigente.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente. • Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.
-----------	--

Disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales. • Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
---------------	---

Específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica problemas de Ingeniería que se presentan en el ámbito local, nacional e internacional. • Realiza un análisis de la literatura sobre un tema de Ingeniería de manera crítica. • Sintetiza argumentos teóricos para el planteamiento de un problema de Ingeniería de manera sistematizada. • Presenta el análisis crítico de la revisión de la literatura de un problema de ingeniería de manera clara. • Defiende los métodos aplicados en el desarrollo de la investigación en Ingeniería.
-------------	---

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

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

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

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

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 60%

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

Evaluación de
producto – 40%

- Reporte final
- Presentación y defensa del reporte final ante Comité de Tesis

9. REFERENCIAS

- Hernández S.R., Fernández C.C., Baptista L.P. (2013). Metodología de la Investigación. New York, EUA. Mc. Graw Hill Ed. 4ª. Edición.
- Day R. A., Gastel B. (2011). How to Write and Publish a Scientific Paper, 7th Edition, Greenwood, 335 p.
- Day R. A., Sakadusky N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals, Third Edition, Greenwood, 224 p.
- Salkind N. J. (1999). Métodos de Investigación, 3a ed., Prentice Hall, 380 p.
- O'Connor M. (1991). Writing Successfully in Science, Chapman & Hall, 229 p.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

- Doctorado en Ingeniería, o en áreas afines.
- Experiencia profesional de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Experiencia docente en Posgrado de al menos dos años.
- Es necesario que el profesor posea todas las competencias que se declaran en la asignatura.

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación II

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación II				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Segundo periodo				
e. Duración total en horas	448	Presenciales	320	Estudio independiente	128
f. Créditos	28				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación I				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación II es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que aprenderá a elaborar un protocolo de investigación con base en los criterios de viabilidad y pertinencia, para la solución de un problema de investigación en ingeniería.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Seminario de Investigación II se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística y con los Seminarios de Investigación I y del III al VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento, comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Elabora un protocolo de investigación para la solución de un problema de investigación en ingeniería con base en el estado del arte y una metodología adecuada.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, utilizando correctamente el idioma. • Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente. • Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico. • Desarrolla su pensamiento en intervenciones profesionales y personales, de manera crítica, reflexiva y creativa. • Resuelve problemas en contextos locales, nacionales e internacionales, de manera profesional.
Disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales. • Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza un análisis de la literatura sobre un tema de ingeniería de manera crítica. • Define el objetivo de un trabajo de investigación de ingeniería de manera clara. • Plantea una metodología viable para el desarrollo del trabajo de investigación. • Redacta un protocolo de investigación de manera completa y estructurada. • Defiende un protocolo de investigación de manera convincente.

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Análisis crítico de la revisión de la literatura
 Objetivo del trabajo de investigación
 Metodología del trabajo de investigación
 Protocolo de investigación de tesis

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

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

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

- | | |
|-----------------------------|---|
| Evaluación de proceso - 60% | <ul style="list-style-type: none">• Reuniones con el asesor• Reporte parcial• Presentación y defensa grupal |
|-----------------------------|---|

- | | |
|------------------------------|---|
| Evaluación de producto – 40% | <ul style="list-style-type: none">• Protocolo de investigación• Presentación y defensa del protocolo de investigación ante Comité de Tesis |
|------------------------------|---|

9. REFERENCIAS

- Hernández S.R., Fernández C.C., Baptista L.P. (2013). Metodología de la Investigación. New York, EUA. Mc. Graw Hill Ed. 4ª. Edición.
- Day R. A., Gastel B. (2011). How to Write and Publish a Scientific Paper, 7th Edition, Greenwood, 335 p.
- Day R. A., Sakadusky N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals, Third Edition, Greenwood, 224 p.
- Salkind N. J. (1999). Métodos de Investigación, 3a ed., Prentice Hall, 380 p.
- O'Connor M. (1991). Writing Successfully in Science, Chapman & Hall, 229 p.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación III

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación III				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Tercer periodo				
e. Duración total en horas	544	Presenciales	416	Estudio independiente	128
f. Créditos	34				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación II				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación III es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 20%.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Seminario de Investigación III se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad y con los Seminarios de Investigación I y II y del IV al VIII. Esta asignatura contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento,



comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 20%.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia.• Actualiza sus conocimientos y habilidades para su ejercicio profesional y su vida personal, de forma autónoma y permanente.• Toma decisiones en su práctica profesional y personal, de manera responsable.
-----------	---

Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Formula modelos matemáticos, procedimientos algebraicos y geométricos, en situaciones reales, hipotéticas o formales, relacionadas con la ingeniería.• Resuelve problemas de ingeniería, basándose en las leyes, métodos y procedimientos de las ciencias experimentales exactas.• Desarrolla aplicaciones computacionales utilizando las estructuras de un lenguaje de programación para el acopio de información y en la solución de problemas de ingeniería aplicada.• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza técnicas especializadas para la planificación de la enseñanza-aprendizaje y usa de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
---------------	---

Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación.• Redacta un informe parcial de investigación de manera completa y estructurada.• Defiende el avance en el desarrollo de la investigación en ingeniería de manera convincente.
-------------	--

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrollo de la metodología
Elaboración de reporte escrito
Presentación de avances



7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Investigación documental
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Trabajo de campo o de laboratorio
- Seminarios

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 60%

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

Evaluación de
producto – 40%

- Reporte final
- Presentación y defensa del reporte final ante Comité de Tesis

9. REFERENCIAS

- Hernández S.R., Fernández C.C., Baptista L.P. (2013). Metodología de la Investigación. New York, EUA. Mc. Graw Hill Ed. 4ª. Edición.
- Day R. A., Gastel B. (2011). How to Write and Publish a Scientific Paper, 7th Edition, Greenwood, 335 p.
- Day R. A., Sakadusky N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals, Third Edition, Greenwood, 224 p.
- Salkind N. J. (1999). Métodos de Investigación, 3a ed., Prentice Hall, 380 p.
- O'Connor M. (1991). Writing Successfully in Science, Chapman & Hall, 229 p.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación IV

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación IV				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Cuarto periodo				
e. Duración total en horas	544	Presenciales	416	Estudio independiente	128
f. Créditos	34				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación III				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación IV es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 40%.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Seminario de Investigación IV se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad, con los Seminarios de Investigación I al III



y del V al VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento, comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 40%.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia.• Actualiza sus conocimientos y habilidades para su ejercicio profesional y su vida personal, de forma autónoma y permanente.• Toma decisiones en su práctica profesional y personal, de manera responsable.
Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación.• Redacta un informe parcial de investigación de manera completa y estructurada.• Defiende el avance en el desarrollo de la investigación en ingeniería de manera convincente.

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrollo de la metodología
Elaboración de reporte escrito
Presentación de avances

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Investigación documental
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Trabajo de campo o de laboratorio
- Seminarios

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 60%

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

Evaluación de
producto – 40%

- Reporte final
- Presentación y defensa del reporte final ante Comité de Tesis

9. REFERENCIAS

- Hernández S.R., Fernández C.C., Baptista L.P. (2013). Metodología de la Investigación. New York, EUA. Mc. Graw Hill Ed. 4ª. Edición.
- Day R. A., Gastel B. (2011). How to Write and Publish a Scientific Paper, 7th Edition, Greenwood, 335 p.
- Day R. A., Sakadusky N. (2011). Scientific English: A Guide to Scientist and Other Professionals, Third Edition, Greenwood, 224 p.
- Salkind N. J. (1999). Métodos de Investigación, 3a ed., Prentice Hall, 380 p.
- O'Connor M. (1991). Writing Successfully in Science, Chapman & Hall, 229 p.
- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación V

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación V				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Quinto periodo				
e. Duración total en horas	640	Presenciales	512	Estudio independiente	128
f. Créditos	40				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación IV				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación V es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 60%.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Seminario de Investigación V se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad, con los Seminarios de Investigación I al IV y del VI al VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento,



comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 60%.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia.• Actualiza sus conocimientos y habilidades para su ejercicio profesional y su vida personal, de forma autónoma y permanente.• Toma decisiones en su práctica profesional y personal, de manera responsable.
-----------	---

Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
---------------	--

Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación.• Redacta un informe parcial de investigación de manera completa y estructurada.• Defiende el avance en el desarrollo de la investigación de manera convincente.
-------------	--

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrollo de la metodología
Elaboración de reporte escrito
Presentación de avances

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Investigación documental
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Trabajo de campo o de laboratorio
- Seminarios

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 60%

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

Evaluación de
producto – 40%

- Reporte final
- Presentación y defensa del reporte final ante Comité de Tesis

9. REFERENCIAS

- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación VI

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación VI				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Quinto o Sexto periodo				
e. Duración total en horas	640	Presenciales	512	Estudio independiente	128
f. Créditos	40				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación IV				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación VI es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 80% y envía un artículo de investigación para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT o en el Journal Citation Reports.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO



La asignatura Seminario de Investigación VI se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad, con los Seminarios de Investigación I al V y del VII al VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento, comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance mínimo del 80%.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Se comunica en inglés de manera oral y escrita, en la interacción con otros de forma adecuada.• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia.• Actualiza sus conocimientos y habilidades para su ejercicio profesional y su vida personal, de forma autónoma y permanente.• Manifiesta comportamientos profesionales y personales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera transparente y ética.• Toma decisiones en su práctica profesional y personal, de manera responsable.
-----------	---

Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
---------------	--

Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla la metodología para el avance desarrollo del trabajo de investigación.• Redacta un informe parcial de investigación de manera completa y estructurada.• Defiende el avance en el desarrollo de la investigación en ingeniería de manera convincente.• Redacta un artículo científico con los resultados de la investigación de manera completa y estructurada.
-------------	--

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrollo de la metodología
Elaboración de reporte escrito
Elabora un artículo científico



Presentación de avances

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Investigación documental
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Trabajo de campo o de laboratorio
- Seminarios

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 60%

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

Evaluación de
producto – 40%

- Artículo de investigación
- Reporte final
- Presentación y defensa del reporte final ante Comité de Tesis

9. REFERENCIAS

- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación VII

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación VII				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Sexto o Séptimo periodo				
e. Duración total en horas	640	Presenciales	512	Estudio independiente	128
f. Créditos	40				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación VI				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación VII es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance del 100% y tener un artículo de investigación con revisión vigente para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT o en el Journal Citation Reports.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO



La asignatura Seminario de Investigación VII se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad, con los Seminarios de Investigación I al VI y el VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento, comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrolla la metodología planteada para la solución del problema de ingeniería con un avance del 100%.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, utilizando correctamente el idioma.• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Manifiesta comportamientos profesionales y personales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera transparente y ética.
-----------	--

Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
---------------	--

Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla la metodología para el avance del trabajo de investigación.• Redacta un informe parcial de investigación de manera completa y estructurada.• Defiende el avance en el desarrollo de la investigación en ingeniería de manera convincente.
-------------	--

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Desarrollo de la metodología
Elaboración de reporte escrito
Elabora un artículo científico
Presentación de avances

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Investigación documental
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Trabajo de campo o de laboratorio
- Seminarios

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de proceso - 60%	<ul style="list-style-type: none">• Reuniones con el asesor• Reporte parcial• Presentación y defensa grupal
Evaluación de producto – 40%	<ul style="list-style-type: none">• Reporte final• Presentación y defensa del reporte final ante Comité de Tesis

9. REFERENCIAS

- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Seminario de Investigación VIII

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Seminario de Investigación VIII				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Sexto, Séptimo u Octavo periodo				
e. Duración total en horas	640	Presenciales	512	Estudio independiente	128
f. Créditos	40				
g. Requisitos académicos previos	Seminario de Investigación VI				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Seminario de Investigación VIII es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, ya que concluye la redacción de la tesis; tiene un artículo de investigación, producto de los resultados de la tesis, aceptado para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT o en el Journal Citation Reports; y elabora un segundo artículo de investigación.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO



La asignatura Seminario de Investigación VIII se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada, de Estadística, de Especialidad, y los Seminarios de Investigación I al VII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento, comunicar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Argumenta su postura con respecto al conocimiento generado en su investigación, mediante informes escritos y orales.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, utilizando correctamente el idioma.• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Desarrolla su pensamiento en intervenciones profesionales y personales, de manera crítica, reflexiva y creativa.• Manifiesta comportamientos profesionales y personales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera transparente y ética.
-----------	---

Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
---------------	--

Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Redacta una tesis de manera completa y estructurada.• Redacta un artículo científico con los resultados de la investigación de manera completa y estructurada.• Defiende la tesis de manera convincente.
-------------	--

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Elaboración de la versión preliminar de la tesis
Conclusión del proceso de aceptación para la publicación de un artículo científico
Elabora un artículo científico

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Aprendizaje autónomo y reflexivo
- Seminarios

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN



Evaluación de proceso - 60%	<ul style="list-style-type: none">• Reuniones con el asesor• Avances del borrador de tesis• Presentación y defensa grupal
Evaluación de producto – 40%	<ul style="list-style-type: none">• Borrador de tesis completa• Presentación y defensa de la tesis ante Comité de Tesis• Borrador de un segundo artículo de investigación

9. REFERENCIAS

- Literatura técnica relativa a los últimos avances en el área.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Desarrollo de Proyectos Sustentables

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Desarrollo de Proyectos Sustentables				
b. Tipo	Sello				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Primer periodo				
e. Duración total en horas	96	Presenciales	48	Estudio independiente	48
f. Créditos	6				
g. Requisitos académicos previos	Ninguno				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Desarrollo de Proyectos Sustentables es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que le permitirá analizar el impacto que los proyectos de ingeniería tienen sobre el ambiente, durante todas las etapas que conforman el ciclo de vida de los mismos.

El propósito de esta asignatura es aportar criterios sobre el impacto ambiental de los productos y procesos de ingeniería, el diseño de ciclos de vida de un proyecto, el diseño para el medio ambiente y reducción de la contaminación, el servicio, reuso, desensamblaje, reciclaje y remanufactura, y la evaluación del ciclo de vida de un proyecto.



3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Desarrollo de Proyectos Sustentables se relaciona con las asignaturas de Metodología de Investigación Avanzada y con los Seminarios de Investigación I al VIII. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: generar conocimiento y participar en la solución de problemas.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Analizar el impacto que los proyectos de ingeniería tienen sobre el ambiente, durante todas las etapas que conforman el ciclo de vida de los mismos.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conocimientos en sus intervenciones profesionales y en su vida personal con pertinencia. • Formula, gestiona y evalúa proyectos en su ejercicio profesional y personal, considerando los criterios del desarrollo sostenible. • Trabaja con otros en ambientes multi, inter y transdisciplinarios de manera cooperativa. • Manifiesta comportamientos profesionales y personales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera transparente y ética. • Promueve el desarrollo sostenible en la sociedad con su participación activa.
Disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica el impacto ambiental que se genera en los procesos y productos de ingeniería, de manera sistematizada. • Analiza soluciones ambientalmente sustentables para el diseño de los proyectos de ingeniería considerando el ciclo de vida de los productos resultantes. • Determina los indicadores sociales, económicos y ambientales asociados a un proyecto de ingeniería considerando el contexto específico en el que se lleva a cabo. • Identifica claramente los procesos relacionados con la reducción, reuso, y reciclaje de los componentes de un proyecto de ingeniería. • Evalúa los impactos ambientales de un proyecto de ingeniería con base en la metodología y normatividad adecuadas.

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Impacto ambiental de los productos y procesos de ingeniería.
Análisis de ciclo de vida de un proyecto.



Diseño para el medio ambiente y reducción de la contaminación.
Reducción, reuso y reciclaje.
Evaluación del impacto ambiental de un proyecto.

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Estudio de casos
- Investigación documental
- Aprendizaje basado en proyectos

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 60%

- Resolución de casos
- Pruebas de desempeño
- Debate

Evaluación de
producto - 40%

- Proyecto integrador

9. REFERENCIAS

- ISO 14040:2006 – Gestión Ambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia. Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ISO 14044:2006 – Gestión Ambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices. Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ISO 15392:2008 – Sustainability in building construction – General principles. Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ISO 21929-1:2006 – Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators for buildings. Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- Diario Oficial de la Federación (2014). Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, México.
- Bayer, C; Gamble, M.; Gentry, R. y Joshi, S. (2020). AIA Guide to Building Life Cycle Assessment and Practice; The American Institute of Architects, Nueva York, EUA.
- Wilderer, Peter A.; Schoerer, Edward D.; Kopp, Horst (2005). Global Sustainability, The Impact of Local Cultures: A New Perspective for Science and Engineering, Economics and Politics, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim.
- Azapagic, A.; Clift, R.; Perdan, S. (2004). Sustainable Development in Practice: Case Studies for Engineers and Scientists. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim.
- IHOBE S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2009). Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono: Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto. España.
- IHOBE S. A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2000) Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de implementación en 7 pasos. España.
- United Nations / Division for Sustainable Development of the United (2007). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, 3ra Edition. Nueva York, EUA.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR



- Doctorado en Ingeniería, o en áreas afines.
- Experiencia profesional de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Experiencia docente en posgrado de al menos dos años.
- Es necesario que el profesor posea todas las competencias que se declaran en la asignatura.

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Metodología de la Investigación Avanzada

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Metodología de la Investigación Avanzada				
b. Tipo	Obligatoria				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Segundo periodo				
e. Duración total en horas	96	Presenciales	48	Estudio independiente	48
f. Créditos	6				
g. Requisitos académicos previos	Ninguno				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura Metodología de Investigación Avanzada es importante para la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, debido a que les permitirá elaborar presentaciones y documentos científicos relacionados con el tema de su disertación de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades revisoras.

El propósito de esta asignatura es elaborar propuestas de investigación; elaborar informes de investigación; redactar artículos de investigación en idioma español e inglés; elaborar presentaciones de contenido científico en forma oral en idioma español e inglés.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO



La asignatura Metodología de la Investigación Avanzada se relaciona con los Seminarios de Investigación del I al II.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Elabora presentaciones y documentos científicos relacionados con el tema de su disertación de acuerdo con las pautas de fondo y forma indicadas por las entidades revisoras.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none">• Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, utilizando correctamente el idioma.• Se comunica en inglés de manera oral y escrita, en la interacción con otros de forma adecuada.• Usa las TIC en sus intervenciones profesionales y en su vida personal de manera pertinente y responsable.• Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente.• Utiliza habilidades de investigación, en sus intervenciones profesionales con rigor científico.• Establece relaciones interpersonales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera positiva y respetuosa.
Disciplinares	<ul style="list-style-type: none">• Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales.• Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
Específicas	<ul style="list-style-type: none">• Redacta propuestas de investigación, disertaciones y reportes de investigación de ingeniería de manera clara para su comunicación efectiva• Redacta artículos de investigación en dos idiomas de manera clara para su comunicación efectiva• Presenta contenidos científicos de investigaciones de ingeniería en forma oral en dos idiomas de manera clara para su comunicación efectiva

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Redacción de propuestas de investigación, disertaciones y reportes de investigación
Redacción de artículos de investigación en dos idiomas
Presentación de contenidos científicos en forma oral en dos idiomas

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Investigación documental
- Seminarios



- Aprendizaje autónomo y reflexivo

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 80%

- Ensayos
- Presentaciones de avance
- Elaboración de reportes

Evaluación de
producto – 20%

- Redacción de documento científico
- Presentación y defensa del reporte en idioma inglés

9. REFERENCIAS

- The Chicago Manual of Style (2007) Chicago: The University of Chicago Press, 15a. ed.
- Eco, Humberto (2006) Cómo se hace una tesis: Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. Barcelona: Gedisa.
- Booth, Wayne C., Colomb, Gregory G. y Williams, Joseph M. (2008) Cómo convertirse en un hábil investigador. Barcelona: Gedisa.
- Walker, Melissa (2007) Cómo escribir Trabajos de investigación. Barcelona: Gedisa
- Blaxter, Loraine, Hughes, Christina y Tight, Malcolm (2008) Cómo se hace una investigación. Barcelona: Gedisa.
- Leedy P.D. y Ormrod J.E. (2005) Practical Research: Planning and Design, 8th, New Jersey, Pearson, Merrill Prentice Hall
- Manual de estilo de publicaciones de la American Psychological Association (2002) México: Manual Moderno.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

- Doctorado en Ingeniería, o en áreas afines.
- Experiencia profesional de al menos dos años en el área del conocimiento.
- Experiencia docente en Posgrado de al menos dos años.
- Es necesario que el profesor posea todas las competencias que se declaran en la asignatura.

DOCTORADO EN INGENIERÍA



Docencia para Ingeniería

Asignatura obligatoria

1. DATOS GENERALES DE IDENTIFICACIÓN

a. Nombre de la asignatura	Docencia para Ingeniería				
b. Tipo	Sello				
c. Modalidad	Presencial				
d. Ubicación	Cuarto periodo				
e. Duración total en horas	96	Presenciales	48	Estudio independiente	48
f. Créditos	6				
g. Requisitos académicos previos	Ninguno				

2. INTENCIONALIDAD FORMATIVA DE LA ASIGNATURA

La asignatura de Docencia en Ingeniería contribuye a la formación de los estudiantes del Doctorado en Ingeniería, pues les permitirá implementar un curso de ingeniería de acuerdo a técnicas y métodos propicios para el aprendizaje significativo y la evaluación de los estudiantes.

El propósito de esta asignatura es: presentar los conceptos básicos de enseñanza en la ingeniería; seleccionar las estrategias y modalidades de instrucción con base en un modelo educativo; diseñar las unidades de aprendizaje de un curso; diseñar la planeación didáctica de un curso; identificar recursos tecnológicos para apoyar el proceso enseñanza aprendizaje; identificar los factores humanos que inciden en el proceso enseñanza aprendizaje; evaluación del proceso enseñanza aprendizaje.

3. RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS EN ALINEACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE EGRESO

La asignatura Docencia para Ingeniería se relaciona con las asignaturas de especialidad I y II, Metodología de Investigación Avanzada y Asignatura de estadística. Esta asignatura, contribuye a las competencias de egreso: Generar y comunicar conocimientos a distintos actores.

4. COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Implementa un curso de ingeniería de acuerdo a técnicas y métodos propicios para el aprendizaje significativo y la evaluación de los estudiantes.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS, DISCIPLINARES Y ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Se comunica en español en forma oral y escrita en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, utilizando correctamente el idioma. • Usa las TIC en sus intervenciones profesionales y en su vida personal de manera pertinente y responsable. • Gestiona el conocimiento en sus intervenciones profesionales y en su vida personal, de manera pertinente. • Desarrolla su pensamiento en intervenciones profesionales y personales, de manera crítica, reflexiva y creativa. • Establece relaciones interpersonales, en los ámbitos en los que se desenvuelve, de manera positiva y respetuosa. • Valora la diversidad y multiculturalidad en su quehacer cotidiano, bajo los criterios de la ética.
Disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, considerando principios humanistas y valores universales. • Utiliza de manera efectiva las estrategias de comunicación verbal y no verbal.
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa las necesidades de aprendizaje de los alumnos para la definición precisa de los objetivos de una asignatura de ingeniería. • Diseña adecuadamente los contenidos, las actividades de enseñanza y de evaluación para un aprendizaje significativo. • Implementa estrategias de enseñanza idóneas para la conformación de un plan de clases para una asignatura de ingeniería.

6. CONTENIDOS ESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE LA ASIGNATURA

Conceptos básicos de enseñanza en la ingeniería
 Estrategias y modalidades de instrucción con base en un modelo educativo
 Unidades de aprendizaje de un curso
 Planeación didáctica de un curso
 Recursos tecnológicos para apoyar el proceso enseñanza aprendizaje

Factores humanos que inciden en el proceso enseñanza aprendizaje
Evaluación del proceso enseñanza aprendizaje.

7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Aprendizaje orientado a proyectos
- Simulación
- Seminario
- Juego de roles
- Investigación documental
- Aprendizaje autónomo y reflexivo

8. ESTRATEGIAS GENERALES DE EVALUACIÓN

Evaluación de
proceso - 80%

- Debate
- Ensayos
- Pruebas de desempeño
- Evaluación mediante situaciones problema

Evaluación de
producto – 20%

- Portafolio de evidencias

9. REFERENCIAS

- Argudín, Yolanda (2006) Educación basada en competencias. México, Trillas.
- Díaz-Barriga Arceo, Frida y Hernández Rojas, Gerardo (2002) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista, México: McGraw-Hill, 2ª ed
- Gardner, Howard (2005) Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica, Barcelona: Paidós.
- Isaac, Stephen y Michael, William B. (1987) Handbook in Research and Evaluation. San Diego: Edits.
- Kaufman, R. (2004) Planificación de sistemas educativos: Ideas básicas concretas. México: Trillas, 2ª. ed.
- Marzano, Robert (2003) Classroom management that works. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Marzano, Robert, Pickering, Debra y McTighe, Jay (1994) Assessing Students Outcomes. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wankat C, Oreovicz Frank (2015) Teaching Engineering, Purdue University Press, USA, 2ª. Ed.
- Zarzar Charur, Carlos (2006) Habilidades básicas para la docencia. México, Patria.

10. PERFIL DESEABLE DEL PROFESOR

- Profesor con doctorado, y con posgrado en el área de Educación o experiencia docente en Posgrado de al menos cinco años.
- Es necesario que el profesor posea todas las competencias que se declaran en la asignatura.



11. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El objetivo de la evaluación del Plan de Estudios es proporcionar la información para el fortalecimiento de la competitividad académica del programa. Esta información permitirá tomar las decisiones de efectuar o no cambios en el currículo, con el objeto de mantener su pertinencia, viabilidad y relevancia social. La evaluación del Plan de Estudios será constante y permanente; considerará los contextos institucional, nacional e internacional en la formación de doctores en ingeniería.

Las evaluaciones considerarán las reflexiones internas (autoevaluaciones) y las externas, por ejemplo las de organismos acreditadores. Las autoevaluaciones se realizarán considerando los criterios de calidad del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT. Las evaluaciones son un insumo indispensable para la formulación de los planes de desarrollo del programa educativo, con lo cual se establecen las necesidades de actualización o modificación del Plan de Estudios.

El Plan de Estudios debe revisarse al menos cada cinco años. Esta revisión debe estar sustentada en un conjunto de indicadores tales como: número de profesores de tiempo completo por líneas de investigación, porcentaje profesores de tiempo completo pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores, número de estudiantes que realizan movilidad nacional o internacional, tasa de eficiencia terminal, porcentaje de egresados que se desempeñan laboralmente en una actividad afín a la formación en que han sido preparados, entre otros. La operación del proceso de evaluación del plan de estudios será supervisada técnicamente por el Comité Académico, que contará con la colaboración de los cuerpos académicos que apoyan al posgrado. Además de contar con la participación de los profesores se considerará la opinión de alumnos, egresados y empleadores.

El Comité Académico presentará los resultados de las evaluaciones al Director de la Facultad, para que, con base en los resultados de la evaluación, se tome la decisión de continuar sin cambios la aplicación del currículo o se inicien los estudios necesarios para hacer las modificaciones pertinentes. En caso de que se proponga modificar el Plan de Estudios, el Director de la Facultad someterá dicha modificación al Consejo Académico de la Facultad para su aprobación.



12. FUNCIÓN ACADÉMICO ADMINISTRATIVA

En esta sección se describen los lineamientos y requisitos que se deberán seguir durante el tránsito del estudiante en el PE.

12.1. Lineamientos de operación

Se especifican a continuación los lineamientos de operación de la duración del plan de estudios, periodicidad de ingreso, reconocimiento de la asignatura sello, selección de asignaturas de especialidad, movilidad estudiantil, idioma extranjero, sistema de tutoría y asesoría académica y graduación, entre otros aspectos en el tránsito del estudiante por el Plan de Estudios.

Duración del plan de estudios

La duración del plan de estudios de Doctorado en Ingeniería es de ocho períodos semestrales (4 años). Sin embargo, atendiendo a la flexibilidad del programa educativo el plan de estudios se podrá concluir en 6 o 7 períodos semestrales de acuerdo con las opciones señaladas en la sección 7.2 Tipo de Plan.

Periodicidad de ingreso

La periodicidad de ingreso al Doctorado en Ingeniería será anual, en cualquiera de sus opciones.

Reconocimiento de la asignatura sello

La asignatura Desarrollo de Proyectos Sustentables puede ser reconocida si el alumno la cursó en el Programa de Maestría en Ingeniería en esta Facultad de Ingeniería.

Selección de asignaturas de especialidad

Las asignaturas de especialidad a cursarse serán establecidas conjuntamente por el alumno y el Comité Tesis. Estas asignaturas podrán ser seleccionadas entre las asignaturas que se ofrecen en la Maestría en Ingeniería de esta Facultad de Ingeniería u otro programa de posgrado afín.

Movilidad estudiantil

Se posibilita a todos los estudiantes cursar y acreditar hasta 160 créditos (50%) del Plan de Estudios en movilidad interna o externa; en el caso de la movilidad externa el programa educativo debe ser de calidad reconocida. En el caso de movilidad nacional, el programa educativo deberá estar en el PNPC. La movilidad interna se refiere a la realizada en alguna dependencia de la UADY, pero fuera de la Facultad de Ingeniería. La movilidad externa se refiere a la realizada en otra institución nacional o extranjera. El Coordinador de la opción de posgrado correspondiente propondrá la movilidad del estudiante, que deberá ser dictaminada por el Comité de Intercambio Académico y Movilidad y autorizada por el Director de la Facultad.

Cualquier estudio realizado o crédito cubierto en una institución o dependencia fuera de esta Facultad podrá ser acreditado dentro de este plan de estudios, bajo la responsabilidad del Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación quien se apoyará en la opinión del Comité de Intercambio Académico y Movilidad y el Coordinador de Posgrado de la opción correspondiente.



Idioma extranjero

El dominio del idioma inglés es un requisito de ingreso y permanencia, que se especifica en las secciones correspondientes.

Sistema de tutoría y dirección de tesis

Desde el inicio del doctorado, sin excepción, todo estudiante registrado en el programa deberá contar con un profesor del posgrado que tendrá las funciones de tutor y director de tesis. La función del profesor será el estar en contacto continuo con el alumno para:

- Proponer y aprobar la carga académica dentro de los lineamientos establecidos en el Plan de Estudios.
- Vigilar el nivel y avance académico del tutorado.

Las funciones del profesor como director de tesis serán:

- Involucrar al estudiante en algún proyecto de investigación.
- Dirigir el desarrollo del protocolo de investigación y la elaboración de la tesis y de productos académicos, tales como artículos de revista y ponencias en congresos.
- Supervisar los avances en la investigación conforme a las competencias de las asignaturas de Seminario de Investigación.

Graduación

Acorde a lo señalado en el MEFI, el estudiante de posgrado obtendrá el grado académico correspondiente una vez que haya aprobado el total de los créditos de su plan de estudios, cumpla con los requisitos de egreso que establece su programa educativo, y presente un trabajo terminal (tesis). En el caso del programa de Doctorado en Ingeniería, el estudiante obtendrá el grado de Doctor en Ingeniería o Doctora en Ingeniería a través de un examen de grado, en el cual presentará la tesis elaborada a partir de su proyecto de investigación.

Comités

Para la operación del plan de estudios se consideran dos comités:

- Comité Académico. 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.
- Comité de Tesis. Está integrado por tres profesores que tengan conocimiento sobre el área del tema de investigación. Preferentemente, uno de los profesores será externo a la institución.

12.2. Requisitos de ingreso

Para garantizar la transparencia en los procesos de selección, y que el egresado de una maestría, independientemente del subsistema de educación superior del que provenga, disponga de equidad en cuanto a las oportunidades de acceso a nivel de posgrado, el proceso de selección se regirá por los requisitos que establezcan en las convocatorias que apruebe el H. Consejo Universitario.

Además de cumplir con los requisitos establecidos por el H. Consejo Universitario para ingresar como alumno al Plan de Estudios del Doctorado en Ingeniería, se deberá cumplir con los siguientes requisitos:



- Presentar título, o constancia de obtención del grado, de Maestría en Ingeniería o en algún área afín a la opción elegida.
- Presentar certificado de estudios completos de maestría, con el objetivo de conocer los antecedentes académicos del aspirante.
- Acreditar dominio del idioma español mediante instrumento de evaluación vigente, en el caso de aspirantes extranjeros cuya lengua materna sea distinta al español.
- Manifiestar interés por cursar este posgrado y tener las habilidades requeridas en el perfil que podrá demostrar mediante una carta de exposición de motivos, un currículum vitae y dos cartas de recomendación, entre otros.
- Acreditar el examen de aptitud académica según instrumento y escala vigente.
- Acreditar dominio del idioma inglés a nivel B1 del Marco de Referencia Europeo, con base en los criterios que establece el Modelo Educativo para la Formación Integral.
- Demostrar capacidad para desarrollar un proyecto de investigación a través de la presentación de su último trabajo de investigación, tesis de maestría o un protocolo de investigación.
- Participar en una entrevista de evaluación y proporcionar información que permita verificar que cuenta con las competencias, conocimientos y actitudes necesarias para realizar satisfactoriamente los estudios de posgrado.
- Ser aprobado en el proceso de selección por el Comité Académico.
- Cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Inscripciones y Exámenes de la Universidad Autónoma de Yucatán y con los Requisitos del Reglamento Interior de la Facultad de Ingeniería.

En el caso de los títulos y certificados expedidos por instituciones extranjeras, estos deberán estar apostillados o su equivalencia (legalización de firmas en el país de origen del documento). Adicionalmente, aquellos emitidos en lengua extranjera deberán contar con traducción al idioma Español por una instancia reconocida. En caso de ser aceptado, el aspirante de nacionalidad extranjera deberá contar con el documento que ampare su estancia legal en el país durante la realización del posgrado.

12.3. Requisitos de permanencia

Para permanecer cursando los estudios de Doctorado en Ingeniería los alumnos deberán:

- Cumplir con las normas establecidas en el Reglamento de Inscripciones y Exámenes de la Universidad Autónoma de Yucatán y en el Reglamento Interior de la Facultad de Ingeniería.
- La calificación mínima aprobatoria de las asignaturas es de 80 puntos, con base en lo establecido por en el Programa Institucional de Habilitación en el Modelo Educativo para la Formación Integral.
- Inscribirse a los períodos semestrales, salvo excepciones o bajas voluntarias que deberán ser debidamente solicitadas, justificadas y autorizadas por la Unidad de Posgrado e Investigación.
- Limitarse al tiempo máximo de permanencia que es de doce períodos semestrales, a partir de la fecha del primer ingreso, después de los cuales el estudiante será dado de baja.

El alumno causará baja del programa por:

- No acreditar una misma asignatura dos veces.



- No acreditar dos o más asignaturas en un mismo periodo lectivo.
- No acreditar cuatro asignaturas del plan de estudios.
- No inscribirse semestralmente, salvo excepciones o bajas voluntarias que deberán ser debidamente justificadas, solicitadas y aprobadas por el Jefe de la UPI.

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

12.4. Requisitos de egreso y graduación

Para que el alumno obtenga el grado de Doctor en Ingeniería deberá cumplir con lo siguiente:

- Haber concluido el Plan de Estudios del Doctorado en Ingeniería.
- Limitarse al tiempo máximo establecido en el Reglamento respectivo vigente, después de haber concluido con los créditos del Plan de Estudios del Doctorado en Ingeniería.
- Elaborar una tesis de doctorado a partir de su proyecto de investigación.
- Tener un artículo, producto de su investigación doctoral, aceptado para su publicación en una revista incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT o en el Journal Citation Reports.
- Presentar y aprobar el examen al grado.
- Cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Inscripciones y Exámenes de la Universidad y con los Requisitos del Reglamento Interior de la Facultad de Ingeniería.

13. PLAN DE DESARROLLO

13.1. Objetivos

- Mantener el plan de estudios del doctorado en ingeniería actualizado, moderno y pertinente.
- Fortalecer la calidad de los procesos educativos y formativos de los estudiantes para incrementar su nivel competitivo, atendiendo aspectos tales como la selección, tutorías, formación integral, movilidad y eficiencia terminal.
- Fortalecer la planta académica, así como su productividad para que sea reconocida a nivel nacional e internacional.
- Fortalecer la infraestructura y servicios que apoyan el programa a través de una mejora constante y actualización en espacios, equipamiento, laboratorios, talleres, sistemas de información, y tecnologías de información y comunicación.
- Fortalecer la cobertura, efectividad e impacto social del PE para que sea considerado un referente nacional.
- Fortalecer la vinculación del PE con los sectores gubernamental, social y privado.

13.2. Metas

Las metas de este PE a mediano plazo son:

- Alcanzar el nivel de "En desarrollo" en el PNPC.
- Incrementar el porcentaje de PTC's con el reconocimiento del SNI.
- Captar estudiantes de otras regiones del país.
- Incrementar la movilidad de los estudiantes.
- Incrementar la participación de académicos de instituciones extranjeras en los Comités de Tesis.
- Incrementar el número de proyectos de investigación con financiamiento externo.
- Alcanzar reconocimientos a las tesis y productos derivados de la investigación.

Las metas a largo plazo son:

- Alcanzar el nivel de "Consolidado" en el PNPC
- Incrementar el porcentaje de PTC's en el Nivel II del SNI
- Captar estudiantes del extranjero
- Incrementar el número de equipos de laboratorio y el acervo bibliotecario.



14. . REFERENCIAS

Boyle G. (2004). Renewable energy: Power for a sustainable future. Second Edition. Ed. Oxford.

Carta González J. A., Calero Pérez R., Colmenar Santos A. y Castro Gil M.A. (2009). Centrales de energías renovables: Generación eléctrica con energías renovables. Ed. Pearson-Prentice Hall.

Díaz-Jiménez, R. (2000), Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO₂, Tesis Maestría en Ingeniería, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, p. 113, México, D. F.

Gobierno del Estado de Yucatán. (2012). Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018. Mérida.

Gobierno de la República. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Mérida.

International Energy Agency (2013), "Technology roadmap", 2013 Edition.

International Energy Agency (2013), "TRENDS 2013 IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS, Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2012," Report IEA-PVPS T1-23:2013.

Red Mexicana de Bioenergía (2005), Libro Blanco de la Bioenergía en México, Red Mexicana de Bioenergía 2005, México.

Secretaría de Energía, (2006). Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México, México, SENER y la GTZ.

Secretaría de Energía, (2008) Programa de Introducción de Bioenergéticos, México, SENER.

Secretaría de Energía, (2013) Estrategia Nacional de Energía 2013-2027, México, SENER.

Spagnuolo, G. [et al.] (2010) Renewable energy operation and conversion schemes: a summary of discussions during the Seminar on Renewable Energy Systems. "IEEE industrial electronics magazine", March 2010, vol. 4, núm. 1, p. 38-51.

Universidad Autónoma de Yucatán. (2012). Modelo de Educación para la Formación Integral. Mérida, UADY.

Universidad Autónoma de Yucatán. (2013). Programa Institucional de Habilitación en el Modelo de Educación para la Formación Integral. Mérida, UADY.

Universidad Autónoma de Yucatán. (2014). Plan de Desarrollo Institucional 2014-2022. Mérida, UADY.

