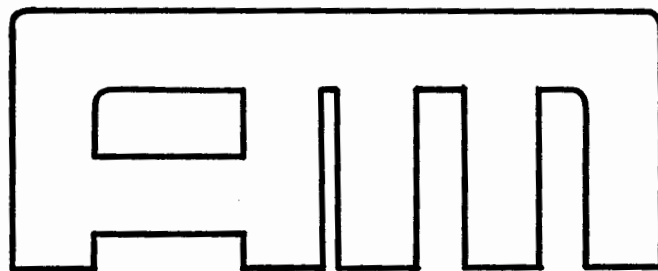


Programas Académicos 1981 - 1982



facultad de ingeniería
división de estudios de posgrado

F-DEPTI
PRO-0017
1981-82
8.5

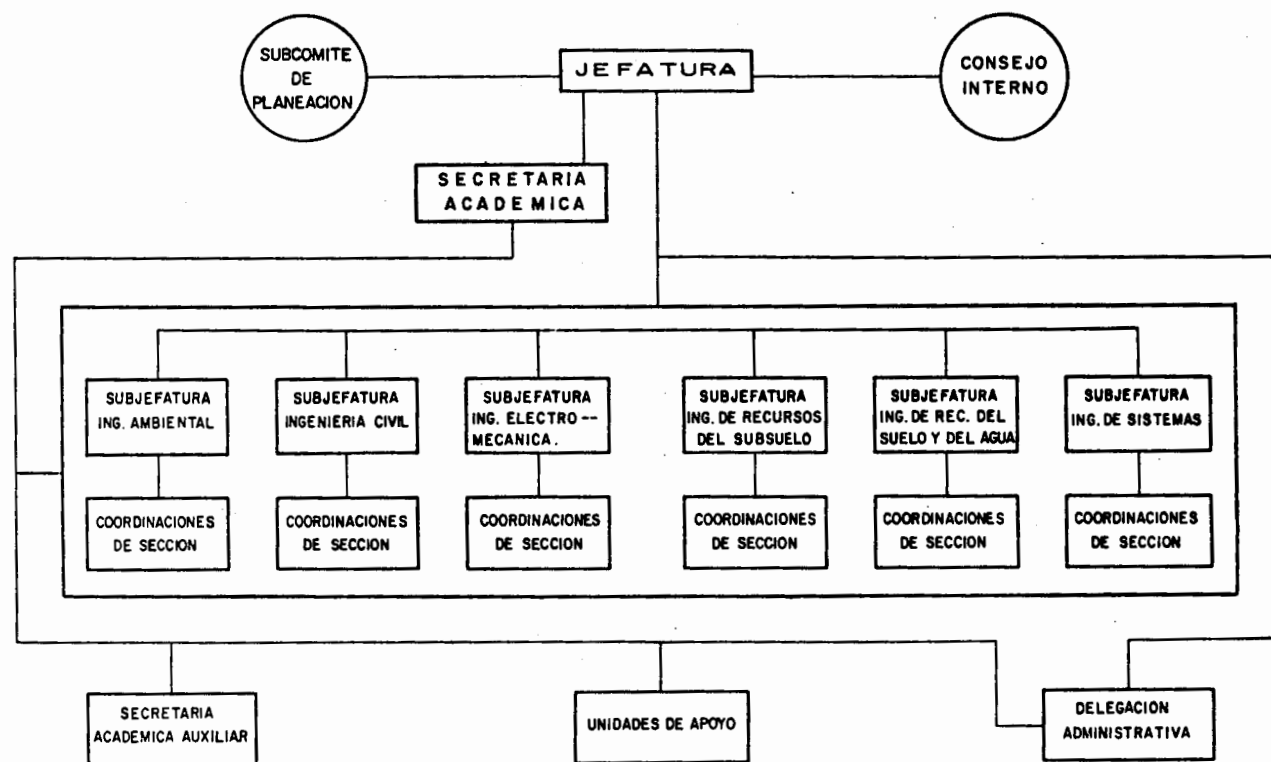


0000

INDICE

Organigrama	5
Autoridades.	6
Subjefes de área.	7
Coordinadores de sección	8
Profesorado	10
Objetivos	19
Resumen académico	19
Requisitos escolares.	25
Cuotas	27
Reglamentos	30
Normas para los alumnos.	31
Planes de estudio	36
• Especialización en Construcción	38
• Especialización en Métodos Artificiales de Producción Petrolera	47
• Especialización en Perforación de Pozos Petroleros.	50
• Especialización en Recuperación Secundaria en Yacimientos Petrolíferos.	53
• Ingeniería Ambiental	56
• Ingeniería (Control)	67
• Ingeniería Eléctrica	73
• Ingeniería Electrónica	83
• Ingeniería Energética.	89
• Ingeniería (Estructuras)	99
• Ingeniería Hidráulica	106
• Ingeniería (Investigación de Operaciones)	113
• Ingeniería Mecánica.	121
• Ingeniería (Mecánica de Suelos)	130
• Ingeniería Mecánica Teórica y Aplicada	137
• Ingeniería Petrolera	145
• Ingeniería (Planeación)	158
Sección de Matemáticas.	163
Temarios para exámenes de prerrequisitos y requisitos	170
Catálogo de asignaturas	211

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
1980



Dr. Octavio Rivero Serrano
Rector de la
Universidad Nacional Autónoma de México

•

Ing. Javier Jiménez Espriú
Director de la Facultad de Ingeniería, UNAM

•

Dr. Pedro Martínez Pereda
Jefe de la División de Estudios de Posgrado

•

M. en I. Sergio Tirado Ledesma
Secretario Académico de la División de Estudios
de Posgrado

•

M. en I. Gabriela Moeller de Jalife
Secretaria Académica Auxiliar de la División de
Estudios de Posgrado

•

Ing. Marcos Osorio Sánchez
Delegado Administrativo, DEPMI

•

SUBJEFES DE AREA

Dr. Raúl Cuéllar Chávez
Area de Ingeniería Ambiental
Sección de: Ingeniería Ambiental

•

M. en I. Abraham Díaz Rodríguez
Area de Ingeniería Civil
Secciones de: Construcción,
Estructuras. Mecánica de Suelos

•

Dr. Jorge Angeles Alvarez
Area de Ingeniería Electromecánica
Secciones de: Ingeniería de Control
Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica
Ingeniería Mecánica, Mecánica Teórica y Aplicada

•

Dr. Rolando Springall Galindo
Area de Ingeniería de Recursos del Agua y del Suelo
Sección de: Ingeniería Hidráulica

•

Dr. Héber Cinco Ley
Area de Ingeniería de Recursos del Subsuelo
Secciones de: Ingeniería Energética, Ingeniería Petrolera

•

Dr. José de Jesús Acosta Flores
Area de Ingeniería de Sistemas
Secciones de: Investigación de Operaciones, Planeación

•

COORDINADORES DE SECCION

Ingeniería Ambiental
Dr. Raúl Cuéllar Chávez

Construcción
M. en I. Abraham Díaz Rodríguez

Ingeniería de Control
Dr. Jorge Angeles Alvarez

Ingeniería Eléctrica
Dr. Eduardo Arriola Valdez

Ingeniería Electrónica
M. en C. Alejandro Guarda Auras

Ingeniería Energética
Dr. Fernando Samaniego Verduzco

Estructuras
Dr. Gonzalo Alduncin González

Ingeniería Hidráulica
Dr. Rolando Springall Galindo

Investigación de Operaciones
M. en I. Gustavo Rocha Beltrán

Matemáticas
M. en C. Arturo Delgado Rodríguez

Ingeniería Mecánica
Dr. Enrique Chicurel Uziel

Mecánica de Suelos
M. en I. Abraham Díaz Rodríguez

Mecánica Teórica y Aplicada
Dr. David Binding

Planeación
M. en I. Arturo Fuentes Zenón

Ingeniería Petrolera
Dr. Jesús Rivera Rodríguez

Biblioteca
Ing. Abel Camacho Galván

Sección Escolar
Srita. María del Carmen Cabrera

Sección Editorial
Lic. Eugenia M. de Lizalde

PROFESORADO

Ingeniería Ambiental

Dr. Jorge Aguirre Martínez
M. en I. Salvador Ayanegui Jaritz
Dr. Ubaldo Bonilla Domínguez
Dr. Raúl Cuéllar Chávez
M. en C. Vicente Fuentes Gea
Dr. Ovsei Gelman Muravchik
Dr. Federico Groenewold
M. en C. Edmundo Izurieta Ruíz
Dr. Pedro Martínez Pereda
M. en I. Gabriela Moeller de Jalife
M. en C. Francisco Montejano Uranga
M. en I. Arnulfo Paz Sánchez
Dr. Rodolfo Quintero Ramírez
M. en C. Natalia Salcedo Olavarrieta
M. en I. Edgar Sigler Andrade
M. en C. Mario Solano González
M. en C. Eloy Urroz Jiménez
M. en I. Humberto Vidales Albarrán

Construcción

Ing. Fernando Favela Lozaya
Ing. Gabino Gracia Campillo
Ing. Jorge Luis Huidobro Llabres
Ing. Javier Mora Galaz
Ing. Francisco Javier Rodríguez Zumárraga
M. en I. Carlos Silva Echarte
Ing. Roberto Sosa Garrido
Ing. Carlos Uriegas Torres

Ingeniería de Control

Dr. Antonio Alonso Concheiro
Dr. Andrés Buzo de la Peña
Dr. Roberto Canales Ruíz
Dr. Martín España Venini
M. en C. Ismael Espinosa Espinosa
Dr. Salvador González Castro
Dr. José Luis Farah Ibáñez
Dr. José S. Florio Mazzú
Dr. Víctor Gerez Greiser
Dr. Horacio Martínez Carranza
Dr. Marco A. Murray-Lasso

Ingeniería Eléctrica

Dr. Florencio Aboytes García
Dr. Eduardo Arriola Valdez
Ing. Rafael Guerrero Cepeda
M. en C. Faustino Lara Núñez
Dr. Sergio A. Molina García
Ing. Amor Parera Bahi
M. en I. Arturo Peón Zapata

Ingeniería Electrónica

M. en I. Roberto Daza-Gómez Torres
M. en C. Alejandro Guarda Auras
M. en C. Pedro Joselevich Cohen
M. en I. José Miguel Martínez Alcaraz
M. en I. Klaus Michel Lindig Bös
Dr. Andrzej Myszkowski Pkowa
M. en C. Caupolicán Muñoz Gamboa

Ingeniería Energética

Dr. José de Jesús Acosta Flores
M. en C. Vicente Bárcena Ibarra
M. en C. Roberto Best Brown
Dr. Jaime Cervantes de Gortari
Dr. Héber Cinco Ley
Dr. Roland England
Dr. José Luis Fernández Zayas
M. en C. Enrique Garduño Navarro
Dr. Jean Pierre Hennart
Dr. Gerardo Hiriart Le-Bert
Lic. Fernando Martínez Iturbe
Dr. Arturo Reinking Cejudo
Dr. Jesús Rivera Rodríguez
Dr. Marco Rosenbaum
Dr. Morris Schawartblat
Dr. Fernando Samaniego Verduzco
Dr. Mihir Sen
M. en C. Fuhed Súcar Súcar
Ing. Marco Aurelio Torres Herrera

Estructuras

Dr. Gonzalo Alduncin González
Ing. Arturo Arias Suárez
Dr. Enrique Bazán Zurita
Ing. Oscar de Buen López de Heredia
Ing. José Luis Camba Castañeda
M. en I. Ramón Cervantes Beltrán
Ing. Julio Damy Ríos
Dr. Luis Esteva Maraboto
Dr. Roberto Meli Piralla
M. en I. Carlos Montoya Beltrán
Dr. José A. Nieto Ramírez

M. en I. Víctor Porras Silva
M. en I. Luis Reyes Avila
Dr. Francisco J. Sánchez Sesma
Arq. Juan Tonda Magallón
M. en C. Enrique del Valle Calderón

Ingeniería Hidráulica

M. en I. Braulio Andreu Ibarra
M. en I. Felipe Arreguín Cortés
M. en I. Moisés Berezowsky Verduzco
Ing. Mario Buenfil Rodríguez
M. en I. Antonio Capella Vizcaíno
Ing. Rubén Chávez Guillén
M. en I. Carlos Cruickshank Villanueva
Ing. Pablo Delgadillo Reynosa
Ing. Ramón Domínguez Mora
Dr. Gabriel Echávez Aldape
M. en I. Oscar Fuentes Mariles
Ing. Manuel García Flores
M. en C. Fernando González Villarreal
M. en I. Javier González Villarreal
Ing. Jesús Gracia Sánchez
M. en I. César Herrera Toledo
Dr. Gerardo Hiriart Le-Bert
Dr. Enzo Levi Lattes
M. en I. Polioptro Martínez Austria
M. en I. José Antonio Maza Alvarez
M. en I. Juan Jacobo Miranda
M. en I. Guillermo Ortega Gil
M. en C. Ma. del Carmen Sánchez Mora
M. en I. José Luis Sánchez Bribiesca
M. en I. Enrique Santoyo Meza
M. en I. Gilberto Sotelo Avila
Dr. Rolando Springall Galindo

M. en I. Sergio Tirado Ledesma
M. en I. Oscar Vega Roldán

Investigación de Operaciones

Dr. José de Jesús Acosta Flores
Dr. Miguel Cobián Sela
M. en C. Alfonso Díaz Andrade
Dr. Jorge Díaz Padilla G.
M. en C. Sergio Favela Escalante
Dr. Sergio Fuentes Maya
M. en I. Antonio García Arana
M. en I. Francisco Jauffred Mercado
M. en I. Alberto Moreno Bonett
M. en I. Gustavo Rocha Beltrán
Dr. Felipe Ochoa Rosso
M. en I. Leonard Rapoport Yawitz
M. en I. Fernando Schutz Estrada

Matemáticas

Dr. Gonzalo Alduncin González
M. en I. Gabriel Auvinet Guichard
Ing. Abel Camacho Galván
Ing. David Camacho Galván
M. en I. Ramón Cervantes Beltrán
M. en C. Verónica C. de Gerez
M. en C. Arturo Delgado Rodríguez
Dr. Sergio Fuentes Maya
Dr. Jorge Díaz Padilla
Dr. José Florio Mazzú
M. en I. Alberto Moreno Bonett
Dr. Enzo Levi Lattes
Dr. Alejandro López Toledo

Dr. Octavio A. Rascón Chávez
M. en I. Manuel Sánchez Valdenegro
M. en I. Rubén Téllez Sánchez
M. en I. Augusto Villarreal Aranda

Ingeniería Mecánica

M. en C. Manuel Aguirre Gándara
Dr. Jorge Angeles Alvarez
Dr. Gustavo Best Brown
Dr. Jaime Cervantes de Gortari
Dr. Enrique Chicurel Uziel
Dr. Ricardo Chicurel Uziel
Dr. Yván Houbaert Irmén
Dr. Gerardo Hiriart Le-Best
Dr. Enzo Levi Lattes
Dr. Mihir Sen

Mecánica Teórica y Aplicada

Dr. Gonzalo Alduncin González
Dr. Jorge Angeles Alvarez
Dr. Porfirio Ballesteros Barocio
Dr. David Binding
Dr. Jaime Cervantes de Gortari
Dr. Ricardo Chicurel Uziel
Dr. José L. Fernández Zayas
Dr. Luis Ferrer Argote
Dr. Enzo Levi Lattes
Dr. Baltasar Mena Iniesta
Dr. Mihir Sen

Mecánica de Suelos

Ing. Jesús Alberro Arámburu
Ing. José María Bolívar del Valle
Ing. Santiago Corro Caballero
M. en I. Abraham Díaz Rodríguez
Dr. Raúl Flores Berrones
Dr. Eulalio Juárez Badillo
Dr. Raúl J. Marsal Córdoba
M. en I. Alfonso Rico Rodríguez
M. en I. Carlos Silva Echarte
Ing. Guillermo Springall Caram
Dr. Leonardo Zeevaert Wiechers

Ingeniería Petrolera

Dr. José Luis Bashbush Bauza
Dr. Héber Cinco Ley
Ing. Alfredo Cortez Ponce de León
M. en I. Enrique Garduño Navarro
Ing. Bernardo Martell Andrade
M. en C. Carlos Morales Gil
Ing. Eduardo Peña Olmedo
Fis. Candelario Pérez Rosales
M. en C. Ulises Ricoy Saldaña
Dr. Jesús Rivera Rodríguez
Dr. Fernando Samaniego Verduzco
M. en I. Francisco Sánchez Arredondo
M. en I. Luzbel Napoleón Solórzano Zenteno
Ing. Horacio Zúñiga Puente

Planeación

Dr. José Luis Aburto Avila
M. en C. Antonio Alvarado Domínguez
M. en I. Francisco J. Alvarez Caso
Dr. José de Jesús Acosta Flores
Ing. José Antonio Esteva Maraboto
M. en C. Rodolfo Félix Flores
M. en I. Arturo Fuentes Zenón
M. en I. Francisco Jauffred Mercado
Dr. Alejandro López Toledo
Ing. Luis Maumejean Navarrete
M. en I. Antonio Olivera Salazar
M. en C. Agustín Paulín Pérez
M. en I. Javier Rivas Alvarez
M. en I. Víctor Manuel Rodríguez
M. en I. Fernando Schutz Estrada
M. en C. Fuhed Súcar Súcar
M. en C. José L. Soberanes Ramírez
M. en I. Rubén Téllez Sánchez
M. en I. Sergio Zúñiga Barrera

OBJETIVOS

La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería fue establecida formalmente en 1957 para ofrecer educación superior a la de licenciatura. En la actualidad cuenta con 118 profesores de asignatura, 51 profesores de carrera, 37 ayudantes de profesor y 1 técnico académico, y 561 alumnos. Mediante programas de doctorado, maestría y especialización cumple los siguientes objetivos:

- o preparación de candidatos para el trabajo profesional especializado;
- o formación de profesores para el ejercicio de la docencia en facultades y escuelas de ingeniería;
- o formación de investigadores capacitados para realizar trabajos originales a nivel científico.

RESUMEN ACADEMICO

Para cumplir sus objetivos, la División de Estudios de Posgrado ofrece:

- o cursos de Actualización
- o cursos de Especialización
- o cursos de Maestría y Doctorado

A. ACTUALIZACION

Los cursos de actualización tienen la finalidad de ofrecer a los profesionales la oportunidad de renovar sus conocimientos.

tos en las diferentes disciplinas y especialidades de la ingeniería. La División otorga Constancias de Actualización a quien haya cumplido con los requisitos académicos establecidos para el curso en cuestión. Las constancias de actualización no confieren grado académico.

B. ESPECIALIZACION

La especialización tiene el propósito de preparar especialistas en las distintas ramas de la ingeniería, proporcionándoles conocimientos amplios de una área determinada, y adiestrándolos en el ejercicio práctico de la misma.

La Universidad otorga Diplomas de Especialización en las siguientes ramas de la ingeniería:

- o Construcción
- o Métodos Artificiales de Producción Petrolera
- o Perforación de Pozos Petroleros
- o Recuperación Secundaria en Yacimientos Petrolíferos

Los planes de estudio para obtener el diploma de especialización se han elaborado de manera tal que los candidatos puedan obtener el número de créditos requeridos en dos semestres, dedicando a los estudios tiempo completo; o en un tiempo mayor, cursando semestralmente un programa reducido, dentro de los límites establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y las normas complementarias de la DEPFI.

C. MAESTRIA

La maestría tiene los siguientes propósitos:

- a. preparar personal académico especialmente capacitado para desempeñar actividades de docencia;
- b. formar personal académico en métodos de investigación;
- c. desarrollar en el profesional una alta capacidad innovativa técnica o metodológica.

La Universidad otorga el grado de Maestro en Ingeniería en las siguientes especialidades:

- Ambiental (Ingeniería sanitaria. Control de la calidad del agua. Control de la calidad del aire. Control de residuos sólidos. Manejo de sistemas ambientales)
- Control
- Eléctrica (Sistemas eléctricos de potencia. Diseño de equipo eléctrico. Ingeniería de proyectos)
- Electrónica (Diseño de sistemas digitales y microprocesadores. Diseño de sistemas analógicos)
- Energética (Planeación. Evaluación energética y uso eficiente de la energía. Energía nuclear. Desarrollo de nuevas fuentes de energía)
- Estructuras
- Hidráulica (Aprovechamientos hidráulicos. Hidrología. Geohidrología. Riego y drenaje. Fluviomarítima)

- Investigación de Operaciones
- Mecánica (Diseño mecánico. Termociencias. Ingeniería de manufactura)
- Mecánica de Suelos
- Mecánica Teórica y Aplicada (Fluidos. Sólidos. Sistemas dinámicos)
- Petrolera (Física de yacimientos. Producción. Perforación)
- Planeación

Los planes de estudio para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería se han elaborado de manera tal que los candidatos pueden obtener el número de créditos requerido en tres semestres, según la especialidad, estudiando tiempo completo. Sin embargo, es posible obtener el grado en mayor tiempo, llevando semestralmente un programa reducido. Estos programas se fijan de común acuerdo entre el Coordinador de la Sección correspondiente y el alumno; dentro de los límites establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y las normas complementarias de la DEPMI.

Para optar al grado de Maestro, es necesario reunir un cierto número de créditos académicos de asignaturas obligatorias y optativas, que varía de acuerdo con el área de estudio.

Las asignaturas obligatorias tienen como finalidad impartir al estudiante los conocimientos fundamentales de la especialidad, y tienen prioridad sobre las optativas para ser cursadas. Las optativas se seleccionan entre el grupo de asignaturas del área correspondiente o de otras áreas, según los

intereses particulares de cada candidato, con la autorización del Coordinador de la Sección quien actúa como asesor académico del estudiante. Es necesario, además, aprobar un examen de traducción de alguno de los siguientes idiomas: alemán, francés, inglés o ruso.

D. DOCTORADO

El Doctorado tiene como finalidad preparar formalmente para la investigación original. La Universidad otorga el grado de Doctor en Ingeniería en las siguientes áreas:

- Ambiental
- Estructuras
- Hidráulica
- Investigación de Operaciones
- Mecánica de Suelos
- Mecánica Teórica y Aplicada
- Petrolera

La duración normal para completar los créditos de doctorado es de 5 semestres de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UNAM.

Para obtener el grado de Doctor es necesario cursar asignaturas adicionales a las requeridas para el grado de Maestro por un valor de 48 créditos, aprobar un examen de traducción de un segundo idioma y elaborar una tesis sobre investigación original con un valor de 60 créditos. Del total de créditos requerido, un mínimo de 120 deberán corresponder al campo mayor de estudios, un mínimo de 24 al campo menor, y los créditos restantes podrán dividirse indistintamente entre el campo mayor, el campo menor y otros campos con la aprobación del Coordinador de la Sección respectiva.

Es requisito adicional aprobar un examen general de suficiencia, cuyo objeto es comprobar si el candidato ha integrado en forma coherente los conocimientos adquiridos en cada una de las asignaturas cursadas, y si ha desarrollado la habilidad necesaria para conducir por sí mismo trabajos de investigación.

E. BIBLIOTECA, COMPUTADORA, LABORATORIOS

Biblioteca

La Biblioteca de este centro de estudios está estrechamente relacionada con los planes de estudio de la División. Cuenta aproximadamente con 13 500 libros, 11 500 folletos y copias, y está suscrita a 550 de las revistas técnicas más importantes del mundo en todas las áreas. La biblioteca ofrece los siguientes servicios:

- Adquisición de material bibliográfico nacional y extranjero
- Investigación bibliográfica para profesores e investigadores
- Servicio de alerta para profesores e investigadores
- Préstamo de libros
- Servicio de fotocopias
- Préstamo interbibliotecario

Computadora

Los alumnos de la División cuentan con los servicios del Centro de Servicios de Cómputo (CSC) de la UNAM, en el que funciona una computadora Burroughs 6700, con su equipo periférico y de soporte. Además, en el Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería (CECAFI) opera una computadora IBM 1130, y se dispone de una terminal de acceso al equipo IBM 370/155 de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP).

Laboratorios

La División cuenta con laboratorios de Mecánica de Suelos, Planeación, Electrónica, Ingeniería Ambiental, Hidráulica y Computación; y está vinculada con el Instituto de Ingeniería que tiene amplias facilidades de investigación y laboratorios.

REQUISITOS ESCOLARES

Para ser admitido como alumno regular en la División de Estudios de Posgrado, todo solicitante deberá:

A. Cumplir una de las condiciones siguientes:

1. Poseer título profesional en Ingeniería, o en un campo afín, otorgado por la UNAM o por otra institución incorporada a la misma.
2. Haber completado el ciclo de estudios profesionales en Ingeniería o en un campo afín en la UNAM, aún cuando

no se posea la licenciatura correspondiente. En caso de egresados de la UNAM exclusivamente, se concederá un plazo máximo de un año, a partir de la primera inscripción al ciclo lectivo, para que el alumno obtenga la licenciatura correspondiente.

3. Tener una licenciatura o grado equivalente otorgado por institución extranjera o nacional no incorporada a la UNAM. En este caso se concederá un plazo máximo de un año a partir de la primera inscripción al ciclo para obtener el reconocimiento de suficiencia académica.

B. Presentar dentro del periodo fijado en el calendario escolar, la siguiente documentación:

Egresados de la UNAM*

Titulados:

- a) dos fotocopias tamaño carta del título profesional
- b) acta de nacimiento
- c) cinco fotografías tamaño infantil (3 x 2.5 cm)

Pasantes:

- a) original y copia del certificado de calificaciones del ciclo profesional
- b) acta de nacimiento
- c) cinco fotografías tamaño infantil (3 x 2.5 cm)

* La documentación se entregará en la Sección de Servicios Escolares de la DEPEFI.

Egresados de otras instituciones mexicanas y extranjeras:*

- a) título original y dos fotocopias tamaño carta
- b) Certificado de calificaciones del ciclo profesional, original y dos fotocopias tamaño carta
- c) acta de nacimiento
- d) cinco fotografías tamaño infantil (3 x 2.5 cm)

Para alumnos nacionales, los documentos deberán estar legalizados por la entidad federativa correspondiente; y para extranjeros, por el consulado mexicano respectivo.

CUOTAS

A. Cuotas regulares con crédito académico

1. Alumnos mexicanos

Inscripción semestral	\$ 50.00 M.N.
-----------------------	---------------

Reconocimiento académico de estudios de licenciatura (solamente para egresados de instituciones mexicanas distintas de la UNAM)	\$ 20.00 M.N.
---	---------------

* La documentación señalada, deberá entregarse en la Unidad de Registro e información de la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Estudios de Posgrado, Edif. de Posgrado, C.U.

Colegiatura semestral \$ 1 250.00 M.N.

ó \$ 50.00 M.N. por unidad de crédito académico inscrita en el semestre (si se registra en menos de 25 unidades).

2. Alumnos extranjeros

Primera inscripción (incluye reconocimiento académico de estudios de licenciatura). \$ 1 600.00 M.N.

Inscripciones semestrales subsecuentes. \$ 100.00 M.N.

Colegiatura semestral \$ 3 750.00 M.N.

ó \$ 150.00 M.N. por unidad de crédito académico inscrita en el semestre (si se registra en menos de 25 unidades).

NOTA: Respecto a la cuota para extranjeros, si el alumno tiene cinco años continuos o más de residir en el país, se le aplicará cuota de alumno mexicano.

El pago correspondiente a las materias inscritas deberá hacerse en el mismo día de la inscripción.

B. Cursos introductorios

Las cuotas por estos cursos son iguales para mexicanos y extranjeros.

0001 Redacción técnica \$ 400.00 M.N.

0998 Inglés \$ 500.00 M.N.

C. Exámenes de grado

Mexicanos o extranjeros

\$ 1 250.00 M.N.

D. Prácticas escolares

La asistencia a las prácticas escolares que se programen como parte de un curso es obligatoria, ya que forman parte integral de la asignatura correspondiente. Los gastos individuales que se originen con motivo de estas prácticas serán por cuenta de los estudiantes o, en su caso, de las instituciones patrocinadoras. Cuando sea posible, la División de Estudios de Posgrado proporcionará los vehículos para el transporte de profesores y alumnos. En caso contrario, el costo del transporte será cubierto por los alumnos.

E. Prácticas de laboratorio

El programa de estudios de la Sección de Ingeniería Ambiental requiere, en varias asignaturas, del uso de las instalaciones, equipo, materiales y reactivos de los laboratorios. La cuota para los alumnos, tanto mexicanos como extranjeros, registrados en las asignaturas que requieren del uso de los laboratorios, es de \$ 100.00 M.N. por crédito de laboratorio.

REGLAMENTOS

La División de Estudios de Posgrado depende académica y administrativamente de la Facultad de Ingeniería. Sus planes de estudio están sujetos a la aprobación del Consejo Técnico de la propia Facultad y, en lo general, a las decisiones del Consejo Universitario.

Se rige por la Ley Orgánica de la UNAM, el Reglamento General de Estudios de Posgrado, los reglamentos de exámenes, inscripciones, incorporación y revalidación de estudios, así como por las normas complementarias internas establecidas por la propia División y aprobadas por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería.

Sus relaciones con las Divisiones de Estudios de Posgrado de otras Facultades o Escuelas de la Universidad están coordinadas por la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Estudios de Posgrado, misma que otorga el reconocimiento académico de los estudios llevados a cabo en la DEPFI.

NORMAS PARA LOS ALUMNOS

LINEAMIENTOS GENERALES

La duración normal de los cursos de Especialización es de dos semestres, la de los cursos de Maestría es de tres semestres, y la de los cursos de Doctorado es de ocho semestres (incluyendo la duración de la Maestría), a partir de la primera inscripción regular en la DEPI.

El límite de tiempo para estar inscrito en los cursos de especialización, maestría o doctorado será de dos veces la duración señalada en el plan de estudios correspondiente; contándose este tiempo a partir de la primera inscripción como alumno regular.

El plazo máximo para la presentación del examen de grado será de un año contado a partir de la fecha en que el alumno complete los créditos correspondientes. A petición justificada del director de tesis, este plazo podrá ampliarse hasta por un año.

MAESTRIA

Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, el alumno podrá optar entre presentar una tesis y su réplica en el examen de grado u, obtener los créditos necesarios a través de cursos regulares, desarrollar al final una tesis sin valor en créditos y presentar el examen de grado correspondiente.

El número de créditos que se asigne a la tesis de Maestría podrá estar comprendido entre 6 y 12, de acuerdo con el grado de dificultad del tema a desarrollar. El número de créditos será fijado, a propuesta del director de la tesis, por el Coordinador

de la Sección respectiva al señalar oficialmente al candidato el tema de tesis.

El examen de grado será presentado ante un jurado fijado por el Jefe de la División, compuesto por tres sinodales propietarios y dos suplentes. El Presidente del jurado será el profesor de mayor categoría y antigüedad, y el Secretario el profesor de menor antigüedad de entre los sinodales propietarios. El jurado podrá aprobar, reprobar definitivamente o suspender por una sola vez al candidato. En este último caso, el candidato podrá volver a presentar examen de grado en un plazo no menor de 6 ni mayor de 18 meses de la fecha en que hubiese sido suspendido.

Para presentar el examen de grado, el candidato deberá tener promedio mínimo de 8 en las materias obligatorias del plan de estudios de su especialidad, y promedio general mínimo de 8.

El alumno que haya obtenido los créditos fijados en el plan de estudios correspondiente sin haber alcanzado el promedio requerido, podrá sustituir un máximo de dos calificaciones de asignaturas obligatorias u optativas. Las asignaturas obligatorias serán cursadas nuevamente: el alumno podrá optar por cursar materias en su caso, optativas, que serán elegidas por el alumno de acuerdo con el Coordinador de la Sección correspondiente o se presentará un examen general de conocimientos.

El candidato a la Maestría deberá aprobar un examen de traducción de una lengua extranjera de las que se señalan en el plan de estudios.

En estudios de Maestría el alumno podrá acumular un máximo de 18 créditos en cursos designados "Temas Especiales".

DOCTORADO

Podrán ingresar al doctorado las personas que hayan cubierto con promedio igual o mayor a 8.0 el total de los créditos correspondientes a cualquiera de las maestrías ofrecidas en la DEPMI, o las personas que posean el grado de maestro otorgado por la UNAM o por alguna otra institución nacional o extranjera y que satisfagan el requisito de promedio arriba mencionado y el requisito de suficiencia académica establecida por la UNAM.

En ambos casos se deberán aprobar los exámenes de admisión correspondientes.

Cada alumno de doctorado estará asignado a un Comité Doctoral nombrado por el Jefe de la División a propuesta de los sub-jefes de área, de acuerdo con los intereses de investigación del alumno. El Comité Doctoral estará formado por un presidente, tres vocales, un secretario y dos suplentes; un propietario y los dos suplentes deberán ser profesores del campo menor de estudios del interesado y los otros cuatro deberán serlo del campo mayor.

El Comité Doctoral analizará los antecedentes académicos del aspirante y realizará los exámenes que juzgue pertinentes, a fin de definir su área de trabajo y de investigación. El plan de estudios y el programa de actividades serán establecidos de común acuerdo por el alumno y el Comité Doctoral atendiendo a los resultados de los exámenes y al análisis antes citado. El Comité Doctoral supervisará las actividades del estudiante a fin de asegurar el cumplimiento de su programa de estudios.

El lapso normal para completar los créditos del doctorado es de 5 semestres.

Los planes de estudio para el grado de Doctor incluirán un máximo de 36 créditos cubiertos mediante cursos designados "Temas Especiales".

El candidato al Doctorado deberá aprobar un examen de traducción de una lengua extranjera, adicional a la requerida en la Maestría.

Serán requisitos para autorizar el tema de tesis doctoral tener grado de Maestro y haber aprobado un examen general de suficiencia, que tendrá por objeto determinar si el candidato ha integrado en forma adecuada los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas de su plan de estudios. Este examen podrá presentarse después de que el candidato haya cubierto un mínimo de 90 créditos y haya aprobado los dos exámenes de traducción. Será requisito para presentar examen doctoral, haber obtenido en los estudios correspondientes un promedio general de calificaciones mínimo de 8.0.

El examen general de suficiencia constará de dos partes. En la primera, el candidato se someterá a un examen particular con cada uno de los cinco sinodales propietarios que formen su jurado, quienes podrán examinarlo en la forma que consideren más conveniente, en un plazo no mayor de tres días hábiles por cada sinodal. Con base en estos exámenes, cada sinodal informará al Jefe de la División, por escrito, si considera que el candidato tiene o no una preparación adecuada. Si cuando menos cuatro de los miembros del jurado otorgan un informe aprobatorio, se llevará a cabo la segunda parte del examen. Esta será oral, ante los cinco miembros propietarios del jurado simultáneamente, y en ella el candidato expondrá el tema que desea desarrollar como tesis doctoral, la importancia que tiene dicho tema, la forma como piensa desarrollarlo en cuanto a métodos y forma de ataque del problema, y los resultados que espera obtener de la investigación. Al finalizar este examen, el jurado podrá aprobar, reprobar o suspender al candidato.

En este último caso, el candidato podrá volver a presentar el examen en un plazo no menor de 6 ni mayor de 18 meses contado a partir de la fecha en que hubiera sido suspendido. Para ser aprobado se requerirá que, cuando menos, cuatro de los miembros del jurado den su voto aprobatorio.

Los alumnos del doctorado podrán solicitar al Jefe de la División la aprobación del tema de tesis, una vez que hayan recabado la opinión favorable de su Comité.

El trabajo de tesis doctoral deberá haber sido aprobado cuando menos por cinco sinodales, mediante el voto escrito, el cual certifique la calidad y originalidad de la misma; una vez que la opinión del Comité Doctoral sea favorable a la tesis desarrollada, el candidato podrá solicitar que se le asigne fecha para el examen de grado.

PLANES DE ESTUDIO

Los estudios de Especialización, Maestría o Doctorado se pueden iniciar en cualquier ciclo lectivo.

Los planes de estudio constan de prerrequisitos, requisitos sin crédito académico y asignaturas con crédito académico. Los prerrequisitos se deben aprobar como condición previa para ser admitido como alumno de la División. Los requisitos con crédito académico se deben aprobar antes de cursar, con derecho a crédito, asignaturas seriadas con ellos, o antes de solicitar el examen de grado, en caso de no existir seriación posterior; sin embargo, se recomienda aprobarlos a más tardar antes de la segunda inscripción. La seriación de las asignaturas se indica en los planes de estudio.

A cada asignatura con crédito académico le corresponde un cierto número de créditos que está indicado en la clave por medio de los dos últimos dígitos. Se entiende por crédito la unidad de valor en la estimación de la actividad académica del estudiante. Por la naturaleza de los estudios de posgrado, una hora semanal de clases equivale a dos créditos, y una hora semanal de actividades de laboratorio a un crédito. Entre las asignaturas regulares con crédito académico se distinguen las obligatorias y las optativas. Las primeras deben ser cursadas necesariamente y a la brevedad posible, aunque en algunos casos especiales, según la formación previa del estudiante, el Jefe de la División, a propuesta del Coordinador de la Sección correspondiente, puede autorizar la sustitución de alguna asignatura obligatoria por otra optativa que le sea de mayor utilidad.

Dentro de las asignaturas consideradas como optativas existen las denominadas Trabajo de Investigación I y Trabajo de Investigación II con validez de 4 créditos cada uno. Estos trabajos serán dirigidos por profesores de la División. Los temas son abiertos y formulados conjuntamente, en cada caso, entre el

alumno y el profesor y son considerados como asignaturas regulares. Otro tipo de asignaturas optativas son los denominados "Temas Especiales" que son temas de interés específico no considerados dentro de los incluidos en las asignaturas regulares. El número máximo de créditos autorizados para cursar como "Temas Especiales", de acuerdo con las normas complementarias vigentes para esta División, es de 18 créditos.

Cada candidato formula su plan de estudios, escogiendo las asignaturas optativas de su interés con el asesoramiento del Coordinador de la Sección o del asesor que éste haya designado. Entre las asignaturas optativas se pueden considerar:

- a. las que se imparten con regularidad por la Sección que administra el plan de estudios correspondiente
- b. cualquiera otra asignatura de las que se imparten en esta división, con aprobación del Coordinador de la Sección.
- c. asignaturas que se ofrezcan en otras Divisiones de Estudios de Posgrado de la UNAM, o en otras instituciones de enseñanza superior nacionales o extranjeras, con aprobación del Jefe de la División.

Finalmente, para elegir las asignaturas a cursar en cada semestre, el candidato debe tomar en cuenta su propio plan de estudios, la seriación de las asignaturas, y la programación de actividades de la División.

Para mayores informes, los interesados pueden dirigirse a la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, Apartado Postal 70-256, México 20, D.F. Tels. 548-5877 ó 550-5115 ext. 4483.

Especialización en Construcción

Opciones: Construcción urbana. Construcción pesada.

Podrán inscribirse a esta especialización los ingenieros o arquitectos titulados de la UNAM, o quienes posean título equivalente otorgado por alguna institución nacional o extranjera.

- a) Número de créditos requerido para obtener la Especialización: 45
- b) Prerrequisitos:
Aprobar el examen general de admisión a la DEPMI
- c) Asignaturas obligatorias:
411705 Análisis económico de proyectos de ingeniería
411805 Equipo de construcción
- d) Asignaturas regulares del plan de estudios:
El alumno, conjuntamente con su asesor, elaborará su programa de estudio según la opción a que aspire en la especialización

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i>
400105	Administración de la construcción	2.5
400204	Administración por proyecto	2
411705	Análisis económico de proyectos de ingeniería	2.5
400504	Aspectos legales de la industria de la construcción	2
400804	Construcción de estructuras especiales y de cascarón	2
400906	Construcción de puentes	3

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i>
401005	Construcción de túneles	2.5
401104	Control estadístico de calidad y diseño de especificaciones	2
411805	Equipo de construcción	2.5
401806	Excavaciones y terracerías	3
402105	Geotecnia aplicada a la construcción	2.5
400306	Ingeniería de costos de construcción	3
402505	Instalaciones eléctricas, de elevadores y aire acondicionado	2.5
402405	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas	
402304	Instalaciones para hospitales	2
400704	La comunicación en los sistemas administrativos	2
402804	Mampostería y acabados	2
403605	Planeación y evaluación de proyectos de edificación	2.5
403505	Planeación y organización de empresas constructoras	2.5
403305	Procedimientos de construcción de estructuras de acero	2.5
403205	Procedimientos de construcción de estructuras de concreto	2.5
411306	Programación y control de obras	3
401305	Proyecto y construcción de obras marítimas	2.5
403005	Proyecto y construcción de pavimentos	2.5
401706	Tecnología del concreto	3
404005	Voladura de rocas	2.5
4039XY	Temas especiales de Construcción	

e) Temas especiales:

Se ofrecen semestralmente en función del interés de profesores y alumnos. Algunos de ellos son: Prácticas de equipo de construcción, Residentes de construcción.

f) Programas condensados:

400105 Administración de la construcción

Introducción a la administración. Elementos de contabilidad. Contabilidad y administración. Administración de los contratos de obra. Administración de suministros. Administración de personal. Administración de maquinaria. Sistemas de control de obra. Seguridad industrial. Ingeniería económica aplicada a obra. Sistemas de información gerencial.

400204 Administración por proyectos

Introducción. Sistemas de actividades. Sistemas de relaciones humanas. Prioridad y restricciones en las tareas. Modelos de organización. Organización para la administración por proyectos. El cuadro de organización con enfoque sistemático. Autoridad en los proyectos. Control de proyectos. Modelos para planeación y control de proyectos.

411705 Análisis económico de proyectos de ingeniería

Decisiones económicas en la ingeniería. Objeto del análisis económico de proyectos. Modelos económicos del sistema empresa. Evaluación de los costos. Determinación y representación del flujo de efectivo de un proyecto. Costo y valor del capital. Equivalencia de flujo efectivo para evaluación de alternativas. Evaluación de alternativas mediante la

tasa de rendimiento interno. Evaluación económica de proyectos de ampliación o expansión. Evaluación económica de proyectos de reemplazo de equipo. Preparación e impuestos en la empresa. Análisis económico de inversiones públicas.

400504 Aspectos legales de la industria de la construcción

Introducción. Leyes reglamentarias de la actividad constructora. Responsabilidad del ingeniero y del constructor. Legislación fundamental y reglamentaria del trabajo. Seguridad social. Contratación de obras. Legislación financiera. Legislación fiscal. Consorcios de empresas constructoras.

400704 La comunicación en los sistemas administrativos

Introducción. Elementos de la comunicación. Técnicas de la comunicación oral. Técnicas de la comunicación escrita. Las reuniones deliberantes. La comunicación masiva.

400804 Construcción de estructuras especiales y de cascarón

Cubiertas de concreto reforzado de formas diversas. Iglesias. Cascarones en cimentaciones de edificios. Placas plegadas.

400906 Construcción de puentes

Conceptos generales. Tipos de puentes. Nociones sobre el diseño de un puente. Construcción de cimentaciones de los puentes. Construcción de subestructuras y superestructuras. Puentes prefabricados. Puentes postensados en obra. Puentes especiales. Puentes de madera. Puentes de acero. Organiza-

ción de los trabajos en obra. Estimación y control de costos. Reparación, mantenimiento y restitución de puentes.

401005 Construcción de túneles

Introducción. Estudios preliminares. Geología de túneles. Seguridad. Excavación. Soporte temporal. Cálculo estático de excavaciones. Revestimiento. Mediciones de campo.

401104 Control estadístico de calidad y diseño de especificaciones

Objetivos del control de calidad. Estadística y probabilidades. Control estadístico de calidad. Muestras. Diseño de especificaciones y tolerancias. Confiabilidad de componentes y sistemas.

411805 Equipo de construcción

Principales factores en la selección de equipo. Compras de equipo. Clasificación de equipo. Partes o conjuntos componentes del equipo y su codificación. Operación, control y mantenimiento del equipo. Manejo de almacenes. Control de almacenamiento. Costos. Reemplazo de equipo.

401806 Excavaciones y terracerías

Introducción. Planeación. Generalidades sobre equipo de construcción para excavaciones y terracerías. Cálculo de rendimientos de equipo. Explotación de rocas. Técnicas de producción de agregados. Cuidados del equipo de terracerías. Reemplazo de equipo. Métodos de selección de equipo. Control. Tiempos y movimientos.

402105 Geotecnia aplicada a la construcción

Origen y formación de suelos, características de los depósitos. Propiedades ingenieriles de los suelos y rocas. Abatimiento del nivel freático. Mejoramiento de suelos. Estructuras de retención. Métodos constructivos en obras geotécnicas: estructuras térreas, cimentaciones superficiales, cimentaciones profundas.

400306 Ingeniería de costos de construcción

Planeación. Organización y dirección de una empresa constructora. Costos indirectos. Costos directos. Presupuestos. Concursos. Control de empresas constructoras.

402505 Instalaciones eléctricas, de elevadores y aire acondicionado

Calefacción. Acondicionamiento de aire. Instalaciones eléctricas. Transporte vertical de carga, servicio y pasaje. Escaleras mecánicas.

402405 Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas

Instalaciones contra-incendio. Instalaciones de gas L.P. y de gas natural. Bombas en general. Bombas centrífugas. Abastecimiento de agua. Instalaciones hidráulicas. Instalaciones sanitarias.

402304 Instalaciones para hospitales

Participación en la problemática médica del proyecto de instalaciones para hospitales. Interrelación del proyecto arquitectónico y las instalacio-

nes. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y especiales. Instalaciones eléctricas, sonido, pararrayos e intercomunicación. Control ambiental.

400704 Mampostería y acabados

Mampostería, albañilería. Herrería. Carpintería. Plafones. Yesería. Pintura. Obras diversas.

403605 Planeación y evaluación de proyectos de edificación

Planeación estratégica de la obra. Influencia del medio urbano sobre el edificio. Influencia del edificio sobre el medio urbano. Optimización de espacios. Valuación de inmuebles. Estimación de costos para planeación. Análisis económico de la inversión. Diseño económico del edificio. Administración del proyecto.

403505 Planeación y organización de empresas constructoras

La industria de la construcción. Planeación estratégica de la empresa constructora. Principios generales de organización. Tipos de empresas constructoras. Tipos de sociedades. Aspectos legales. Planeación financiera.

403305 Procedimientos de construcción de estructuras de acero

Introducción. Nociones de metalurgia. Propiedades de los aceros estructurales. Principales medios de unión. Soldadura. Planos y especificaciones. Fabricación, transporte y montaje. Supervisión y control de calidad. Aspectos económicos y contractuales.

403205 Procedimientos de construcción de estructuras de concreto

Procedimientos constructivos ordinarios. Procedimientos constructivos especiales. Cimbras. Sistemas de prefabricación. Mantenimiento y reparación de estructuras de concreto.

411306 Programación y control de obras

Introducción. El proceso ingenieril. Planeación de la construcción. Presupuesto de la obra. Uso práctico de computadoras en la programación y control de obra. El proceso administrativo, su organización y controles. El arranque de la obra, su organización técnica y sus controles. Las técnicas de análisis de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la ejecución de la obra.

401305 Proyectos y construcción de obras marítimas

Introducción. Estudios previos. Obras exteriores. Desarrollo de escolleras. Obras portuarias. Dragado e instalaciones marítimas. Estructuras marítimas. Instalaciones petroleras fuera de la costa.

403005 Proyecto y construcción de pavimentos

Generalidades de mecánica de suelos. Materiales para pavimentos. Estabilización de suelos. Importancia de las terracerías. Diseño de pavimentos en carreteras. Evaluación del comportamiento de pavimentos en carreteras y criterios para su rehabilitación. Diseño y evaluación de pavimentos en aeropuertos. Planeación de los trabajos de construcción. Producción de agregados. Bases y sub-

bases. Compactación. Carpetas de riego. Carpetas de mezcla. Construcción de pavimentos rígidos. Control de producción. Control de calidad.

401706 Tecnología del concreto

Materiales. Proportionamientos. Propiedades. Calidad. Aditivos. Concretos especiales. Piezas precoladas.

4039XY Temas especiales de Construcción

404005 Voladura de rocas

Introducción. Explosivos, artificios y sistemas de iniciación. Equipos de barrenación, carga, acarreo, trituración y transporte en la economía global de las voladuras. Diseño y control de voladuras de rocas.

Especialización en Métodos Artificiales de Producción Petrolera

Podrán inscribirse aquellas personas que posean el título de Ingeniero Petrolero.

a) Número de créditos requeridos para obtener la Especialización: 42

b) Requisitos sin crédito académico:

0041 Matemáticas (Tema 3)

0097 Fundamentos de métodos numéricos

6189 Trabajo de investigación I

c) Asignaturas obligatorias*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Antecedentes</i>
416106	Flujo multifásico	404606
416006	Manejo de gas para bombeo neumático	0041, 0097
416206	Sistemas artificiales de producción I	404606
416306	Sistemas artificiales de producción II	416206

d) Asignaturas optativas*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Antecedentes</i>
404506	Elementos de la economía de la ingeniería	0041
404606	Mecánica de fluidos	0041, 0097
404706	Termodinámica de los hidrocarburos	0041

* Cursos intensivos normalmente impartidos en el campo

Se pueden cursar otras asignaturas de la Maestría en Ingeniería Petrolera, previa aprobación del Coordinador de la Sección de Ingeniería Petrolera y del Jefe de la División.

c) Programas condensados:

404506 Elementos de economía de la ingeniería

Conceptos fundamentales. Desarrollo y análisis de fórmulas para el cálculo de la tasa de recuperación. Criterios de evaluación de proyectos. Análisis de incertidumbre. Costos. Optimización. Proyectos de ingeniería petrolera.

416106 Flujo multifásico

Propiedades de fluidos. Flujo multifásico en tuberías. Tuberías horizontales, verticales e inclinadas. Correlaciones. Aspectos prácticos.

416006 Manejo de gas para bombeo neumático

Acondicionamiento de gas natural. Medición del flujo y compresión del gas. Corrosión e incrustaciones. Diseño de redes de distribución. Flujo de gas en régimen transitorio.

404606 Mecánica de fluidos

Conceptos fundamentales. Estática de los fluidos. Análisis dimensional y semejanza. Ecuaciones básicas del movimiento de fluidos. Flujo en tuberías. Análisis de algunos tipos de flujo. Aplicaciones.

416206 Sistemas artificiales de producción I

Comportamiento de flujo en el yacimiento. Pozos fluyentes. Principio del levantamiento con gas. Operación de las válvulas de bombeo neumático. Bombeo neumático continuo e intermitente. Instalaciones superficiales. Problemas prácticos.

416306 Sistemas artificiales de producción II

Bombeo mecánico, equipo superficial y subsuperficial, diseño de aparejos de bombeo y diagnóstico de problemas. Bombeo eléctrico, equipo superficial y subsuperficial, diseño de instalaciones, instalación, mantenimiento y operación del equipo, detección de fallas. Bombeo hidráulico.

404706 Termodinámica de los hidrocarburos

Conceptos básicos de la termodinámica. Comportamiento de gases. Comportamiento de fase (cualitativo y cuantitativo). Sistemas de gas-condensado. Sistemas de gas disuelto en aceite. Propiedades PVT de los hidrocarburos. Aplicaciones a la ingeniería de producción.

Especialización en Perforación de Pozos Petroleros

Podrán inscribirse aquellas personas que posean el título de ingeniero Petrolero.

- a) Número de créditos requeridos para obtener la Especialización: 42
- b) Requisitos sin crédito académico:
 - 0041 Matemáticas (Tema 3)
 - 0097 Fundamentos de métodos numéricos aplicados
 - 6189 Trabajo de investigación I
- c) Asignaturas obligatorias*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Antecedentes</i>
415506	Fluidos de perforación	0041, 0097
415806	Modelos matemáticos de perforación	0097
415606	Perforación avanzada I	0041, 0097
415706	Perforación avanzada II	

- d) Asignaturas optativas*

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Antecedentes</i>
404506	Elementos de economía de la ingeniería	0041, 0097
PE6106	Mecánica de rocas**	415606
415906	Registro de pozos	0041, 0097

* Cursos intensivos normalmente impartidos en el campo

** Pendiente de asignación de clave

Podrán cursarse otras asignaturas de la Maestría en Ingeniería Petrolera, previa aprobación del Coordinador de la Sección de Ingeniería Petrolera y del Jefe de la División.

e) Programas condensados:

404506 Elementos de economía de la ingeniería

Conceptos fundamentales. Desarrollo y análisis de fórmulas para el cálculo de la tasa de recuperación. Criterios de evaluación de proyectos. Análisis de incertidumbre. Costos. Optimización. Proyectos de ingeniería petrolera.

415506 Fluidos de perforación de pozos petroleros

Clasificación de fluidos. Lodos de perforación. Lodos con base agua. Análisis y control de las pérdidas de circulación. Análisis químico del agua de filtrado de lodos. Tipos especiales de lodos. Fluidos de control a base polímeros. Características de espumas y de lodos aireados. Diseño de fluidos de control. Problemas prácticos.

PE6106 Mecánica de rocas

Análisis de estados de esfuerzos-deformación. Fricción. Resistencia y elasticidad de la roca. Pruebas de laboratorio. Efectos de tamaño y gradiente de esfuerzo. Presión de un fluido y su flujo en rocas. Fenómeno de rompimiento y mecanismo de fractura. El estado de esfuerzos en el subsuelo. Mediciones subsuperficiales. Aplicaciones.

415806 Modelos matemáticos de perforación

Conceptos básicos. Fundamentos del flujo de fluidos newtonianos. Descripción de los modelos de perforación. Datos del campo, obtención, filtración y limitaciones. Problemas prácticos.

415806 Perforación avanzada I

Sistemas modernos de perforación. Mecánica de la perforación. Hidráulica de la perforación. Optimización. Aspectos prácticos.

415706 Perforación avanzada II

Presiones anormales y su control. Técnicas de terminación de pozos. Perforación con fluidos no convencionales. Perforación direccional. Pozos térmicos. Perforación marina. Análisis económico.

415906 Registros de pozos

Conceptos básicos de interpretación. Potencial espontáneo. Registros convencionales de resistividad. Registros de inducción. Registros de corriente enfocada. Microrregistros. Registros de rayos gamma. Registros de densidad, neutrones y acústicos. Detección de zonas con presiones anormales.

Especialización en Recuperación Secundaria en Yacimientos Petrolíferos

Podrán inscribirse aquellas personas que posean el título de ingeniero petrolero.

- a) Número de créditos requerido para obtener la Especialización: 42
- b) Requisitos sin crédito académico:
0041 Matemáticas (Tema 3)
0097 Fundamentos de métodos numéricos
- c) Asignaturas obligatorias*
413707 Comportamiento de yacimientos petroleros
413907 Ingeniería de yacimientos de gas
413807 Procesos inmiscibles de recuperación del petróleo
- d) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Antecedentes</i>
404407	Análisis de proyectos de ingeniería	0041
413707	Comportamiento de yacimientos petroleros	0041, 0097
413907	Ingeniería de yacimientos de gas	413707, 413807
404207	Procesos de recuperación mejorada	413707, 413807
413807	Procesos inmiscibles de recuperación del petróleo	0041, 0097
404307	Simulación numérica de yacimientos	

* Cursos intensivos normalmente impartidos en el campo

Se pueden cursar otras asignaturas regulares, ofrecidas por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en la Sección de Ingeniería Petrolera, previa autorización del Jefe de la Sección. Para optar al grado de Maestro en Ingeniería Petrolera, con autorización del Jefe de la DEPFI, varias asignaturas de esta Especialización pueden ser reconocidas como equivalentes de algunas asignaturas del plan de estudios de la Maestría.

e) Programas condensados:

404407 Análisis de proyectos de ingeniería petrolera

Costos asociados a una decisión económica. Comportamiento financiero de un proyecto de inversión. Tasa de recuperación. Criterios de evaluación de proyectos: ganancias, periodos de cancelación y restitución, aceleración de proyectos y ganancias adicionales. Riesgos e incertidumbre. Costos y depreciación. Análisis probabilístico de la programación de inversiones. Optimización económica con restricciones de orden técnico. Proyectos de corta y larga duración. Proyectos de ingeniería petrolera.

413707 Comportamiento de yacimientos petroleros

Propiedades de los medios porosos y fluidos contenidos. Clasificación y mecanismos de producción de los yacimientos. Fundamentos del flujo de fluidos a través de medios porosos. Predicción del comportamiento de yacimientos. Daño y estimulación a la formación. Análisis del comportamiento de la depresión en los pozos. Optimización de la explotación.

413907 Ingeniería de yacimientos de gas

Ecuación del balance de materia en yacimientos de gas y condensado. Flujo de gas en medios porosos. Simulación numérica. Análisis de presiones en pozos. Pruebas del potencial en pozos. Flujo de gas en tuberías. Optimización de la explotación. Discusión de casos reales.

404207 Procesos de recuperación mejorada

Descripción y análisis de los diferentes procesos de recuperación mejorada. Aditivos al agua de inyección. Procesos térmicos. Procesos inmiscibles. Desplazamiento con CO_2 . Procesos miscibles. Simulación de los procesos de recuperación mejorada.

413807 Procesos inmiscibles de recuperación del petróleo

Conceptos fundamentales: permeabilidad; tensión superficial interfacial, presión capilar, mojabilidad, movilidad. Tratamientos del agua de inyección. Desplazamiento frontal y eficiencias de barrido. Inyectividad. Desplazamiento inmiscible mediante inyección de gas. Técnicas de predicción. Discusión de casos reales.

404307 Simulación numérica de yacimientos

Series de Taylor. Ecuaciones fundamentales del flujo de fluidos en medios porosos, soluciones por diferencias finitas. Estabilidad, convergencia y error de una solución.

Maestría en Ingeniería Ambiental

Doctorado en Ingeniería Ambiental

**Opciones: Ingeniería sanitaria. Control de calidad del agua.
Control de calidad del aire. Control de residuos
sólidos. Manejo de sistemas ambientales.**

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 73
- b) Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 181
- c) Prerrequisitos:
0043 Probabilidad y estadística
- d) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0041 Matemáticas (Tema 2)
0063 Química orgánica y biológica.
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e) Asignaturas obligatorias para la Maestría:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teór.</i>	<i>Lab.</i>	
619908	Microbiología sanitaria	2	4	0063
622206	Modelos de ingeniería ambiental	3	—	
617006	Probabilidad y estadística I	3	—	
619809	Química sanitaria	3	3	

f) Asignaturas obligatorias para el Doctorado:

618106 Diseño de experimentos
 608106 Método científico
 618006 Métodos numéricos para computadoras
 618904 Trabajo de investigación I

g) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teór.</i>	<i>Lab.</i>	
600006	Agua y desperdicios en la industria	3	—	619809
620006	Aplicación de mecánica de fluidos en ingeniería sanitaria	3	—	0041
622506	Control de partículas y emisiones gaseosas	3	—	617006
622606	Control de la combustión e incineración	3	—	0041, 0063
622806	Control del ruido	3	—	0041
623306	Control de la contaminación del suelo	3	—	0041
623206	Disposición de residuos sólidos	3	—	619908
604606	Fisicoquímica aplicada	2	2	619809
622906	Ingeniería de higiene industrial	3	—	619809
606908	Limnología y saneamiento de corrientes	2	2	619908
623006	Meteorología y modelos de difusión	3	—	0041
622706	Muestreo y análisis del aire	3	2	617006, 619809

608806	Operaciones unitarias en ingeniería sanitaria	3	—	0041
621508	Plantas de tratamiento para agua potable	3	2	619809
621608	Plantas de tratamiento para aguas negras	3	2	619908
622306	Procesos biológicos de tratamiento	3	—	619908
623106	Recolección y almacenamiento de residuos sólidos	3	—	0041
620106	Sistemas de abastecimiento de agua	3	—	617006
620206	Sistemas de alcantarillado	3	—	617006
623408	Sistemas de ingeniería ambiental	3	2	622206
622406	Socioeconomía ambiental	3	—	0041
6235XY	Temas especiales de Ingeniería Ambiental			
618904	Trabajo de investigación I			
619004	Trabajo de investigación II			

h) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
614706	Dinámica de procesos industriales	Control
604106	Econometría	Planeación
614906	Evaluación de proyectos	Planeación
615509	Hidráulica general	Hidráulica
605006	Hidrología de superficie	Hidráulica
618406	Hidrología subterránea	Hidráulica
605706	Ingeniería de sistemas	Control
607804	Metodología de investigación de operaciones	Investigación de Operaciones

623906	Metodología de la investigación y de la enseñanza	Matemáticas
608606	Modelos de sistemas urbanos	Planeación
609506	Presas de almacenamiento y derivación	Hidráulica
613306	Teoría de decisiones	Investigación de Operaciones
617506	Teoría y técnicas de optimización I	

i) Programas condensados:

600006 Agua y desperdicios en la industria

Problemas típicos de tratamiento de agua para industrias con énfasis en la calidad necesaria para distintos procesos industriales. Caracterización de las aguas residuales. Tratamiento de desperdicios industriales. Neutralización de aguas servidas.

620006 Aplicaciones de mecánica de fluidos en ingeniería sanitaria

Unidades y dimensiones. Propiedades de fluidos. Sistemas de unidades. Análisis dimensional. Similitud dinámica. Teoría de modelos. Estática de fluidos. Conservación de masa, momento y energía. Ecuaciones de continuidad y Bernoulli. Medida de flujo. Flujo en tuberías. Flujo en canales. Flujo en medios porosos. Temas especiales. Problemas y ejercicios.

622506 Control de partículas y emisiones gaseosas

Leyes de comportamiento de las mezclas de gases y partículas. Principios que rigen la separación de

gases y partículas. Métodos específicos de remoción de gases y partículas con vista a la determinación de costos y selección de equipo.

622606 Control de combustión e incineración

Principios de termodinámica y química de aplicación a los procesos de combustión. Propiedades, manejo y selección de combustibles en relación con las características del equipo de combustión. Aplicaciones de métodos de control tendientes al logro de la combustión completa, para evitar, en lo posible, la formación de contaminantes.

622806 Control del ruido

Principios básicos de acústica. Efectos en la salud. Normas. Fuentes de ruido. Medición y análisis. Calibración de equipo. Técnicas de reducción de ruido. Análisis de vibraciones. Control de vibraciones.

623306 Control de la contaminación del suelo

Condiciones físicas del suelo. Sistemas agua-arcilla. Ciclo hidrológico. Fase subsuperficial. Factores y efectos en la estructura del suelo. Transferencia de calor y masa en el suelo. Evapotranspiración. Erosión y lixiviación. Modelos calidad del agua para riego. Contaminantes. Riego y drenaje. Riego con aguas residuales. Ecología del suelo y contaminación ambiental.

623206 Disposición de residuos sólidos

Reuso de subproductos de la basura. Teoría de la descomposición bioquímica de los desechos. Métodos biológicos, físicos y químicos de disposición incluyendo relleno sanitario aerobio, incineración, composteo y pirólisis.

604606 Fisicoquímica aplicada

Generalidades. Gases y sus leyes. Propiedades físicas del agua. Principios de termodinámica. Combustibles y combustión. Generalidades sobre el estado sólido. Electroquímica. Elementos de intercambio iónico. Desechos radiactivos.

622906 Ingeniería de higiene industrial

Conocimientos básicos para identificar, tipificar y evaluar los factores de riesgo y agentes causales presentes en los recintos de trabajo. Enfermedades profesionales. Técnicas de control de riesgos en el trabajo. Repercusión socioeconómica de los accidentes.

606908 Limnología y saneamiento de corrientes

Aplicaciones de probabilidad y estadística. Hidrología. Contaminación en ríos. Transferencia de oxígeno. Fuentes y consumo de oxígeno. Modelos matemáticos: capacidad de asimilación por ríos y estuarios, cargas permisibles. Control de la contaminación. Aspectos legales. Normas. Técnicas para el diseño y operación de sistemas hidráulicos. Manejo regional de la calidad del agua.

623006 Meteorología y modelos de difusión

Concentración de contaminantes en el aire. Fundamentos de micrometeorología. Conceptos básicos de difusión atmosférica. Modelos de difusión. Estrategias meteorológicas para prevenir la contaminación del aire.

619908 Microbiología sanitaria

Microbiología sanitaria. Anatomía bacteriana. Nutrición. Acción de los agentes físicos y químicos sobre los microorganismos. Características generales de *actinomycetales*, hongos, levaduras, *rickettsias*, virus y algas. Microbiología de alimentos, aire, agua y aguas negras. Compostas.

622206 Modelos de ingeniería ambiental

Modelos y sistemas. Modelos diferenciales. Modelos de flujo completamente mezclados: entrada de impulso, constante, continua, escalonada y periódica. Modelos de flujo continuo. Concentración de plaguicidas en biota. Sistema de oxígeno disuelto. Contaminación térmica. Dispersión de la contaminación atmosférica. Propagación del ruido.

622708 Muestreo y análisis del aire

Causas de la contaminación atmosférica. Fuentes de contaminación. Contaminantes principales y transformaciones que sufren en la atmósfera. Métodos de caracterización de partículas. Aplicación de métodos de muestreo y análisis de contaminantes en la atmósfera y en fuentes. Métodos y equipo automático de medición.

608806 Operaciones unitarias en ingeniería sanitaria

Transferencia de calor. Transferencia de masa. Absorción y desorción. Adsorción e intercambio de iones. Mezclados de fluidos. Sedimentación. Flotación. Filtración. Evaporación. Métodos de desalinización. Problemas y ejercicios.

621508 Plantas de tratamiento para agua potable

Normas de calidad. Procesos. Tipos generales de plantas. Aereadores. Coagulación. Dosificación de productos químicos. Mezcladores. Floculadores. Sedimentadores. Unidades tubulares de alto gasto. Filtros lentos de arena. Filtros rápidos de arena. Filtros con lechos mezclados. Control de filtración. Ablandamiento de las aguas. Precipitación química. Intercambio iónico. Remoción de hierro y manganeso. Remoción de olores y sabores. Fluoruración y desfluoruración. Control de incrustaciones y corrosión. Operación de plantas. Proyectos. Laboratorio.

621608 Plantas de tratamiento para aguas negras

Objetivos del tratamiento. Parámetros y unidades. Pruebas de laboratorio. Métodos físico-mecánicos de tratamiento. Procesos biológicos aerobios. Procesos biológicos anaerobios. Parámetros de diseño. Proyectos.

622306 Procesos biológicos de tratamiento

Teoría del tratamiento biológico de aguas residuales y lodos. Oxidación biológica. Crecimiento bacteriano. Remoción de contaminantes orgánicos por

lodos activados. Filtros biológicos. Lagunas aereadas y lagunas de estabilización.

619809 Química sanitaria

Conceptos fundamentales y nomenclatura. Gases y mezclas gaseosas. Leyes y propiedades de las disoluciones. Ionización. Potenciales y control del equilibrio químico. Alcalinidad y acidez. Dureza y ablandamiento. Reducción, oxidación y precipitación. Hierro y manganeso. Cloruros y fluoruros. Sulfuros y sulfatos. Fósforo y fosfato. Nitrógeno y sus compuestos. Cloro y sus compuestos. Oxígeno disuelto.

623106 Recolección y almacenamiento de residuos sólidos

Almacenamiento, barrido y recolección de desechos sólidos. Modelos matemáticos para la optimización del transporte de desechos sólidos.

620106 Sistemas de abastecimiento de agua

Estudios preliminares. Fuentes de abastecimiento. Obras de captación. Hidrología superficial. Hidrología subterránea. Localización, construcción y mantenimiento de pozos. Estaciones de bombeo. Conducción del agua. Estudios económicos. Regularización y almacenamiento. Distribución de agua. Financiamiento. Operación y administración de sistemas de agua. Proyectos.

620206 Sistemas de alcantarillado

Estudios preliminares. Determinación de caudales de aguas negras y de aguas pluviales. Diseño de

redes de alcantarillado y estructuras conexas. Procedimientos de construcción. Mantenimiento. Costo de las obras. Financiamiento y tarifas para el pago del servicio de alcantarillado. Proyectos.

623408

Sistemas de ingeniería ambiental

Optimización de niveles de tratamiento. Predicción y generalización de datos. Sistema ecológico acuático. Sistemas tarifarios. Simulación de estuarios. Sistemas de desarrollo de cuencas. Manejo de la calidad del agua. Manejo de aguas residuales. Sistema de reuso de agua.

623406

Socioeconomía ambiental

Economía y ambiente. Enfoque histórico y perspectiva futura. Indicadores de calidad del ambiente. Bienestar social. Indicadores socioeconómicos. Legislación sanitaria y ambiental. Recursos naturales. Capital y capitalización. Funciones de costo y demanda. Evaluación económica de proyectos. Análisis costo-efectividad. Proyecciones socioeconómicas y tecnológicas. Producción, consumo y residuos. Costos y beneficios. Metas. Modelo socioeconómico-ambiental. RFF. Impactos ambientales. Métodos de evaluación. Financiamiento. Estudio de casos.

6235XY

Temas especiales de Ingeniería Ambiental

Seminario de Ingeniería Ambiental. Se estudian temas de ingeniería ambiental no cubiertos en las materias regulares, de acuerdo con los intereses de los estudiantes. Se aprovecha la experiencia de profesores visitantes.

623506 Bioquímica aplicada

Procesos bioquímicos básicos generadores de energía y de material celular. Tipos generales de regulación metabólica. Cinética de crecimiento microbiano. Cultivo continuo y diversas limitaciones. Tratamiento de desechos sólidos.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería (Control)

- a) Número de créditos requeridos para obtener la Maestría:
72
- b) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0041 Matemáticas (Tema 1)
0081 Ingeniería de control.
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- c) Asignaturas obligatorias:
614806 Dinámica de sistemas lineales*
616709 Matemáticas aplicadas I
- d) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teór.</i>	<i>Antecedentes</i>
601706	Control de procesos	3	0081, 614806
614706	Dinámica de procesos industriales	3	616709
614806	Dinámica de sistemas lineales*	3	616709
604006	Estimación y filtrado	3	614806
605706	Ingeniería de sistemas	3	
605506	Instrumentación neumática de fluidos	3	
609006	Optimización de sistemas dinámicos I	3	614806

* Puede cursarse simultáneamente con Matemáticas aplicadas I, requiriéndose para ello la aprobación del Coordinador

609106	Optimización de sistemas dinámicos II	3	609006
611506	Sensores y actuadores	3	0081
618706	Simulación y computación analógica	3	
611706	Sistemas dinámicos no lineales	3	614806
6138XY	Temas especiales de Control		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

e) Programas condensados:

601706 Control de procesos

Modelos matemáticos de procesos. Sistemas y subsistemas. Variables continuas y discretas. Subsistemas y ecuaciones con parámetros distribuidos. Algunos procesos industriales. Control programado y de retroalimentación. Su optimización. Control de flujos, presiones y transferencias de calor. Simulación de procesos por computadora digital; simulación en tiempo real. Uso de minicomputadoras.

614706 Dinámica de procesos industriales

Modelos de sistemas, subsistemas industriales; problemas de conducción, convección e intercambio de calor. Fluidos. Destilación. Secado. Cinética química y procesos industriales. Reactores químicos. Aplicaciones de reguladores y servomecanismos.

614806

Dinámica de sistemas lineales

Conceptos y teorías de los sistemas; modelos matemáticos varios. Sistemas dinámicos generales; plano de fases y espacio de estados. Formulación de Lagrange y canónicas. Sistemas lineales. Realizaciones; matrices de transferencia. Descomposición canónica. Estabilidad de sistemas; teorías de Poincaré-Liapunov; métodos de Liapunov y teoría algebraica de Routh-Hurwitz de los sistemas lineales. Estados oscilatorio y transitorio. Sistemas con controles abiertos y de retroalimentación. Control y estabilidad. Regulación. Retroalimentación múltiple. Respuesta en frecuencia y estabilidad. Análisis de Fourier. Síntesis. Sistemas continuos y discretos; "transformada-z"; discretización y problemas de cálculo.

604006

Estimación y filtrado

Señales determinísticas y sistemas. Procesos aleatorios. Características de una señal: parámetros y formas de detección; estimación. Identificación de sistemas. Filtros óptimos, de Kalman y adaptativos. Aplicaciones a problemas de control con variables aleatorias.

605706

Ingeniería de sistemas

Sistemas e ingeniería de sistemas. Subsistemas y componentes; modelos matemáticos. Sistemas varios: mecánicos, eléctricos, electromecánicos, etc. Sistemas de cálculo. Conversión y transporte; energía. Sistemas de comunicación. Sistemas industriales y automatización de procesos. Ingeniería de control. Criterios de evaluación y rendimiento;

modelos técnico-económicos. Simulación de sistemas, analógica y digital. Control digital. Análisis de grandes sistemas.

605506 Instrumentación neumática y de fluidos

Características de los instrumentos de medición y control. Componentes físicos, su dinámica. Reguladores y servomecanismos mecánicos, electromecánicos y fluídicos. Válvulas y servosistemas fluídicos: control de flujos y de potencia. Sensores fluídicos. Amplificadores y actuadores. Criterios de estabilidad. Diseño de servosistemas.

609006 Optimización de sistemas dinámicos I

Control y estabilización. Error mínimo. Algunos métodos directos. Cálculo de variaciones y teoría general del control óptimo. Teoría de Pontryagin. Estabilidad. Controles discontinuos. Varios criterios de optimalidad y aplicaciones. Reguladores óptimos. Plantas lineales. Ecuación matricial de Riccati. Saturación y "chattering". Determinación de curvas y superficies de cambio. Sistemas con modelos discretizados. Programación dinámica. Ecuación de Bellman y Hamilton-Jacobi. Técnicas de cálculo y síntesis en control automático óptimo. Sistemas con retardo.

609106 Optimización de sistemas dinámicos II

Sistemas con señales aleatorias y su optimización. Conceptos de control adaptativo. Filtrado óptimo; teorías de Wiener y de Kalman-Bucy. Sistemas estructuralmente aleatorios. Estimación e identificación. Métodos de análisis funcional. Técnicas

de cálculo y síntesis. Sistemas discretos y su optimización. Suboptimalidad. Sistemas con muchas variables; descomposición y optimización. Simulación de sistemas de control. Aplicaciones varias.

611506 Sensores y actuadores

Diferentes tipos de sensores y actuadores. Sistemas y subsistemas electrónicos, mecánicos y neumáticos. Influencia de la dinámica de las componentes. Medidores de parámetros eléctricos, mecánicos, térmicos, fluídicos y determinación del estado de un sistema. Servomecanismos y actuadores varios; conversiones de acciones mecánicas y eléctricas. Estabilidad de sistemas integrados; criterios de diseño. Proyecto.

618706 Simulación y computación analógica

Modelos de sistemas, realizaciones y analogías dinámicas. Calculadoras analógicas: sus componentes y funcionamiento. Diagramas de bloque y flujos. Solución de ecuaciones diferenciales. Simulación analógica de sistemas continuos. Introducción a la discretización. Análisis de sensibilidad. Desarrollo de un proyecto de simulación.

611706 Sistemas dinámicos no lineales

Sistemas dinámicos no lineales; sistemas canónicos y flujos. Métodos de Poincaré-Liapunov y "directo de Liapunov". Sistemas excitados; estabilidad de "entrada-salida". Sistemas casi lineales; método de perturbaciones. Sistemas de control: plantas lineales y no lineales. Controles discontinuos; superficiales de cambio. Construcción de

funciones de Liapunov; métodos de Zubov, Lurie y Letov. Análisis de frecuencia; métodos de Popov. Linealización equivalente y función descriptiva. Métodos de cálculo. Síntesis de sistemas.

6138XY Temas especiales de Control

Estos temas se ofrecen en función de intereses comunes de profesores y alumnos. Básicamente, estarán centrados en torno a los siguientes temas: Instrumentación. Servomecanismos: teoría y diseño. Control óptimo de sistemas aleatorios. Control adaptativo. Estabilidad y oscilaciones. Métodos de computadoras digitales en control. Control óptimo de reactores químicos. Control óptimo de reactores nucleares. Control óptimo de torres de destilación. Temas especiales de cibernética general; teoría e ingeniería de la comunicación en sistemas de control. Identificación de sistemas y reconocimiento de patrones. Inteligencia artificial. Métodos matemáticos. Teoría general de sistemas. Teoría de las máquinas y robots. Problemas de computadoras en realizaciones de control. Bioingeniería.

618904 Trabajo de investigación I.

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería Eléctrica

Opciones: Sistemas eléctricos de potencia. Diseño de equipo eléctrico. Ingeniería de proyectos.

- a) Número de créditos requeridos para obtener la Maestría:
72
- b) Prerrequisitos:
0041 Matemáticas (Tema 2)
- c) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas
0099 Fundamentos de ingeniería eléctrica.
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d) Asignaturas obligatorias:
 - d.1 Opción: Sistemas eléctricos de potencia
614206 Análisis de sistemas de potencia
616709 Matemáticas aplicadas I
617306 Transporte de energía
 - d.2 Opción: Diseño de equipo eléctrico
616606 Magnetismo y dielectricidad
616709 Matemáticas aplicadas I
617706 Teoría de circuitos
 - d.3 Opción: Ingeniería de proyectos
624105 Análisis económico de proyectos de ingeniería
616709 Matemáticas aplicadas I
610610 Proyecto de maestría
617606 Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica

e) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i> <i>Teo. Lab.</i>		<i>Antecedentes</i>
600206	Análisis de máquinas de corriente alterna	3		616606
600306	Análisis de máquinas de corriente directa	3		616606
600406	Análisis de redes eléctricas	3		614206
614206	Análisis de sistemas de potencia	3		
624406	Control de máquinas eléctricas	3		614806, 600306 ó 600206
601606	Control de máquinas eléctricas de corriente alterna	3		
602306	Diseño de máquinas eléctricas I	3		616606, 604806
602406	Diseño de máquinas eléctricas II	3		602306
605609	Ingeniería de alta tensión	3	3	
616606	Magnetismo y dielectricidad	3		
607706	Máquinas síncronas y estabilidad de sistemas	3		614206
606506	Normas en ingeniería eléctrica	3		0099, 607706, 617306
608906	Operación de sistemas de potencia	3		614206
609606	Planeación de sistemas de potencia	3		608906, 617006, 617506
610506	Protección de sistemas eléctricos	3		614206

610610	Proyecto de maestría	1	8	60 créditos
617606	Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica	3		0099
6128XY	Temas especiales de Ingeniería Eléctrica	3		616709
618904	Trabajo de investigación I	3		616709
619004	Trabajo de investigación II			
617306	Transporte de energía	3		

f) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
400204	Administración por proyectos	Construcción
624105	Análisis económico de proyectos de ingeniería	Construcción
601806	Control con computadora	Control
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
603206	Diseño de circuitos con computadora	Electrónica
603506	Diseño gráfico por medio de computadora	Mecánica
604006	Estimación y filtrado	Control
614906	Evaluación de proyectos	Planeación
604806	Fundamentos de diseño	Mecánica
605706	Ingeniería de sistemas	Control
605506	Instrumentación neumática de fluidos	Control
618509	Matemáticas aplicadas II	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadora	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
619106	Procesos estocásticos	Matemáticas

611506	Sensores y actuadores	Control
611806	Simulación digital	Inv. de Oper.
611706	Sistemas dinámicos no lineales	Control
617506	Teoría y técnicas de optimización I	Inv. de Oper.
613906	Teoría y técnicas de optimización II	Inv. de Oper.

g) Programas condensados:

600206 Análisis de máquinas de corriente alterna

Teoría clásica de máquinas de corriente alterna. Transformaciones a la máquina generalizada. Funciones de transferencia y ecuaciones de estado. Diagramas de bloques y representación de la saturación. Análisis transitorio. Otros modos de operación. Análisis por computadora. Economía y aplicaciones de las máquinas de corriente alterna.

600306 Análisis de máquinas de corriente directa

La máquina de corriente directa en estado estable. El tiristor; convertidores. Máquinas de corriente directa en estado transitorio. Control electrónico de motores. Sistemas eléctricos. Simulación digital, CSMP, DINAMO, SASII, SLIC, ECAP. Estabilidad y compensación. Circuitos de conmutación y aplicaciones.

600406 Análisis de redes eléctricas

Técnicas modernas de análisis y síntesis de grandes redes eléctricas. Desacoplamiento, diakóptica,

flujos óptimos, estimación de estados. Análisis interactivo de redes eléctricas.

614206 Análisis de sistemas de potencia

Modelos de los elementos del sistema. Análisis del sistema eléctrico en estado estable. Programas digitales. Compensación. Flujos óptimos. Análisis de corto circuito. Aplicaciones.

601606 Control de máquinas eléctricas

Control de máquinas síncronas. Modelos de la máquina síncrona. Simulación y sistemas de control. Técnicas modernas de control aplicadas a máquinas síncronas. Control de motores de inducción. Control clásico. Protección. Control de velocidad por voltaje o frecuencia. Simulación digital. Análisis de motores de inducción con inversores. Estabilización.

602306 Diseño de máquinas eléctricas I

Aplicación de ecuaciones electromagnéticas a máquinas eléctricas. Solución digital. Transferencia de energía. Cálculo de pérdidas. Dispersión en transformadores y máquinas. Métodos de análisis. Cálculo de fuerza en campos magnéticos. Aplicación a diversos tipos de máquinas.

602406 Diseño de máquinas eléctricas II

Levitación electromagnética y actuadores. Pares y fuerzas. Vibraciones. Selección de parámetros. Análisis de embobinados. Arreglos no usuales de devanado. Modelación. Aislamiento. Enfriamiento.

to. Diseño óptimo. Comportamiento de estructuras altamente saturadas. Campos magnéticos no lineales. Conmutación. Estimación de parámetros.

605609 Ingeniería de alta tensión

La propagación de ondas de alto voltaje. Teoría de líneas con parámetros distribuidos. Sus postulados. Impedancia característica o impedancia al impulso. Análisis en el dominio de la frecuencia y análisis en el dominio del tiempo. Atenuación y distorsión. Generación, reflexión y refracción de las ondas. Influencia de las terminales. Ondas de choque en los devanados de las máquinas. Teorías para el mecanismo de propagación de una espira a otra, de una bobina a otra, y entre grupos de bobinas. Cálculo de gradientes.

616606 Magnetismo y dielectricidad

Postulados de la teoría electromagnética. Leyes de Maxwell. Propagación. Potenciales retardados. Teoría de parámetros distribuidos en líneas de transmisión. Difusión magnética. Ecuación de Bullard. Cálculo de campos magnéticos en máquinas eléctricas. Uso de la transformación conforme y de coordenadas especiales. Algunas consideraciones sobre los métodos numéricos. La teoría de circuitos. El tensor de Maxwell. Ecuaciones para los magnetofluidos.

607706 Máquinas síncronas y estabilidad de sistemas

El problema de estabilidad. La máquina síncrona. Modelos de regulación y control. Análisis de la red bajo distintas condiciones de falla. Aplicación

de programas digitales para determinar límites de estabilidad del sistema eléctrico.

606506 Normas en ingeniería eléctrica

Plantas generadoras: tipos, tamaños, combustibles, presión, temperatura, tipo de instalación, equipo auxiliar, componentes, características de equipo de seguridad, gastos y altura. Especificaciones de equipo. Subestaciones: tipos, tensiones, corrientes, aislamiento, módulos y arreglos. Especificaciones de equipo. Líneas de transmisión: tensión, aislamiento, conductores, especificaciones. Sistemas de distribución, tipos de instalaciones, tensiones, componentes, protección. En cada tema, discusión de las normas aplicables tanto nacionales como internacionales.

608906 Operación de sistemas de potencia

Introducción. Características de operación de plantas generadoras. Características de la demanda. Flujos óptimos. Operación de sistemas hidrotérmicos. Planeación de la operación. Simulación de la operación. Control del sistema.

609606 Planeación de sistemas de potencia

Modelos para pronósticos de demanda. Modelos de operación. Modelos de expansión: simulación y optimización. Aspectos económicos para la evaluación y selección de alternativas. Análisis crítico. Modelos globales.



610506 Protección de sistemas eléctricos

Comportamiento de TC's. Comportamiento de los filtros. Elemento Mho. Esquemas de comparación de fase. Aplicaciones y experiencias en un sistema real. Temas especiales.

610610 Proyecto de maestría

El estudiante participa en la realización de un proyecto de investigación y/o desarrollo, supervisado por un profesor. En esta asignatura se fomenta la creatividad y la iniciativa del estudiante en la solución de problemas concretos, ya sea en la elaboración de prototipos o bien en estudios teóricos y/o experimentales. Se pretende que el estudiante participe en la mayor parte de las fases de un proyecto, como son: conceptualización, análisis, síntesis, simulación, optimización, presentación gráfica, realización de pruebas, modificaciones e informe final.

617606 Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica

Descripción de componentes. Composición del conjunto de generación. Evaluación del comportamiento físico del conjunto. Obtención de parámetros básicos para diseño. Planos diagramáticos. Planos de arreglos físicos. Especificaciones y evaluación. Pruebas para entrega o recepción.

6128XY Temas especiales de Ingeniería Eléctrica

Estos varían de semestre en semestre, ya que son ofrecidos en función del interés de profesores y alumnos.

Confiabilidad en sistemas de potencia

Conceptos básicos de probabilidad y confiabilidad. Evaluación de la confiabilidad del sistema de generación. Evaluación de la confiabilidad compuesta del sistema.

Distribución de energía eléctrica

Las redes de distribución dentro de un sistema eléctrico. Redes de distribución aéreas. Redes de distribución subterráneas. Protección de redes de distribución. Diseño de redes. Subestaciones de distribución. Operación y mantenimiento de redes. Planeación de redes.

Ingeniería nuclear

Introducción conceptual. Física atómica. Física nuclear. Física de neutrones. Fisión nuclear. Aplicaciones de la radioactividad. Aplicaciones de la fisión nuclear. Perspectivas de la fisión nuclear. Teoría del reactor de fisión. Diseño del reactor de fisión como generador de vapor. Interacción de la radiación y la materia.

617706 Teoría de circuitos

Fundamentos de la teoría de gráficas. Fórmulas topológicas. Matrices características. Solución de

ecuaciones de redes. Circuitos con parámetros dependientes. Teoría general de circuitos no lineales; métodos de solución. Teoría general y síntesis de cuadripolos; filtro básico. Ecuaciones de estado. Análisis de circuitos con computadora.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores. Los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

617306 Transporte de energía

Consideraciones para el diseño de líneas de transmisión de alto y extra alto voltaje de corriente alterna. Configuración de conductores. Efecto corona y pérdidas asociadas. Aislamiento. Métodos de diseño con computadora. Aplicaciones. Transmisión con corriente continua. Comportamiento de líneas de transmisión de corriente continua.

Maestría en Ingeniería Electrónica

**Opciones: Diseño de sistemas digitales y microprocesadores.
Diseño de sistemas analógicos.**

- a) Número de créditos requeridos para obtener la Maestría:
70
- b) Prerrequisitos:
0055 Circuitos electrónicos
- c) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0041 Matemáticas (Tema 1)
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d) Asignaturas obligatorias:
615609 Circuitos electrónicos analógicos
615709 Circuitos electrónicos digitales
616709 Matemáticas aplicadas I ó 614509. Algebra lineal
- e) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teo.</i>	<i>Lab.</i>	
622009	Arquitectura y programación de computadoras	3	0	603306
615609	Circuitos electrónicos analógicos	4.5	0	
615709	Circuitos electrónicos digitales	4.5	0	
621806	Circuitos electronicos para comunicaciones	3	0	0055

621706	Diseño de circuitos lógicos	3	0	0055
605906	Física y modelos de semiconductores	3	0	
606204	Laboratorio avanzado de circuitos electrónicos	0	4	606104, 606004
606004	Laboratorio de circuitos electrónicos analógicos	0	4	615609
606104	Laboratorio de circuitos electrónicos digitales			603306, 615709
612002	Seminario sobre sistemas electrónicos	1	0	615609, 615709
622106	Sistemas digitales	3	0	622006
621906	Sistemas electrónicos analógicos	1	4	615609
6140XY	Temas especiales de Electrónica			
618904	Trabajo de investigación I			612002
619004	Trabajo de investigación II			

f) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
601506	Confiabilidad	Inv. de Op.
601706	Control de procesos	Control
604006	Estimación y filtrado	Control
008100	Ingeniería de control	Control
608106	Método científico	Inv. de Op.
618006	Métodos numéricos para computadoras	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
613806	Procesamiento digital de señales	Control (tema especial 1)

g) Programas condensados:

622009 Arquitectura y programación de computadoras

Estructura básica: unidad aritmética, memoria, unidad de control, periféricos. Representación de datos e instrucciones. Programación de computadoras: instrucciones, modos de direccionamiento, paginación, registros especiales, código relocalizable, código reentrante. Estructuras de datos: arreglos, pilas, colas y listas. Periféricos. Interrupciones. Acceso directo a memoria. Programación de sistemas. Simulación y emulación.

615609 Circuitos electrónicos analógicos

Tecnología de la fabricación de circuitos integrados. Amplificadores de una y varias etapas. Fuentes de corriente y cargas activas. Etapas de salida. Amplificadores operacionales. Respuesta en frecuencia. Realimentación: estabilidad de circuitos realimentados, compensación, técnicas de lugar geométrico de las raíces y slew-rate. Ruido: orígenes y modelos, efecto de la realimentación, ruido de amplificadores operacionales.

615709 Circuitos electrónicos digitales

Familias lógicas (RTL, DTL, HTL, I^2L , TTL, ECL, NMOS, PMOS y CMOS): funcionamiento, características, fabricación y limitaciones. Interconexión entre familias. Circuitos con memoria: bistable, estable y monoestable. Líneas de transmisión en régimen pulsante. Ruido. Memorias semiconductoras RAM y ROM: tecnología, funcionamiento y características. Dispositivos optoelectrónicos.

621806 Circuitos electrónicos para comunicaciones

Circuitos de acoplamiento. Filtros de banda estrecha. Fuentes controladas no lineales. Osciladores senoidales. Mezcladores. Amplificadores RF e IF. Modulación en amplitud. Amplificadores de potencia. Generación de señales de F.M. Circuitos demoduladores de F.M.

621706 Diseño de circuitos lógicos

Mecanización de funciones lógicas usando multiplexores, demultiplexores, ROM's y PLA's; aplicaciones. Unidades aritméticas (CLA y RLA). Diseño de circuitos secuenciales síncronos: equivalencia y asignación de estados, máquinas equivalentes mínimas. Circuitos secuenciales asíncronos (modo, pulso y nivel). Realización de máquinas secuenciales usando contadores y registros de corrimiento.

605906 Física y modelos de semiconductores

Modelo de bandas. Equilibrio térmico. Función de Fermi. Ecuación de Boltzman. Recombinación. Generación. Ecuación de continuidad. Velocidad superficial de recombinación. Diodo, TBJ, JFET y MOSFET: estructura física, características básicas, efecto de segundo orden. Modelo de Ebers-Moll para el TBJ, medición de parámetros. Modelos del JFET y MOSFET. Uso de modelos de transistores en el diseño de circuitos por computadora.

606204 Laboratorio avanzado de circuitos electrónicos

Consiste en un proyecto dirigido que incluye técnicas de diseño práctico de circuitos electrónicos de alta complejidad, técnicas de análisis, y que conjuga las áreas digital y analógica.

606004 Laboratorio de circuitos electrónicos analógicos

Caracterización y medición de parámetros de transistores. Circuitos amplificadores: estabilidad, ganancia y ancho de banda. Caracterización y medición de parámetros de amplificadores operacionales. Aplicaciones. Realización de circuitos realizados. Medición y eliminación de ruido en circuitos prácticos.

606104 Laboratorio de circuitos electrónicos digitales

Caracterización y medición de parámetros de algunas familias lógicas. Fenómenos de ruido y reflexión. Aplicaciones de circuitos integrados MSI y LSI. Señales digitales espurias (GLITCHES). Tiempos de definición (SET UP, HOLD). Fenómenos de carrera. Proyecto dirigido por el profesor.

612002 Seminario sobre sistemas electrónicos

Con base en grupos de interés se discute el desarrollo teórico de un proyecto. Simultáneamente, se presenta a los alumnos técnicas para la definición de problemas y control del proyecto.

622106

Sistemas digitales

Estructuras básicas: serie, paralelo, pipeline. Señales de control y sectores de información. Secuenciadores. Lenguajes orientados a la descripción de sistemas digitales: AHPL. Elementos del computador: procesador, memoria, control, dispositivos de entrada-salida. Transferencias programadas. Interrupciones y acceso directo a memoria. Microprocesadores: descripción, instrucciones, registros. Ejemplos de diseño de un sistema digital con base en un microprocesador.

621906

Sistemas electrónicos analógicos

El amplificador operacional: características, limitaciones y aplicaciones. Multiplicadores. Multiplexores. Osciladores controlados. Reguladores de voltaje. PLL, aplicaciones. Comparadores. Conversión A/D y D/A. Timers. Generadores de funciones.

6140XY

Temas especiales de Electrónica

Estos varían de semestre en semestre, ya que son ofrecidos en función del interés de profesores y alumnos en determinado momento.

618904

Trabajo de investigación I

619004

Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería Energética

Opciones: Planeación. Evaluación energética y uso eficiente de la energía. Energía nuclear. Desarrollo de nuevas fuentes de energía.

- a) Número de créditos requeridos para obtener la Maestría:
76
- b) Prerrequisitos:
Haber terminado íntegramente el ciclo profesional en alguna carrera de ingeniería o en un campo afín. El Jefe de la División aprobará la solicitud del candidato, indicándole las asignaturas adicionales que deba cursar.
- c) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0013 Termodinámica
0041 Matemáticas (Tema 2)
0043 Probabilidad y estadística
0071 Economía
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d) Asignaturas obligatorias para todas las opciones:
629206 Energía y desarrollo económico
629006 Energía y medio ambiente
629406 Evaluación de sistemas energéticos
629306 Ingeniería de sistemas energéticos
629106 Termodinámica aplicada
618904 Trabajo de investigación I

e) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teór.</i>	<i>Antecedentes</i>
630606	Análisis numérico de reactores nucleares	3	630106
630806	Conversión fotovoltaica de la energía solar	3	0013
630906	Conversión termodinámica de energía solar	3	629206
630406	Economía de plantas nucleo-eléctrica	3	0071
629206	Energía y desarrollo económico		
629006	Energía y medio ambiente	3	
629406	Evaluación de sistemas energéticos		
630306	Ingeniería avanzada de reactores nucleares	3	630206
631306	Ingeniería de producción geotérmica		
630206	Ingeniería de reactores nucleares	3	630106
629306	Ingeniería de sistemas energéticos	3	0071
631106	Ingeniería de yacimientos geotérmicos	3	616406
630106	Introducción a la ingeniería nuclear	3	
631006	Obtención de la energía de la biomasa	3	0013
631206	Perforación de pozos geotérmicos	3	616406
630006	Planeación energética	3	614906, 605706
630706	Radiación solar y solarimetría	3	629206
630506	Tecnología y administración de combustibles nucleares	3	630106

629806	Tecnología y economía de las fuentes energéticas renovables	3	
629706	Tecnología y economía del carbón y del uranio	3	
629606	Tecnología y economía del petróleo, el gas natural y la geotermia		
629106	Termodinámica aplicada	3	
618904	Trabajo de investigación I	4	
629506	Transferencia de calor	3	0013
629906	Transporte y utilización de la energía	3	629106

f) Programas condensados:

630606 Análisis numérico de reactores nucleares

Ecuaciones fundamentales. Problemas estáticos de difusión en reactores nucleares. Métodos de solución utilizando técnicas de elemento finito. Aplicaciones a sistemas nucleares reales. Problemas de difusión dependientes del tiempo en reactores nucleares. Métodos de síntesis en reactores nucleares. Técnicas de síntesis para problemas dependientes del tiempo. Aplicaciones a fenómenos transitorios de un reactor. Método de Monte Carlo. Simulación y blindaje del transporte de partículas. Aplicaciones a blindaje.

630806 Conversión fotovoltaica de la energía solar

Fundamentos de los sistemas fotovoltaicos. Principios de la conversión fotovoltaica. Estado del arte de la tecnología fotovoltaica. Consideraciones económicas en su desarrollo. Celdas de silicio

monocristalino y policristalino. Sistemas de generación fotovoltaica.

630906 Conversión termodinámica de la energía solar

La opción solar en el panorama energético. Métodos de captación y conversión térmica solar. Análisis de sistemas componentes y economía de los sistemas fototérmicos. Sistemas solares de calefacción. Enfriamiento y deshumidificación solares. Generación fototermoeléctrica y calor solar industrial. Principios y economía de la conversión fotovoltaica.

630406 Economía de plantas nucleoléctricas

Economía de empresas de suministro eléctrico. Cargos de inversión fija de una planta nuclear. Costos del ciclo de combustible nuclear. Costos de fabricación de combustible. Transportación. Métodos de cálculo. Costos de operación y mantenimiento. Requisitos del capital de trabajo. Costos totales de producción de energía.

629206 Energía y desarrollo económico

Análisis clásico del desarrollo económico. Análisis marxista del desarrollo económico. Análisis neoclásico del desarrollo económico. Análisis de Schumpeter. Análisis poskeynesiano. Comparación de las teorías del desarrollo. Esquemas históricos del desarrollo económico. La aceleración del desarrollo en los países pobres. Estudios de casos de desarrollo. Energéticos: crisis, inflación y alternativas de energía.

629006 Energía y medio ambiente

Recursos energéticos renovables y no renovables. Fuentes de contaminación ambiental. Recursos del agua, aire y suelo. Legislación, causas y efectos de diversas opciones energéticas. Parámetros y metodologías de evaluación de impactos. Planeación y modelos. Sistemas y dispositivos de control. Planes para casos de emergencia.

629406 Evaluación de sistemas energéticos

Formulación y evaluación de políticas y estrategias, globales o parciales. Estructuración de impacto. Efectos económicos, sociales y políticos, tanto nacionales como internacionales. Evaluación. Modelos econométricos causales. Modelos de Leontief y Forester. Análisis de decisiones. Modelos heurísticos. Caracterización de proyectos para fines de evaluación. Fases de prospección, producción, conversión, distribución, almacenamiento, comercialización, consumo y disposición final. Metodología de evaluación. Procesos de desarrollo y acumulación. Costo del capital. Criterios de evaluación de proyectos de inversión. Marco determinístico y probabilístico.

630306 Ingeniería avanzada de reactores nucleares

El reactor hirviente. Plantas de potencia a base de reactores hirvientes. Reactores de agua a presión. Plantas de potencia y reactores de agua a presión. Reactores enfriados por gas. Plantas de potencia y reactores enfriados por gas. Reactor rápido de cría. Plantas de potencia y reactores con combus-

tible circulante. Reactores moderados y enfriados por líquidos orgánicos. Potencia de fusión.

631306 Ingeniería de producción geotérmica

Separación agua-vapor, diseño de equipo. Sistemas de medición de fluidos geotérmicos. Problemas de incrustaciones. Principios fundamentales del diseño de vaporiductos. Flujo bifásico no isotérmico en tuberías horizontales y verticales. Contaminación ambiental. Análisis económico del desarrollo de un proyecto geotérmico.

630206 Ingeniería de reactores nucleares

Generación y extracción de calor de un reactor. El caso de núcleos homogéneos. Estado estacionario en una y dos dimensiones. Estado no estacionario. Transferencia de calor y flujo de fluidos de refrigerantes no metálicos. Refrigeración con metales líquidos. Radioactividad en este tipo de refrigerantes. Consideraciones de ingeniería en el diseño de reactores nucleares. Consideraciones de mecánica estructural.

629306 Ingeniería de sistemas energéticos

Ingeniería de sistemas. Conceptos básicos. Tipos de sistemas y problemas relacionados. Proceso estructurado de solución de problemas operacionales de sistemas existentes. Proceso estructurado para el desarrollo de nuevos sistemas. Análisis del entorno. Diseño de sistemas alternativos. Herramientas analíticas disponibles para las distintas fases del proceso estructurado de solución de problemas de sistemas. Ingeniería de sistemas ener-

géticos. Sistema económico. Sistema energético; fases y componentes. Modelos descriptivos del sistema energético. Construcción de modelos. Desarrollo de casos de aplicación.

631106 Ingeniería de yacimientos geotérmicos

Origen y ocurrencia de las anomalías termales. Clasificación de los yacimientos geotérmicos. Ecuaciones de conservación de masa, calor y momentum. Principios fundamentales del flujo de fluidos a través de medios porosos. Yacimientos de fase vapor dominante. Yacimientos de fase líquida dominante. Yacimientos bifásicos. Teoría del análisis de pruebas de presión aplicadas a yacimientos geotérmicos. Reinyección de la salmuera de desecho.

630106 Introducción a la energía nuclear

Fundamentos de la física atómica y nuclear. Fisión nuclear. Difusión y frenado de neutrones. Teoría del reactor nuclear. Factores de multiplicación. Reactores con reflector. Reactores homogéneos y heterogéneos. Cinética de reactores. Instrumentación y control de reactores. Blindaje de radiaciones. Materiales de construcción. Protección radiológica y seguridad nuclear.

631006 Obtención de la energía de la biomasa

Panorama general de la biomasa. Generación anaeróbica del biogás. Factibilidad económica de la producción de biogás. Mecanismos biológicos. Aspectos operativos de los generadores de biogás. Diseño del proceso de la fermentación anaeróbi-

ca. Materias primas. Criterios de diseño. Ejemplos de diseños con variada complejidad tecnológica. Necesidades de investigación y desarrollo.

631206 Perforación de pozos geotérmicos

Geología de un campo geotérmico. Equipo rotatorio de perforación. Hidráulica de los fluidos de perforación. Problemas de perforación en formaciones sedimentarias.

630006 Planeación energética

Antecedentes. Necesidad de una planeación energética. Límites de los recursos energéticos. Problemas en la planeación energética. Marco social, político y económico. Metodología en la planeación energética. Marco de referencia y objetivos del caso de los países en vías de desarrollo. Análisis de la demanda; pronósticos de demanda a mediano y largo plazo. La oferta de la energía, planeación y optimización de los recursos energéticos. Política de energéticos-estrategias de implantación. El caso de México.

630706 Radiación solar y solarimetría

Principios de operación de los medidores de radiación. Fuentes y sensores de radiación. Componente directa de la radiación solar. Componente difusa de la radiación solar. Radiación ultravioleta. Iluminación. Prolongación de la luz debida a la atmósfera. Duración de la iluminación solar. La constante solar. Radiación terrestre; características físicas. Radiación terrestre; métodos de medición.

629106 Termodinámica aplicada

Energía y la primera ley de la termodinámica. El postulado de estado. Entropía y la segunda ley de la termodinámica. Propiedades de la sustancia pura. Comportamiento de gases reales. Análisis de volúmenes de control. Ciclos de gas, vapor y de refrigeración. Conversión de energía.

618904 Trabajo de investigación I

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

629506 Transferencia de calor

Conceptos básicos. Radiación en gases. Fundamentos. Emisividad de gases. Factores geométricos. Problema de envolventes de gases. Aplicaciones. Conducción: fenómenos transitorios, aislamientos, análisis de esfuerzos térmicos. Convección: flujo turbulento, protección térmica, cambiadores de calor. Transferencia con cambio de fase. Recuperación de calor.

629906

Transporte y utilización de la energía

Generalidades del transporte de la energía. Transporte de hidrocarburos. Transporte de carbón. Transmisión de energía eléctrica. Costos comparativos de los diferentes medios de transporte de energía. Sector transporte; estudios realizados en México. Conservación y uso eficiente de la energía en la industria y en otros sectores. Auditoría energética y sus fines.

Maestría en Ingeniería (Estructuras)

Doctorado en Ingeniería (Estructuras)

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 70
- b) Número de créditos requerido para obtener el Doctorado:
178
- c) Prerrequisitos:
0011 Estática y resistencia de materiales
- d) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0012 Elementos de dinámica
0041 Matemáticas (Tema 1)
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e) Asignaturas obligatorias:
616106 Mecánica avanzada I
616709 Matemáticas aplicadas I
617206 Teoría general de las estructuras I
- f) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teo.</i>	<i>Antece- dentes</i>
601209	Cascarones	4.5	
600906	Comportamiento de estructuras de concreto	3	
601306	Concreto presforzado	3	
602506	Dinámica estructural I	3	
602106	Diseño avanzado de estructuras de acero I	3	

602206	Diseño avanzado de estructuras de acero II	3	602106
602706	Diseño avanzado de estructuras de concreto	3	
605206	Inestabilidad estructural	3	616106
605306	Ingeniería sísmica I		
606306	Ingeniería sísmica II	3	605306, 617006*
			o 617106*
616106	Mecánica avanzada I	3	0011
6124XY	Temas especiales de Estructuras		
617206	Teoría general de las estructuras I	3	0096**
612306	Teoría general de las estructuras II	3	617206
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

g) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
618509	Matemáticas aplicadas II	Matemáticas
600107	Métodos experimentales	Mecánica Teórica y Aplicada
618006	Métodos numéricos para computadoras	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
603706	Teoría de la elasticidad lineal	Mecánica Teórica y Aplicada
609309	Teoría de la plasticidad	Mecánica Teórica y Aplicada

* Puede cursarse simultáneamente

** O conocimiento equivalente

h) Programas condensados:

601209 Cascarones

Teoría general de la membrana. Aplicación a cascarones de revolución, traslación y paraboloides hiperbólicos. Teoría general lineal de flexión en cascarones. Aplicación a cascarones cilíndricos, esféricos, de traslación y a paraboloides hiperbólicos. Pandeos y vibraciones en cascarones. Problemas de diseño de cascarones. Placas plegadas.

600906 Comportamiento de estructuras de concreto

Propiedades del material. Resistencia. Curvas esfuerzo-deformación. Efectos del tiempo. Cargas repetidas. Agrietamiento. Elementos de flexo-compresión. Interacción. Modos de falla. Teoría de análisis, hipótesis y limitaciones. Tensión diagonal. Refuerzo por cortante. Torsión para elementos de concreto simple y reforzado. Interacción torsión-flexión, torsión-cortante. Adherencia y anclaje. Deflexiones. Agrietamiento. Estabilidad de marcos de concreto.

601306 Concreto presforzado

Principios básicos. Modos de presfuerzo. Integrantes del sistema de presfuerzo. Pretensados y postensados. Pérdidas. Trayectoria de presfuerzo. Adherencia. Pandeo lateral. Fatiga. Deformaciones. Presforzados compuestos. Efectos de cambios volumétricos. Vigas continuas. Capacidad de rotación y articulaciones plásticas. Losas. Columnas. Marcos. Aplicaciones especiales.

602506 Dinámica estructural I

Vibración de sistemas de un grado de libertad. Espectros. Sistemas de dos grados de libertad. Coordenadas generalizadas. Problemas de valores característicos. Vibración forzada sin amortiguamiento; planteamiento y solución matricial para una excitación cualquiera. Introducción a sistemas continuos y vibraciones de sistemas no lineales.

602106 Diseño avanzado de estructuras de acero I

Elementos de metalurgia del acero. Comportamiento mecánico del acero. Rango elástico. Rango inelástico. Rango plástico. Análisis plástico. Articulación plástica. Factor de forma. Colapso plástico. Inestabilidad, pandeo lateral, pandeo local. Deformaciones. Fenómenos de cargas repetidas. Métodos de análisis y diseño: elástico, resistencia última y plástica. Ventajas y desventajas. Análisis plástico de estructuras reticulares. Diseño de miembros de acero estructural. Diseño por tensión, torsión, compresión, flexión y solicitaciones combinadas.

602206 Diseño avanzado de estructuras de acero II

Diseño de conexiones en estructuras de acero. Juntas remachadas, soldadas o con pernos de alta resistencia. Diversos tipos de juntas. Pandeo de placas. Interacción de secciones formadas por varias placas. Pandeo de placas bajo condiciones de cortante. Pandeo por interacción de esfuerzos normales y cortantes combinados. Estructuras compuestas por perfiles de lámina doblada en frío. Propiedades de

pospandeo. Ancho efectivo. Diseño plástico de marcos contraventeados y no contraventeados. Diseño plástico de retícula de trabes. Análisis y diseño de estructuras reales.

602706 Diseño avanzado de estructuras de concreto

El plan de estudios se formula de acuerdo con los alumnos, escogiendo algunos de los siguientes temas: análisis plástico de estructuras reticulares, diseño plástico de losas, tecnología del concreto y análisis de marcos mediante el método de la estructura equivalente.

605206 Inestabilidad estructural

Inestabilidad elástica e inelástica de estructuras simples, marcos continuos, placas y cascarones. Consideraciones generales. Teorías matemáticas aplicables y métodos numéricos. Factores de seguridad y métodos de diseño aconsejables para problemas usuales.

605306 Ingeniería sísmica I

Características de temblores. Sismicidad. Análisis sísmicodinámico de estructuras elásticas e inelásticas. Espectros de diseño. Recomendaciones de estructuración. Análisis de marcos con elementos rigidizantes. Discusión del capítulo de diseño sísmico del Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

606306 Ingeniería sísmica II

Sismología. Riesgo sísmico. Análisis probabilístico de la respuesta dinámica estructural. Estructuras especiales. Hidrodinámica. Sistemas estructurales continuos. Interacción dinámica suelo-estructura. Determinación de las propiedades dinámicas de los suelos: prospección sísmica y pruebas de laboratorio.

616106 Mecánica avanzada I

Introducción. Tensor de deformaciones. Tensor de esfuerzos. Ecuaciones de compatibilidad y de movimiento. Ecuaciones constitutivas. Curvas experimentales esfuerzo-deformación. Energía de deformación. Trabajo virtual. Estado plano de esfuerzos y deformaciones. Problemas de elasticidad en dos dimensiones. Teoría de torsión de Navier-St. Venant. Flexión de barras de eje recto o curvo. Centro de cortante. Flexión de placas. Soluciones de Navier, Levy y series de Mc Laurin. Métodos variacionales. Vigas sobre cimentaciones elásticas.

6124XY Temas especiales de Estructuras

Confiabilidad estructural. Métodos numéricos de análisis estructural. Diseño eólico de estructuras. Métodos variacionales en elastoestática, etc.

617206 Teoría general de las estructuras I

Repaso de álgebra matricial. Análisis de estructuras reticulares. Vectores de fuerzas y de desplazamientos. Coordenadas globales y locales. Matrices de flexibilidades y de rigideces de elementos (pris-

máticos y no prismáticos). Método de los desplazamientos. Matriz de rigideces de una estructura, hundimientos diferenciales y montaje. Matriz de flexibilidades de una estructura. Método de las fuerzas. Relación entre métodos de las fuerzas y los desplazamientos, elección del método más adecuado. Análisis de armaduras planas y tridimensionales.

612306 Teoría general de las estructuras II

Teoría y aplicaciones del método de elementos finitos al análisis de problemas estructurales. Estructuras tridimensionales, placas y cascarones. Aplicaciones a problemas dinámicos y no lineales.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería Hidráulica

Doctorado en Ingeniería Hidráulica

Opciones: Aprovechamientos hidráulicos. Hidrología. Geo-hidrología. Riego y drenaje. Fluviomarítima.

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 70
- b) Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 178
- c) Prerrequisitos:
0031 Hidráulica
- d) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0041 Matemáticas (Tema 2)
0043 Probabilidad y estadística
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e) Asignaturas obligatorias:
615509 Hidráulica general
616709 Matemáticas aplicadas I ó
616809 Métodos matemáticos
- f) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teó. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
410106	Aprovechamientos hidráulicos	3	605006*
410606	Diseño de sistemas de riego parcelario	3	

604409	Fenómenos transitorios en la hidráulica	3	615509
618406	Geohidrología	3	
604906	Hidráulica fluvial	3	615509*
615509	Hidráulica general	4.5	
605106	Hidráulica marítima y de estuarios	3	
605006	Hidrología de superficie	3	
623806	Hidrología subterránea	3	
412106	Irrigación y drenaje	3	
607406	Mecánica de fluidos	3	
607306	Modelos hidráulicos	3	
608706	Obras hidroeléctricas y de riego	3	
609506	Presas de almacenamiento y derivación	3	
412808	Principios y prácticas de riego	3 2	
6126XY	Temas especiales de Hidráulica	3	
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

g) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
618106	Diseño de experimentos	Matemáticas
604306	Flujo de agua en suelos	Mecánica de Suelos
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	Mec. Teórica y Aplicada
616709	Matemáticas aplicadas I	Matemáticas

* Puede cursarse simultáneamente

618509	Matemáticas aplicadas II	Matemáticas
612606	Mecánica de suelos I	Mecánica de Suelos
608106	Método científico	Inv. de Op.
600107	Métodos experimentales	Mec. Teórica y Aplicada
616809	Métodos matemáticos	Matemáticas
609409	Presas de tierra y enrocamiento	Mecánica de Suelos
611806	Simulación digital	Inv. de Op.
620106	Sistemas de abastecimiento de agua	Ambiental
620206	Sistemas de alcantarillado	Ambiental
608006	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	Mec. Teórica y Aplicada
617506	Teoría y técnicas de optimización I.	Inv. de Op.

h) Programas condensados:

410106 Aprovechamientos hidráulicos

Introducción. Modelos estadísticos. Ingeniería de sistemas. Aplicaciones a sistemas agrícolas, hidroeléctricos, control de avenidas, calidad del agua y agua subterránea.

410606 Diseño de sistemas de riego parcelario

Aplicación de los principios de ingeniería a la planeación y diseño de sistemas de irrigación. Métodos de aplicación del agua. Nivelación de tierras. Ingeniería de riego superficial. Medida del agua de riego. Prácticas.

604409 Fenómenos transitorios en la hidráulica

Flujo transitorio en canales. Una y dos dimensiones. Fenómenos de difusión. Golpe de ariete. Cámaras de oscilación.

618406 Geohidrología

Introducción. Régimen estacionario. Hidráulica de pozos en régimen transitorio. Pruebas de bombeo. Flujo en medios porosos en régimen transitorio. Simulación de acuíferos. Análisis de acuíferos. Modelos integrales.

604906 Hidráulica fluvial

Descripción de procesos y problemas fluviales. Mecánica del transporte de sedimentos. Cauces estables. Procesos de erosión y depósito en ríos y estuarios. Obras de protección y defensa. Modelos fluviales. Obtención de datos.

615509 Hidráulica general

Métodos de análisis y ecuaciones fundamentales. Aspectos generales sobre flujo permanente en canales. Flujo uniforme. Régimen crítico en un canal. Flujo gradualmente variado. Flujo rápidamente variado. Flujo de canales no prismáticos. Vertederos y estructuras terminales.

605106 Hidráulica marítima y de estuarios

Las ondas teóricas. Las ondas reales. Alternación del oleaje en la proximidad de la costa. Acción del oleaje sobre las estructuras. Diseño. Trasla-

ción de mareas. Régimen de costas. Modelos marítimos y obtención de datos.

605006 Hidrología de superficie

Comportamiento hidrológico de una cuenca. Análisis estadístico en hidrología. Análisis hidrológico en el diseño de proyectos hidráulicos. Hidrología urbana.

623806 Hidrología subterránea

Introducción. Relación del agua subterránea con el ciclo hidrológico. Exploración del agua subterránea. Teoría del flujo en medios porosos. Explotación de acuíferos.

412106 Irrigación y drenaje

Introducción. El riego en México. Cultivo, características físicas del suelo. Medida y movimiento del agua en el suelo. Salinidad. Evapotranspiración. Riego. Técnicas de riego. Principios, métodos y sistemas de drenaje agrícola. Diseño de drenaje parcelario.

607406 Mecánica de fluidos

Ecuaciones fundamentales. Métodos de análisis. Flujo potencial. Flujo viscoso. Flujo compresible. Flujo turbulento. Capa límite. Separación. Cavitación. Difusión. Aplicaciones.

607306 Modelos hidráulicos

Introducción. Análisis dimensional e inspeccional. Teoría de los modelos. Técnicas experimentales. Instrumental. Modelos físicos. Modelos matemáticos.

608706 Obras hidroeléctricas y de riego

Introducción. Obras de riego. Obras de drenaje de tierras. Obras hidroeléctricas.

609506 Presas de almacenamiento y derivación

Introducción. Cortinas de tierra y enrocamiento. Cortinas de gravedad. Cortinas de contrafuertes. Cortinas de arco. Presas derivadoras.

412808 Principios y prácticas de riego

Calidad del agua de riego. Características de suelos salinos y sódicos. Mejoramiento de suelos. Evapotranspiración. Demanda de agua de los suelos. Movimiento del agua en suelos. Relaciones agua-planta. Eficiencia. Planes y prácticas de riego.

6126XY Temas especiales de Hidráulica

Investigación teórica y/o experimental de tópicos de actualidad en hidráulica, de interés especial para el alumno y que no se incluyen en otros cursos. El curso o seminario quedará bajo la dirección de uno o más profesores de la Sección. Dentro de los temas impartidos destacan: Problemas de contaminación en la ingeniería hidráulica. Diseño de obras portuarias. Diseño de aprovechamientos hidráulicos.

cos. Hidrología dinámica. Aspectos económicos de los recursos hidráulicos. Problemas de hidrodinámica en oceanografía e ingeniería naval. Métodos numéricos en Hidráulica. Estructuras marítimas. Procedimientos de optimización y control.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería (Investigación de Operaciones)

Doctorado en Ingeniería (Investigación de Operaciones)

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 72
- b) Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 180
- c) Prerrequisitos:
 - 0041 Matemáticas (Tema 1)
 - 0043 Probabilidad y estadística
- d) Requisitos sin crédito académico:
 - 0001 Redacción técnica
 - 0071 Economía
 - Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e) Asignaturas obligatorias:
 - 614509 Álgebra lineal
 - 615006 Estadística
 - 617106 Probabilidad
 - 617506 Teoría y técnicas de optimización I
- f) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teór.</i>	<i>Antecedentes</i>
601506	Confiabilidad	3	617106, 627506
606806	Investigación de operaciones en la programación de inversiones	3	605406, 617506, 615006
608106	Método científico	3	

607804	Metodología de la investigación de operaciones	2	605406
619106	Procesos estocásticos**	3	617106
610106	Programación avanzada	3	0096
611806	Simulación digital***	3	617106, 615006
6134XY	Temas especiales de Investigación de Operaciones		
613306	Teoría de decisiones	3	615006
618206	Teoría de inventarios	3	617106, 613906*
613206	Teoría de la espera	3	617106
617506	Teoría y técnicas de optimización I	3	614509*
613906	Teoría y técnicas de optimización II	3	617506
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

g) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
605406	Análisis económico	Planeación
617406	Desarrollo económico I	Planeación
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
618106	Diseño de experimentos	Matemáticas
604006	Estimación y filtrado	Control
614906	Evaluación de proyectos	Planeación
605706	Ingeniería de sistemas	Control

- * Puede cursarse simultáneamente
- ** Pertenece a la Sección de Matemáticas
- *** Se requiere tener conocimiento de programación de computadoras digitales

618006	Métodos numéricos para computadoras	Matemáticas
611006	Teoría de redes	Planeación

h) Programas condensados:

601506 Confiabilidad

Desarrollo e importancia de la confiabilidad y mantenimiento de un sistema. Características fundamentales de la confiabilidad. Modelos de confiabilidad, análisis y estimación. Confiabilidad de equipos. Física de fallas. Confiabilidad estructural. Optimización de la redundancia. Métodos de círculo de la confiabilidad. Condiciones de explotación. Disponibilidad de un sistema. Casos de evaluación de confiabilidad y programas de demostración.

606806 Investigación de operaciones en la programación de inversiones

Naturaleza del problema de inversión de capital. Clasificación de los problemas de selección de inversiones. Desarrollo histórico de los modelos. Proceso de descuento y proceso de acumulación. Costo del capital. Criterios de evaluación de proyectos de inversión. Fuentes de financiamiento. Selección de proyectos sin restricciones presupuestales. Marco determinístico y marco probabilístico. Selección de inversiones con restricciones presupuestales. Proyectos independientes. Proyectos de inversión continua y discreta. Proyectos de uno y varios periodos de inversión. Selección estática y selección dinámica en marco determinístico.

tico y probabilístico. Proyectos dependientes. Modelo general. Dependencia económica, tecnológica y secuencial. Submodelos para diversos tipos de dependencia. Análisis de casos específicos.

608106 Método científico

Naturaleza del conocimiento. Naturaleza de la investigación científica. Métodos deductivos. Deducción y razonamientos informales. Validez y forma. Razonamiento condicional. Razonamientos de alternativas. Otras estructuras de proposiciones. Inferencias lógicas. Elementos del conocimiento. Estructura heurística del método empírico. Estructura heurística de la ciencia. Cánones del método empírico. Modelos de método científico. Modelos y analogías. Análisis y discusión de metodologías concretas de investigación. Seminario sobre aplicaciones.

607804 Metodología de la investigación de operaciones

Desarrollo histórico de la investigación de operaciones. Naturaleza de la investigación de operaciones. Diferencias, similitudes y relaciones entre la investigación de operaciones, la ingeniería de sistemas y la planeación. Enfoque de sistemas. Método científico. Formulación de problemas. Modelos: construcción de modelos. Obtención de la solución de modelos. Prueba de modelo y de la solución. Definir y medir. Implantación y control. Organización de las tareas de investigación. Práctica y desarrollo de la investigación de operaciones en México. Estudio y discusión de casos.

619106 Procesos estocásticos

Conceptos básicos. Descripciones de un proceso estocástico. Procesos con características especiales. Transformación de un proceso estocástico. Modelos básicos. Procesos de conteo. Procesos de Poisson. Procesos y cadenas de Markov. Procesos de renovación. Combinación de cadenas de Markov y procesos de renovación. Análisis armónico.

610106 Programación avanzada

Elementos de teoría de redes. Listas y árboles. Listas encadenadas. Búsqueda binaria. Búsqueda en localizaciones. Mapeos. Búsquedas en dos direcciones. Tablas de decisiones y árboles de decisiones. Memorias auxiliares. Métodos de acceso. Diferentes tipos de organización de archivos. Organización de programas. Estrategias de proceso. Manejo en memoria. Memorias dinámicas.

611806 Simulación digital

Modelos de simulación. Simulación de sistemas complejos. Simulación de procesos dinámicos. Selección de modelos. Uso de diferentes lenguajes de simulación y descripción detallada a sus elementos. Lenguajes GPSS, SIMSCRIPT y GASP II. Diseño de investigaciones mediante simulación. Simulación de sistemas de control en tiempo real. Ejemplos y aplicaciones.

6134XY Temas especiales de Investigación de Operaciones

Convexidad y optimización. Cursos Proyecto. Economía y optimización. Métodos de programación

lineal para grandes sistemas. Programación dinámica. Programación entera. Series de tiempo. Sistemas de información. Técnicas de muestreo. Teoría de decisiones con objetos múltiples.

613306 Teoría de decisiones

Probabilidad objetiva, subjetiva y lógica. Planteamiento filosófico y psicológico de la probabilidad subjetiva. Características de los problemas de decisión. Matriz de pagos. Estrategias puras, aleatorias y mixtas. Decisiones admisibles. Decisiones bayesianas. Criterios de decisión: minimax, máximo valor esperado, mínimo remordimiento, etc. Árbol de decisiones que maximiza el beneficio esperado. Valor esperado de la información perfecta e imperfecta. Funciones *a priori* y funciones conjugadas. Axiomas de von Neumann y Morgenstern. Funciones de utilidad. Equivalencia de loterías. Pago de certidumbre. Construcción de funciones de utilidad. Decisiones individuales y de grupo. Aplicaciones a muestreo secuencial. Fijación de precio de concursos, mantenimiento de equipos, implantación de industrias, selección de computadoras y selección de proyectos de beneficio social.

613206 Teoría de la espera

Características de los sistemas de espera y servicio. Terminología, notación y distribución relacionadas. Sistemas con servidor único, varios servidores, capacidad finita, prioridades de atención e impaciencia. Otros sistemas. Métodos de solución analítica: diferencial, integral, funciones generatrices. Problemas en la estimación de pará-

metros. Análisis económico. Análisis de sensibilidad. Problemas especiales: sistemas de espera bajo tiempo compartido, tráfico intenso, servicio aleatorio e interferencia de maquinaria. Técnicas no analíticas de solución. Simulación y diseño de cisternas de espera. Análisis y discusión de casos.

617506 Teoría y técnicas de optimización I

El problema de optimización: clasificación, modelos, métodos y aspectos computacionales. La programación lineal. Fundamentos matemáticos. Teoría de dualidad. Método primal del simplex. Problemas especiales. Variantes del método. Método de las dos fases; formas revisadas. Algoritmo dual. Método de pivotes complementarios. Técnicas para variables acotadas y técnicas de partición. Análisis de postoptimización. Conceptos básicos de teoría de redes. El problema de flujos restringidos y costo mínimo. Problemas especiales. El método de solución primal-dual.

613906 Teoría y técnicas de optimización II

Introducción. El problema de programación no lineal. Condiciones necesarias y suficientes de optimalidad. Teoría de dualidad. Interpretación geométrica y económica del problema dual. Concepto y propiedades básicas de un algoritmo. Teoremas de convergencia. Clasificación de los métodos de solución. Métodos de gradiente, direcciones conjugadas y de quasi-Newton. Métodos primales y primal-dual. Ventajas computacionales de los diferentes métodos de solución.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería Mecánica

Opciones: Diseño mecánico. Termociencias. Ingeniería de manufactura.

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 70
- b) Prerrequisitos:
 - b.1 Para la opción en Diseño mecánico:
0011 Estática y resistencia de materiales
 - b.2 Para las opciones en Termociencias e Ingeniería de manufactura:
0013 Termodinámica
- c) Requisitos sin crédito académico:
 - 0001 Redacción técnica
 - 0012 Dinámica
 - 0041 Matemáticas (Tema 1)*
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d) Asignaturas obligatorias:
 - d.1 Opción en Diseño mecánico:
 - 614406 Análisis y síntesis de mecanismos
 - 614609 Dinámica clásica
 - 616709 Matemáticas aplicadas I
 - d.2 Opción en Termociencias:
 - 616406 Fundamentos de la mecánica de fluidos
 - 616709s Matemáticas aplicadas I
 - 617089 Termodinámica general

* Para la opción en Termociencias se debe aprobar el Tema 2

- d.3 Opción en Ingeniería de manufactura:
 616709 Matemáticas aplicadas I
 616908 Metalurgia mecánica
 627906 Tratamientos térmicos

e) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teor.</i>	<i>Lab</i>	
614406	Análisis y síntesis de mecanismos	3		0011,0012 0041
601906	Convección de calor y masa	3		616709, 616406
603606	Difusión de calor y masa	3		616709
603506	Diseño gráfico por medio de computadora	3		
603106	Diseño mecánico mediante computadora			
604806	Fundamentos del diseño	3		
616908	Metalurgia mecánica	3	2	
610610	Proyecto de maestría	1	8	
610706	Radiación térmica	3		616709, 617809
6136XY	Temas especiales de Ingeniería Mecánica			
617809	Termodinámica general	4.5		0013
618904	Trabajo de investigación I			
619004	Trabajo de investigación II			
617906	Tratamientos térmicos	3		

f) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
601706	Control de procesos	Control
606706	Dinámica de sistemas elásticos	Mec. Teórica y Aplicada
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
603406	Diseño de instrumentos eléctricos	Control
615006	Estadística	Matemáticas
615306	Fenómenos de transporte	Petrolera
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	Mec. Teórica y Aplicada
605706	Ingeniería de sistemas	Control
615806	Introducción a la mecánica	Mec. Teórica y Aplicada
605506	Instrumentación neumática y de fluidos	Control
616106	Mecánica avanzada I	Estructuras
616908	Metalurgia mecánica	Mecánica
608207	Métodos de elasticidad lineal	Mec. Teórica y Aplicada
600107	Métodos experimentales	Mec. Teórica y Aplicada
618006	Métodos numéricos para computadora	Matemáticas
610309	Procesos estocásticos y aplicaciones	Inv. de Op.
610106	Programación avanzada	Inv. de Op.
612102	Seminario de mecánica	Mec. Teórica y Aplicada
611506	Sensores y actuadores	Control
611806	Simulación digital	Inv. de Op.

611706	Sistemas dinámicos no lineales	Control
608006	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	Mec. Teórica y Aplicada
6141XY	Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada	Mec. Teórica y Aplicada
613306	Teoría de decisiones	Inv. de Op.
603706	Teoría de la elasticidad lineal	Mec. Teórica y Aplicada
613206	Teoría de la espera	Inv. de Op.
618309	Teoría de la viscoelasticidad	Mec. Teórica y Aplicada
607209	Teoría del medio continuo	Mec. Teórica y Aplicada
617809	Termodinámica general	Mecánica

g) Programas condensados:

614406 Análisis y síntesis de mecanismos

Cinemática del cuerpo rígido en tres dimensiones: teoremas de Euler, fórmula de Rodríguez, teorema de Chasles. Eje instantáneo de rotación y el del tornillo instantáneo. Teorema de Aronhold-Kennedy. Observadores móviles. Teorema de Coriolis. Pares cinemáticos inferiores. Topología de mecanismos. Fórmula de Grübler-Kutzbach. Análisis de mecanismos espaciales. Transformaciones afines. Método de Denavit y Hartenberg. Otros métodos. Simulación cinemática de mecanismos. Síntesis de mecanismos para generación de función, conducción de cuerpos rígidos y generación de trayectoria. Introducción a la síntesis óptima de mecanismos.

601906 Convección de calor y masa

Ecuaciones fundamentales. Transferencia de calor en flujos laminares. Transferencia de calor en flujos turbulentos. Convección natural. Problemas especiales de transferencia de calor. Transferencia de masa.

603606 Difusión de calor y masa

Ecuaciones fundamentales de la conducción de calor. Problemas en una, dos y tres dimensiones en estado permanente. Problemas en estado no permanente. Problemas en estado no permanente. Métodos variacionales. Métodos de relajación. Simulación analógica. Principios fundamentales de la difusión de masa. Difusión en sólidos. Difusión en gases. Difusión en líquidos.

614609 Dinámica clásica

Cinemática de la partícula y del cuerpo rígido. Segunda Ley de Newton. Problemas con valores iniciales. Principios de conservación de la cantidad de movimiento lineal y angular y de la energía. Principios variacionales de la mecánica clásica. Coordenadas generalizadas. Ecuaciones de Lagrange, ecuaciones de Hamilton. Aplicaciones.

603506 Diseño gráfico por medio de computadora

Equipo de despliegado de imágenes: tubo de rayos catódicos y mesa graficadora. Generación de puntos y líneas. Archivos de despliegado, compiladores, transformaciones bidimensionales, "clipping" y "ventaneo", sistemas de transformación. Modo

interactivo de operación, dispositivos de alimentación de datos y de obtención y representación de resultados. Graficación de objetos tridimensionales.

603106

Diseño mecánico mediante computadora

Formulación del problema de diseño óptimo. Método gráfico de R.C. Johnson. Optimización de magnitud mediante computadora. Algoritmos de Box y paquete OPTIM. Algoritmos de Hooke y Jeeves, Davidon-Fletcher-Powell y de búsqueda aleatoria, paquete OPTISEP. Discretización de variables impuestas por la disponibilidad comercial de tamaños y capacidades de componentes. Regresiones polinomiales y no polinomiales para el manejo de información tabular y gráfica de catálogos de fabricantes. Selección automatizada para materiales óptimos. Búsqueda en las fronteras. Optimización de forma, métodos numéricos, introducción al cálculo de variaciones, ecuación de Euler-Lagrange. Simulación paquetes SAS II, SAS III y DYSIM. Optimización de configuración, paquete HTX.

604806

Fundamentos de diseño

El problema de diseño, su definición y su solución. Diferentes métodos de diseño. Generación de alternativas técnicas de sinéctica y de "brainstorm". Evaluación del diseño. Optimización. Diseño para la producción industrial. Elaboración de un diseño específico.

616908 Metalurgia mecánica

Propiedades mecánicas de los metales y aleaciones. Relaciones entre las propiedades mecánicas, la estructura cristalina y la microestructura. Aplicaciones de la cristalografía y de las teorías modernas de la plasticidad al estudio de la deformación y fractura de materiales metálicos usados en ingeniería.

610610 Proyecto de maestría

El estudiante participa en la realización de un proyecto de investigación y/o desarrollo, supervisado por un profesor. En esta asignatura se fomenta la creatividad y la iniciativa del estudiante en la solución de problemas concretos, ya sea en la elaboración de prototipos o bien en estudios teóricos y/o experimentales. Se pretende que el estudiante participe en la mayor parte de las fases de un proyecto, como son: conceptualización, análisis, síntesis, simulación, optimación, presentación gráfica, realización, pruebas, modificaciones e informe final. Se ha trabajado en proyectos tales como: arado vibratorio, vehículo repartidor urbano, máquina ensambladora de botes de cartón, optimación de forma en elementos de máquina, procesos de mezcla en flujos turbulentos, recristalización durante la laminación de aceros austeníticos, etc.

610706 Radiación térmica

Conceptos fundamentales. Propiedades del cuerpo negro. Propiedades de superficies no negras. Teoría electromagnética. Radiación entre superficies. Factores de configuración. Superficies grises difusas.

Superficies reflejantes. Radiación entre medios absorbentes, emisores y dispersivos. Espesor óptico. Ecuaciones de transferencia. Métodos aproximados de solución.

6136XY Temas especiales de Ingeniería Mecánica

Conversión de energía. Introducción a la bioingeniería. Teoría del corte de metales y aplicaciones.

617809 Termodinámica general

Repaso de conceptos de termodinámica clásica. Criterios de equilibrio. Termodinámica de procesos irreversibles. Introducción a la teoría cinética de los gases. Descripción estadística de sistemas de partículas. Métodos básicos de la mecánica estadística. Mecánica cuántica-estadística.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Principios de los tratamientos térmicos. Relación entre las microestructuras resultantes y las propiedades mecánicas. Recocido, normalizado, temple y revenido, austempering y martempering. Tratamientos térmicos de aceros al carbón y aleados, aceros para herramientas, aceros inoxidable y fundiciones de hierro. Atmósferas protectoras y tratamientos superficiales. Tratamientos térmicos de aleaciones no ferrosas de base aluminio y base cobre. Defectos en los tratamientos térmicos.

Maestría en Ingeniería (Mecánica de Suelos)

Doctorado en Ingeniería (Mecánica de Suelos)

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 70
- b) Número de créditos requerido para obtener el Doctorado: 178
- c) Prerrequisitos:
0014 Fundamentos de mecánica**
- d) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0015 Geología**
0041 Matemáticas (Tema 1)
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e) Asignaturas obligatorias:
615406 Geología aplicada a la ingeniería civil
615906 Introducción a la mecánica de medios continuos
616008 Laboratorio de mecánica de suelos
616709 Matemáticas aplicadas I
616509 Mecánica de suelos aplicada
616206 Mecánica de suelos I
616306 Mecánica de suelos II

**** Asignatura pendiente de aprobación por el Consejo Universitario**

f) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teo.</i>	<i>Antecedentes</i>
600806	Cimentaciones I	3	616306
602806	Dinámica de suelos	3	616306*
604306	Flujo de agua en suelos		616306*
615406	Geología aplicada a la ingeniería civil	3	
615906	Introducción a la mecánica de medios continuos	3	0041, 610709
616008	Laboratorio de mecánica de suelos	8	616206
607908	Mecánica de rocas	4	615906
616509	Mecánica de suelos aplicada	4.5	616306, 616008
616206	Mecánica de suelos I	3	
616306	Mecánica de suelos II	3	616206
808809	Presa de tierra y enrocamiento	4.5	616306
6125XY	Temas especiales de Mecánica de Suelos		
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de investigación II		

* Puede cursarse simultáneamente.

g) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
607209	Teoría del medio continuo	Mec. Teórica y Aplicada
617206	Teoría general de las estructuras I	Estructuras

h) Programas condensados:

600806 Cimentaciones I

Selección de cimentaciones de acuerdo con características estratigráficas y mecánicas del subsuelo. Criterio sobre hundimientos totales y diferenciales. Revisión de propiedades mecánicas del suelo. Cálculo de esfuerzos en la masa del suelo. Cálculo del estado de presión hidráulica en la masa del suelo. Capacidad de carga. Cimentaciones superficiales. Diseño de cimentaciones compensadas. Esfuerzos de contacto-interacción estructura-suelo.

602806 Dinámica de suelos

Introducción a la dinámica de suelos. Vibración de sistemas de un grado de libertad. Introducción a la teoría de propagación de ondas en un medio elástico. Teoría para una masa rígida sobre un cuerpo elástico. Modelos de masas concentradas. Propiedades dinámicas de los suelos. Filtración de ondas y aislamiento de vibraciones. Vibración de sistemas de múltiples grados de libertad. Efecto

de los temblores en la respuesta dinámica de los suelos. Efecto de las condiciones locales de suelos en los movimientos durante un temblor. Efecto de las cimentaciones sobre estructuras. Licuación de suelos granulares. Comportamiento dinámico de taludes y de presas de tierra. Dosificación de suelos mediante vibraciones. Modelos físicos en dinámica de suelos. Comportamiento dinámico de estructuras subterráneas.

604306 Flujo de agua en suelos

Flujo de agua en presas. Flujo de agua en suelos heterogéneos y anisotrópicos. Analogía eléctrica y relajación. Tubificación y ebullición de las arenas. Casos especiales de flujo no establecido. Electrósmosis. Pozos de bombeo. Abatimiento del nivel freático de cimentaciones.

615406 Geología aplicada a la ingeniería civil

Introducción. Clasificación e identificación de las rocas. Los fenómenos geológicos. Las aguas subterráneas. Movimientos en masa del suelo y fenómenos relacionados con ellos. Métodos de exploración. La geología en la construcción de presas. La geología en la construcción de túneles y obras subterráneas. La geología en la construcción de canales. La geología en la construcción de carreteras. Obras portuarias.

615906 Introducción a la mecánica de medios continuos

Conceptos fundamentales. Concepto del medio continuo. Propiedades mecánicas del medio continuo. Ecuaciones constitutivas y analogías. Es-

fuerzos, deformaciones: esfuerzos, deformaciones y flujos. Ecuaciones de campo. Fundamentos de las teorías de la electricidad y de la plasticidad. Fundamentos de la mecánica de fluidos. Problemas de elasticidad lineal. Métodos variacionales. Complementos de plasticidad. Viscoelasticidad lineal. Tópicos adicionales: mecánica no lineal y/o aplicaciones diversas.

616008 Laboratorio de mecánica de suelos

Pruebas de laboratorio. Identificación de suelos. Discusión de aspectos prácticos de la mecánica de suelos.

607908 Mecánica de rocas

Generalidades. Las muestras de roca. Propiedades. Índices de las rocas. Resistencia de deformabilidad. Criterios de falla. Las masas rocosas. Pruebas de campo. Aplicaciones.

616509 Mecánica de suelos aplicada

Empuje de tierras. Estabilidad de taludes. Cimentaciones. Excavaciones profundas. Temas especiales.

616206 Mecánica de suelos I

Introducción. Proceso de formación de los suelos y sus relaciones con las propiedades mecánicas. Definición y usos de las relaciones volumétricas y gravimétricas entre las fases de un suelo. Influencia de las características de los granos en el comportamiento mecánico de los suelos. Plasticidad y capilaridad en suelos finos. Relaciones entre la

estructura de los suelos y sus propiedades mecánicas. El sistema unificado de clasificación de suelos. Definición, uso y determinación de la permeabilidad de los suelos. Esfuerzos efectivos y esfuerzos neutros en suelos no compresibles. Discusión, uso y cuantificación de la deformabilidad y la compresibilidad de suelos. Esfuerzos efectivos y neutros en suelos compresibles. Mecanismos de resistencia de los suelos. Compactación de suelos.

616306 Mecánica de suelos II

Distribución de presiones en el suelo. Análisis de asentamientos. Muros de retención. Aplicaciones de las teorías de elasticidad y plasticidad a problemas de cimentación. Capacidad de carga y cimentaciones poco profundas. Cimentación por cilindros y pilotes. Tablestacas. Estabilidad de taludes.

609409 Presas de tierra y enrocamiento

Factores que influyen en la selección del tipo de presa. Características generales y elementos constitutivos de una presa de tierra y/o enrocamiento. Criterios de diseño. Selección de las boquillas y exploraciones. Tratamiento de la cimentación y los empotramientos. Enrocamiento. Naturaleza, causas e importancia de las fallas. Análisis de estabilidad. Análisis de flujo de agua. Compactación y propiedades mecánicas de los suelos finos. Compactación y propiedades mecánicas de los enrocamientos. Instrumentación y estudio del comportamiento.

6125XY Temas especiales de Mecánica de Suelos

Estos varían de semestre en semestre, ya que son ofrecidos en función del interés de profesores y alumnos en determinado momento. Algunos de estos son: Seminario de cimentaciones I. Seminario de cimentaciones II. Seminario de mecánica de medios continuos. Pavimentos. Mecánica de suelos aplicada a las vías terrestres. Seminario sobre diseño y construcción de presas y enrocamiento. Seminario de dinámica de suelos. Métodos numéricos aplicados a mecánica de suelos.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería Mecánica Teórica y Aplicada

Doctorado en Ingeniería Mecánica Teórica y Aplicada

Opciones: Sólidos. Fluidos. Sistemas dinámicos.

a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 70

Número de créditos requerido para obtener el Doctorado:
178

b) Prerrequisitos comunes a la Maestría y al Doctorado:
0011 Estática y resistencia de materiales

c) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0041 Matemáticas (Tema 1)
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)

d) Asignaturas obligatorias para la Maestría:
614609 Dinámica clásica
615806 Introducción a la mecánica
616709 Matemáticas aplicadas I

e) Asignaturas obligatorias para el Doctorado:
618509 Matemáticas aplicadas II
607209 Teoría del medio continuo

f) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem</i> <i>Teo. Lab.</i>		<i>Antecedentes</i>
614609	Dinámica clásica	4.5		0011, 0012 ó 615806
606706	Dinámica de sistemas elásticos	3		
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos	3		0041
615806	Introducción a la mecánica	3		
608207	Métodos de la elasticidad lineal	2	3	603706
600107	Métodos experimentales	3	1	0011 ó 615806, 0041
612102	Seminario de mecánica			
6141XY	Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada			
608006	Temas avanzados de la mecánica de fluidos	3		616406
603706	Teoría de la elasticidad lineal	3		0011 ó 615806, 0041
609309	Teoría de la plasticidad	4.5		0011, ó 0041, 615806
607209	Teoría del medio continuo	4.5		615806, 616709
618309	Teoría de la viscoelasticidad	4.5		0012 ó 615906, 0041
618904	Trabajo de investigación I			
619004	Trabajo de investigación II			

g) Otras asignaturas recomendables.

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
614406	Análisis y síntesis de mecanismos	Matemáticas
615609	Circuitos electrónicos analógicos	Electrónica
615709	Circuitos electrónicos digitales	Electrónica
601706	Control de procesos	Control
614706	Dinámica de procesos industriales	Control
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
0096	Elementos de programación de computadoras electrónicas	Matemáticas
604006	Estimación y filtrado	Control
604409	Fenómenos transitorios de la hidráulica	Hidráulica
615509	Hidráulica general	Hidráulica
605706	Ingeniería de sistemas	Control
605306	Ingeniería sísmica I	Estructuras
606306	Ingeniería sísmica II	Estructuras
618509	Matemáticas aplicadas II	Matemáticas
616106	Mecánica avanzada I	Estructuras
608106	Método científico	Inv. de Op.
618006	Métodos numéricos para computadoras	Matemáticas
607606	Métodos operacionales	Eléctrica
607306	Modelos hidráulicos	Hidráulica
609006	Optimización de sistemas dinámicos I	Control
609106	Optimización de sistemas dinámicos II	Control
617106	Probabilidad	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
619106	Procesos estocásticos	Matemáticas
610309	Procesos estocásticos y aplicaciones	Inv. de Op.
610106	Programación avanzada	Inv. de Op.

611606	Simulación de sistemas dinámicos	Control
611806	Simulación digital	Inv. de Op.
611706	Sistemas dinámicos no lineales	Control
617206	Teoría general de las estructuras I	Estructuras
612306	Teoría general de las estructuras II	Estructuras
617506	Teoría y técnicas de optimización I	Inv. de Op.
613906	Teoría y técnicas de optimización II	Inv. de Op.
617809	Termodinámica general	Mecánica

h) Programas condensados:

614609 Dinámica clásica

Cinemática de la partícula y del cuerpo rígido. Segunda Ley de Newton. Problemas con valores iniciales. Principios de conservación de la cantidad de movimiento lineal y angular y de la energía. Principios variacionales de la mecánica clásica. Coordenadas generalizadas. Ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Hamilton. Aplicaciones.

606706 Dinámica de sistemas elásticos

Sistemas discretos. Vibraciones libres con amortiguamiento y sin él. Excitación periódica. Excitación arbitraria. Cuerdas. Vibraciones libres y forzadas. Vibraciones longitudinales en barras. Teoría de Love. Teoría de Pochhammer-Chree. Soluciones por transformada de Laplace. Vigas. Teoría de Rayleigh. Teoría de Timoshenko. Métodos aproximados. Método de Myklestad para vigas. Membranas. Ecuaciones de movimiento. Placas. Método de Reisman para vibraciones forzadas. Cascarones. Velocidades críticas. Efectos giros-

copio y de desbalanceo. Análisis generalizado de un rotor.

616406 Fundamentos de la mecánica de fluidos

Sinopsis histórica. Conceptos fundamentales. Problemas axisimétricos. Teoremas de análisis límite y aplicaciones. Aplicaciones a problemas de estructuras, mecánica de suelos y formado de metales. Teorías de plasticidad para vigas, placas y cascarones. Diseño óptimo.

615806 Introducción a la mecánica

Cinemática. Vector desplazamiento de un punto. Deformación de un medio continuo. Descomposición polar del gradiente de deformación. Descomposición cartesiana del gradiente de velocidad. Ecuaciones del movimiento. Energía cinética. El tensor de inercia. Ecuaciones del impulso y la cantidad de movimiento y del trabajo y de la energía. Termodinámica de la deformación. Ecuaciones constitutivas. El cuerpo linealmente elástico. El fluido perfecto y el fluido linealmente viscoso. Equilibrio estático. El problema de St. Venant. Estructuras hiperestáticas. Aplicaciones a la teoría de vigas. Pandeo. Dinámica de la partícula y del cuerpo rígido. El péndulo. El oscilador armónico. Movimiento plano. Movimiento general. Dinámica de los medios continuos. Soluciones especiales a problemas del movimiento del sólido linealmente elástico, del fluido perfecto y del fluido linealmente viscoso. Aplicaciones al flujo potencial. Vibración en vigas y barras elásticas.

608207

Métodos de la elasticidad lineal

Representaciones diversas de las soluciones al problema elástico lineal. Funciones de esfuerzo y potenciales de desplazamiento. Funciones de Green. El método de la variable compleja. El método del hipercírculo. El método del elemento finito. Métodos variacionales.

600107

Métodos experimentales

Presentación de conceptos básicos y principios en el diseño y uso de instrumentos para medir diversas magnitudes físicas. Mediciones de desplazamientos y deformaciones unitarias. Mediciones estáticas y dinámicas. Análisis del comportamiento dinámico de instrumentos. Principios de operación y características de los instrumentos para medir temperatura, presión y flujo. Teorías de similitud y análisis dimensional. Criterios para la generación y modelos distorsionados. Diversos métodos. Simulación analógica. Diversos tipos de analogías. Conceptos básicos para el uso de calculadoras analógicas. Modelado y escalamiento de sistemas.

612102

Seminario de mecánica

Se ofrece una serie de conferencias sobre investigaciones que se encuentran en desarrollo o que se han desarrollado dentro de los diferentes campos de la ingeniería relacionados con la mecánica.

6141XY

Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada

Se ofrece la oportunidad de profundizar en ciertos temas de mecánica de sólidos, mecánica de flui-

dos y sistemas dinámicos a aquellos estudiantes que muestren particular interés en algún campo determinado. Se ofrecerán estudios en métodos estadísticos (con aplicaciones a problemas de ruptura), sistemas dinámicos con parámetros distribuidos, aplicaciones del método de elemento finito, métodos perturbatorios en mecánica de fluidos, turbulencia, fluídica, elasticidad no lineal y estabilidad dinámica de medios continuos.

608006 Temas avanzados de la mecánica de fluidos

Profundización en uno o varios de los temas estudiados en fundamentos de la mecánica de fluidos.

603706 Teoría de la elasticidad lineal

Desplazamiento y deformación. Gradiente de desplazamiento y de deformación. El principio del esfuerzo debido a Cauchy. Ecuación constitutiva del sólido linealmente elástico. Ecuación de movimiento. Teoremas de reciprocidad. El problema elástico: existencias y unicidad de la solución. Problemas estáticos de elasticidad. Estado plano de esfuerzo y de deformación. Problemas tridimensionales de valores en la frontera. Termodinámica del sólido linealmente elástico.

609309 Teoría de la plasticidad

Antecedentes físicos. Fundamentación de la teoría. El material plástico ideal. Criterios de fluencia y relaciones esfuerzo-deformación para materiales perfectamente plásticos y con endurecimiento en la deformación. Materiales estables, teoremas de unicidad. Principios variacionales y extremales.

Torsión plástica y flexión. Teoría de deformaciones planas y de flujo incipiente en metales y sólidos.

607209 Teoría del medio continuo

Cuerpos y movimiento. Cinemática. Cambios de observador. Fuerzas. Ecuaciones constitutivas. Materiales simples. Restricciones internas. Movimientos homogéneos. El grupo de isotropía. Sólidos, materiales isotrópicos, fluidos, cristales. Flujo viscométrico. Materiales elásticos. Hipoeelasticidad e hiperelasticidad. Memoria evanescente. Termodinámica de la deformación.

618309 Teoría de la viscoelasticidad

Caracterización de los materiales viscoelásticos y fundamentación termodinámica de la ecuación constitutiva. Ecuaciones constitutivas hereditarias lineales. Ecuaciones constitutivas en forma integral y en forma diferencial. Teoría quasi-elástica. Teoremas de representación integral. Unicidad. Propagación de ondas en medios viscoelásticos. Nociones de viscoelasticidad no lineal.

618904 Trabajo de investigación I

619004 Trabajo de investigación II

Bajo la coordinación de un profesor o grupo de profesores, los alumnos llevan a cabo una labor de investigación específica, con el objeto de sentar bases metodológicas en lo referente a investigación.

Maestría en Ingeniería Petrolera

Doctorado en Ingeniería Petrolera

Opciones: Física de Yacimientos. Producción. Perforación.

- a) Número de créditos para obtener la Maestría: 72
- b) Número de créditos para obtener el Doctorado: 187
- c) Prerrequisitos:
Haber terminado íntegramente el ciclo profesional en alguna carrera de ingeniería o en un campo afín. El Jefe de la División aprobará la solicitud del candidato, indicándole las asignaturas adicionales que deba cursar.
- d) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0041 Matemáticas (Tema 2)
0093 Fisicoquímica
0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- e) Asignaturas obligatorias para la Maestría:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem. Teór. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
615306	Fenómenos de transporte	3	
616709	Matemáticas aplicadas I	4.5	0041

f) Asignaturas obligatorias para el Doctorado:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem. Teór. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
618106	Diseño de experimentos	3	
615006	Estadística	3	
618509	Matemáticas aplicadas II	4.5	616709
608106	Método científico	3	

g) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem. Teór. Lab.</i>	<i>Antecedentes</i>
627706	Análisis de pruebas de presión	3	
600606	Análisis de rentabilidad de proyectos de ingeniería petrolera	3	0096
813706	Aspectos prácticos de la simulación de yacimientos	3	814106
813806	Caracterización de yacimientos	3	604206
600706	Control de procesos de manejo de hidrocarburos	3	
628906	Diseño de instalaciones superficiales de producción	3	
615306	Fenómenos de transporte	3	
627806	Fisicoquímica y termodinámica de los hidrocarburos	3	
627906	Flujo de fluidos a través de medios porosos	3	616709

416106	Flujo multifásico en tuberías	3	
606406	Fracturamiento hidráulico	3	0041, 0093
628606	Fundamentos de simulación de yacimientos	3	
628106	Geología avanzada del petróleo	3	
628806	Ingeniería de yacimientos de gas	3	
608306	Manejo de gas	3	0093
608406	Mecánica de yacimientos	3	
608506	Métodos de simulación		0096
609206	Optimización de redes de recolección	3	
606606	Perforación avanzada	3	0041, 0093
814006	Procesos avanzados de transferencia	3	615306
628306	Recuperación mejorada de hidrocarburos	3	
611106	Recuperación secundaria	3	608406
628406	Recuperación térmica	3	
628506	Registros geofísicos de pozos	3	
814106	Simulación avanzada de yacimientos	3	
416206	Sistemas artificiales de producción I	3	
416306	Sistemas artificiales de producción II	3	416206
628706	Sistemas de depósitos	3	
628206	Técnicas avanzadas de perforación	3	606606
6135XY	Temas especiales de Ingeniería Petrolera		

h) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
614509	Algebra lineal	Matemáticas
617406	Desarrollo económico I	Planeación
602106	Diseño avanzado de estructuras de acero I	Estructuras
604409	Fenómenos transitorios en la hidráulica	Hidráulica
604806	Fundamentos del diseño	Mecánica
618406	Hidrología subterránea	Hidráulica
605706	Ingeniería de sistemas	Control
605506	Instrumentación neumática de fluidos	Control
813906	Mecánica avanzada de yacimientos	Petrolera
607908	Mecánica de rocas	Mecánica de Suelos
607804	Metodología de la investigación de operaciones	Investigación de Operaciones
600107	Métodos experimentales	Mécanica Teórica y Aplicada
618006	Métodos numéricos para computadoras	Matemáticas
611506	Sensores y actuadores	Control

i) Programas condensados:

609206 Análisis de pruebas de presión

Teorías básicas del análisis de presiones. Flujo de una fase y multifásico. Soluciones para flujo radial. Principio de superposición. Análisis convencional de pruebas de incremento, decremento, gasto varia-

ble. Análisis moderno o pruebas de interferencia entre pozos y pruebas pulsantes. Efectos de heterogeneidades y geometrías de flujo. Análisis automático. Aspectos prácticos.

600606 Análisis de rentabilidad de proyectos de ingeniería petrolera

Revisión de los conceptos de interés, ganancia, tasa de ganancia, porcentaje de ganancia, inversión inicial, periodo de cancelación y periodo de restitución. Costos. Análisis de riesgo e incertidumbre. Métodos de optimización. Análisis y evaluación de proyectos específicos; uso de modelos matemáticos.

813706 Aspectos prácticos de la simulación de yacimientos

Definición del problema y selección del modelo idóneo. Manejo de información requerida por el modelo. Mallas de un modelo; selección. Permeabilidades pseudorrelativas. Comportamiento de un pozo. Calibración del modelo. Simulación composicional.

813806 Caracterización de yacimientos

Propiedades básicas de una formación. Definición de un yacimiento. Heterogeneidades, tipos, determinación. Anisotropía y estratificaciones. Uso de trazadores en la caracterización de un yacimiento. Yacimientos naturalmente fracturados. Análisis integral de datos geológicos, geofísicos, de presión, de trazadores y de laboratorio.

600706 Control de procesos de manejo de hidrocarburos

Aplicaciones de ecuaciones diferenciales y transformada de Laplace a los procesos de hidrocarburos. Sistemas de control que pueden ser descritos por ecuaciones diferenciales lineales de primer y de segundo orden. Sistemas en serie. Sistemas cerrados. Estabilidad de los sistemas de control. Control de flujo, presión y niveles de líquido en oleoductos, gasoductos, estaciones compresoras y estaciones de desemulsificación. Control por medio de computadoras. Sistemas de control no lineales.

628906 Diseño de instalaciones superficiales de producción

Tuberías de producción y descarga de un pozo. Estaciones de separación gas-líquido. Estaciones de bombeo y compresión. Transporte en ductos. Deshidratación y desalado de crudos.

615306 Fenómenos de transporte

Dinámica de fluidos. Balances de masa, energía y momentum. Comportamiento de fluido. Mediciones de flujo. Flujo de fluidos incompresibles. Redes de distribución. Máquinas hidráulicas. Transferencia de calor. Conducción y convección. Transferencia de masa. Difusión. Transferencia de masa con flujo laminar y turbulento.

604706 Fisicoquímica y termodinámica de hidrocarburos

Conceptos termodinámicos básicos y su aplicación. Comportamiento PVT de sistemas de componente puro. Comportamiento PVT de sistemas multicom-

ponentes. Ecuaciones de estado y comportamiento de gases. Tipos de yacimientos y comportamiento característico de sus fluidos. Muestreo de yacimientos de gas y condensado. Cálculos de separación flash y evaluación de constantes de equilibrio de fase en sistemas multicomponentes.

627906 Flujo de fluidos a través de medios porosos

Ecuación de Darcy. Fenómenos capilares. Ecuaciones de flujo permanente. Ecuaciones de flujo transitorio. Flujo multifásico y sus aplicaciones. Flujo turbulento. Fenómenos de dispersión. Aspectos prácticos.

416106 Flujo multifásico en tuberías

Propiedades de los fluidos. Principio de flujo multifásico en tuberías. Tuberías horizontales. Tuberías verticales. Tuberías inclinadas. Restricciones. Problemas especiales y casos prácticos.

606406 Fracturamiento hidráulico

Teoría de fracturamiento hidráulico. Proyecto de estimulaciones por fracturamiento hidráulico. Fracturamiento por acidificación. Técnicas de laboratorio para la determinación de parámetros básicos de diseño. Selección de materiales.

628606 Fundamentos de la simulación de yacimientos

Conceptos de la ingeniería de yacimientos utilizados en el modelado. Formulación de las ecuaciones

del simulador. Solución de las ecuaciones. Flujo monofásico. Aspectos prácticos.

628106 Geología avanzada del petróleo

Criterios fundamentales en la interpretación geológica. Tectónica de placas. Sedimentación. Origen del petróleo. Comparación de sedimentos.

628806 Ingeniería de yacimientos de gas

Ecuación de balance de materia para yacimientos de gas seco. Yacimientos de gas y condensado. Simulación de yacimientos de gas. Análisis de presiones en pozos de gas. Pruebas de potencial. Cálculo de presiones y de gastos en tuberías. Desarrollo óptimo. Aspectos prácticos.

608306 Manejo de gas

Comportamiento cualitativo de fases. Propiedades del gas natural y de los hidrocarburos volátiles. Conceptos básicos de termodinámica. Cálculos de equilibrio entre líquido y vapor. Comportamiento de los sistemas agua-hidrocarburos. Hidratos. Pruebas de potencial en pozos de gas. Cálculos de flujo y compresión. Medición de flujo. Separación de gas y condensados. Acondicionamiento del gas.

608406 Mecánica de yacimientos

Introducción a la ingeniería de yacimientos. Propiedades de fluidos y de medios porosos. Clasificación y mecanismos de producción de los yacimientos. Flujo de fluidos a través de medios porosos. Simulación del comportamiento de yaci-

mientos. Daño y estimulación de pozos. Análisis del comportamiento de la presión de pozos. Introducción a los métodos de recuperación secundaria. Aplicación de los métodos de ingeniería de yacimientos en la optimización de la explotación de yacimientos.

813906 Mecánica avanzada de yacimientos

Métodos básicos de la ingeniería de yacimientos. Comportamiento de yacimientos de aceite con empuje de gas disuelto. Yacimientos semiagotados. Modelos de entrada de agua. Interferencia entre pozos y yacimientos. Declinación de la producción de pozos. Aplicaciones de técnicas de optimización en la producción de hidrocarburos. Aspectos prácticos.

608506 Métodos de simulación

Reseña del análisis numérico con aplicaciones a problemas de la ingeniería petrolera. Interpolación. Integración. Ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. Simulación de flujo en medios porosos y en tuberías. Simulación de problemas de ingeniería petrolera. Método de diferencias finitas en ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Estabilidad. Convergencia. Análisis de error. Introducción al método de elemento finito. Aplicaciones.

609206 Optimización de redes de recolección

Conceptos fundamentales de la teoría de gráficas. Maximización del flujo en redes. Teorema del flujo máximo. Camino crítico. Diseño económico de

la malla. Flujo en régimen permanente. Flujo en régimen variable. Optimización de los diámetros de tubería para minimizar costos de operación, inversión y compresión.

606606

Perforación avanzada

Química e hidráulica de los fluidos de perforación. Diseño de sargas de perforación. Relación peso-velocidad para maximizar la penetración. Planeación óptima de las operaciones de perforación.

814006

Procesos avanzados de transferencia

Procesos de transferencia de cantidad de movimientos. Flujo turbulento y capa límite. Transferencia de calor. Conducción, convección y radiación. Transferencia de masa. Difusión molecular. Procesos combinados de transferencia.

611106

Recuperación secundaria

Teoría de desplazamiento inmiscible (agua y gas). Eficiencia de barrido. Estratificación. Flujo cruzado. Inyectividad de pozos. Inestabilidad. Movilidad. Aspectos termodinámicos de la inyección de gas seco y licuado. Fundamentos de desplazamiento miscible. Diseño del proyecto. Métodos mejorados de recuperación secundaria.

628306

Recuperación mejorada de hidrocarburos

Teoría del desplazamiento miscible. Inyecciones de CO_2 . Mejoramiento de la recuperación de aceite mediante el control de la relación de movilidades. Inyección de soluciones de polímeros. Uso de

sulfonatos y microemulsiones en procesos combinados. Desplazamiento de aceites pesados usando inyecciones de agua cáustica. Criterios para la selección de un área para la implantación de una prueba piloto en un yacimiento. Fundamentos de recuperación térmica.

628406 Recuperación térmica

Teoría de la inyección de fluidos calientes. Propiedades térmicas de los fluidos y de las rocas. Propiedades del agua y del vapor. Instalaciones superficiales, tratamiento de agua, generación de vapor, pérdidas de calor y caídas de presión en tuberías superficiales. Terminación de pozos. Inyección de vapor; cíclica y continua. Inyección de agua caliente. Combustión *in situ*: combustión directa, combustión inversa, otras variantes. Recuperación de aceite pesado: lutitas aceitíferas, arenas bituminosas.

628506 Registros geofísicos de pozos

Análisis de núcleos. Funcionamiento y aplicación de los principales tipos de sondas medidoras de resistividad, potencial natural, velocidad de transmisión del sonido, radioactividad natural e inducida, densidad, echado y temperatura de la formación. Integración de los parámetros medidos con los registros para la cuantificación de porosidad, saturación y permeabilidad en rocas carbonatadas y terrígenas. Análisis cualitativo de registros en la determinación de ambientes sedimentarios que permita delimitar, en tres dimensiones, la distribución, forma e interrelaciones de los cuerpos productores de petróleo.

814106 Simulación avanzada de yacimientos

Flujo de gas. Ecuaciones de flujo multifásico composicional. Formulación integral de problemas de flujo multifásico. Solución de las ecuaciones de flujo multifásico. Simulación de un pozo. Aspectos prácticos.

416206 Sistemas artificiales de producción I

Comportamiento de formaciones productivas. Pozos de flujo natural. Aplicación de curvas de gradiente. Flujo intermitente. Principios de levantamiento artificial por gas. Diseño de aparejos superficiales y subsuperficiales de bombeo neumático. Bombeo continuo. Bombeo intermitente. Inyección múltiple.

416306 Sistemas artificiales de producción II

Bombeo mecánico; diseño de aparejos. Análisis carga-desplazamiento. Bombeo hidráulico; diseño de aparejos. Análisis de cargas. Eficiencias de levantamiento artificial.

628706 Sistemas de depósito

Procesos sedimentarios e interrelaciones en sistemas dominados por sedimentos plásticos terrígenos, biogénicos (carbonatos), y evaporíticos (sal, yeso, etc). Distribución, interrelaciones y características sedimentarias de facies resultantes a escala macroscópica regional. Aplicación de los sistemas de depósito recientes, como modelos al estudio de depósitos antiguos. La distribución de recursos minerales en las facies componentes

de los diferentes sistemas, así como las interrelaciones y distribución de tales sistemas en unidades de mayor rango serán considerados en el análisis de cuencas sedimentarias.

628206 Técnicas avanzadas de perforación

Presiones anormales; su origen, naturaleza y detección. Terminación del pozo. Perforación con aire, gas y espumas. Perforación direccional. Pozos térmicos. Perforación marina; técnicas y sistemas especiales. Problemas del ácido sulfhídrico. Economía de la perforación.

Maestría en Ingeniería (Planeación)

- a) Número de créditos requerido para obtener la Maestría: 72
- b) Prerrequisitos:
0041 Matemáticas (Tema 1)
- c) Requisitos sin crédito académico:
0001 Redacción técnica
0043 Probabilidad y estadística**
0071 Economía**
0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas**
Un idioma (alemán, francés, inglés o ruso)
- d) Asignaturas obligatorias:
617406 Desarrollo económico I
614906 Evaluación de proyectos
616709 Matemáticas aplicadas I ó 614509 Algebra lineal
617106 Probabilidad
617506 Teoría y técnica de optimización I
- e) Asignaturas regulares del plan de estudios:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem.</i>		<i>Antecedentes</i>
		<i>Teór.</i>		
605406	Análisis económico	3		617506, 0071
617406	Desarrollo económico I	3		0041, 0071
613006	Desarrollo económico II	3		604106
604106	Econometría	3		0071, 605406, 0096, 615006, 617406

** Deberá aprobarse a más tardar el primer semestre de la Maestría

614906	Evaluación de proyectos	3	0041, 617506, 617406*
608606	Modelos de sistemas urbanos	3	0096, 617506, 617406
610406	Planeación y sistemas sociales	3	0041, 0043 0071
6131XY	Temas especiales de Planeación		
611006	Teorías de redes	3	0041, 616709, 617506
618904	Trabajo de investigación I		
619004	Trabajo de Investigación II		

f) Otras asignaturas recomendables:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Sección</i>
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
618106	Diseño de experimentos	Matemáticas
6134XY	Economía y optimización	Investigación de Operaciones
605706	Ingeniería de sistemas	Control
606806	Investigación de operaciones en la programación de inversiones	Investigación de Operaciones
619106	Procesos estocásticos	Investigación de Operaciones
610106	Programación avanzada	Investigación de Operaciones
6134XY	Series de tiempo	Investigación de Operaciones
611806	Simulación digital	Investigación de Operaciones

* Puede cursarse simultáneamente

6134XY	Sistemas de información	Investigación de Operaciones
6134XY	Técnicas de muestreo	Investigación de Operaciones
613306	Teoría de decisiones	Investigación de Operaciones
6134XY	Teoría de decisiones con objetivos múltiples	Investigación de Operaciones
613906	Teoría y técnicas de optimización II	Investigación de Operaciones

g) Programas condensados:

605406 Análisis económico

Técnicas de investigación. Análisis económico de los procesos productivos. Relaciones económicas interindustriales. Fundamentos, economía industrial, teoría económica de la producción, economía interindustrial. Modelos de análisis.

617406 Desarrollo económico I

Aspectos históricos. Factores que determinan el desarrollo económico. Principales instrumentos de análisis. Conceptos, características y medición del desarrollo; aspectos históricos, factores de desarrollo, contabilidad nacional, insumo-producto, fuentes y usos de fondos, balanza de pagos, cuentas monetarias y metodología estadística.

613006 Desarrollo económico II

Alcances y limitaciones, modelos de crecimiento y desarrollo económico. Teorías y modelos en econo-

mía, modelos de crecimiento económico, modelos de desarrollo económico, modelos de formación de capital, problemas de la estrategia en la asignación de recursos. El enfoque de la CEPAL.

604106 Econometría

Conceptos y herramientas empleados para el estudio y análisis de la información estadística. Concepto de modelo. Modelo de regresión múltiple. Errores. Autocorrelación. Multicolinealidad, heterocedasticidad, variables desfasadas, variables auxiliares. Modelos multiecuacionales. Modelos econométricos.

614906 Evaluación de proyectos

Conceptos y herramientas empleados en el análisis de la viabilidad socioeconómica de los proyectos de ingeniería. Análisis de sistemas. Objetivos. Generación de alternativas. Costos. Relaciones beneficio-costos y otros criterios de evaluación.

608606 Modelos de sistemas urbanos

Actividades económicas y sociales que integran un sistema urbano. Diagnóstico y análisis de los problemas causados por la complejidad de las interrelaciones de actividades de tipo económico, político, social, de transporte y servicios. Uso del suelo y transporte. Problemas metodológicos y técnicos. Problemas de organización. Sistemas interactivos. Gobierno urbano.

610406 Planeación y sistemas sociales

Efectos que el cambio debido a la introducción de innovaciones produce en los sistemas sociales. Conceptos. Sociología y teoría de sistemas. Fases del cambio planificado. Difusión de innovaciones y método de investigación.

611006 Teoría de redes

Propiedades y aplicaciones de las redes para encontrar las mejores soluciones a problemas de asignación de recursos. Conceptos, matrices, trayectorias óptimas, redes, sensibilidad, juegos árboles-arborescencias.

6131XY Temas especiales de Planeación

Administración y finanzas. Análisis de sistemas I. Análisis de sistemas II. Desarrollo rural. Laboratorio de sistemas. Planeación agropecuaria I. Planeación agropecuaria II. Planeación de sistemas. Planeación económica y social. Planeación educativa I. Planeación educativa II. Planeación Industrial I. Planeación industrial II. Planeación prospectiva. Planeación regional I. Planeación regional II. Planeación urbana I. Planeación urbana II. Técnicas discretas en la ingeniería de sistemas.

Sección de Matemáticas

- a) Esta sección no ofrece grados académicos. Las asignaturas que se imparten pueden ser cursadas por cualquier alumno de la División, de acuerdo con su plan de estudios particular, autorizado por el Coordinador de la sección correspondiente.

Para cursar cualquiera de las asignaturas con crédito académico de esta sección, es requisito indispensable haber aprobado el tema correspondiente del curso 0041 Matemáticas.

- b) Asignaturas que se ofrecen con regularidad

Clave	Nombre de la asignatura	Hs/Sem.	
		Teo.	Antecedentes
614509	Algebra lineal	4.5	0041
615006	Estadística	2	617006, 617106
616709	Matemáticas aplicadas I	4.5	0041
618006	Métodos numéricos para computadoras*	3	616709
617106	Probabilidad	3	0043, 0041
617006	Probabilidad y estadística I	3	0043, 0041
619106	Procesos estocásticos	3	617106

* Se requiere tener conocimientos de programación de computadoras digitales

c) Asignaturas que se ofrecen de acuerdo con la demanda:

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la asignatura</i>	<i>Hs/Sem Teo.</i>	<i>Antecedentes</i>
618106	Diseño de experimentos		617006 ó 617106
618509	Matemáticas aplicadas II	4.5	616709
616809	Métodos matemáticos	4.5	0041
6188XY	Temas especiales de Matemáticas		0041

d) Programas condensados:

614509 Álgebra lineal

Espacios vectoriales. Definiciones. Combinación lineal. Dependencia lineal. Bases y dimensión de un espacio vectorial. Subespacios. Variedades lineales. Ejemplos y aplicaciones. Matrices y sus propiedades. Definiciones. Matriz y traspuesta, simétrica, inversa, positiva, definida y otras. Caracterizaciones equivalentes. Operaciones con matrices. Ejemplos y aplicaciones. Sistemas de ecuaciones lineales. Existencia de soluciones. Métodos de solución. Aplicaciones. Conceptos básicos de convexidad. Conjuntos y conos convexos. Hiperplanos separantes y soportes. Puntos extremos. Teoremas de separación de conjuntos convexos. Funciones convexas. Propiedades elementales.

618106 Diseño de experimentos

Elementos de la construcción de modelos. Planeación de experimentos. Clasificación de estudios experimentales. Modelos lineales. Estimación por el método de mínimos cuadrados. Análisis de residuales. Pruebas de bondad de ajuste. Diseños completamente aleatorizados. Efectos principales e interacciones. Bloques aleatorizados. Bloques incompletos balanceados. Cuadrados latinos. Diseños factoriales. Experimentos quasi-factoriales. Análisis de superficies de respuesta. Método de operación evolutiva. Ajuste de modelos no lineales. Diseño experimental para modelos no lineales.

615006 Estadística

Introducción. Conceptos filosóficos y estadísticos de inferencia. Estimación de parámetros. Intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis. Pruebas secuenciales. Métodos no paramétricos para probar hipótesis. Introducción a la teoría de decisiones. Enfoque bayesiano. Decisiones con nueva información. Decisiones con procesos aleatorios independientes. Análisis terminal. Regresión lineal múltiple. Análisis de variancia. Método Monte Carlo. Generación de números aleatorios. Técnicas para reducción de variancia.

616709 Matemáticas aplicadas I

Algebra lineal. Espacios vectoriales lineales. Bases. Dimensión. Matrices. Ecuaciones lineales. Transformaciones lineales. Composición e inversa de transformaciones. Ortogonalidad. Bases ortogonales. Espacio dual. Formas bilineales. Formas cua-

dráticas. Polinomios de matrices. Valores característicos. Teorema de Cayley-Hamilton. Vectores característicos de transformaciones lineales simétricas. ***Ecuaciones diferenciales ordinarias.*** Teorema de existencia y unicidad. Ecuaciones lineales de segundo orden. Ecuaciones homogéneas con coeficientes constantes. Soluciones en serie. Ecuaciones de Euler. Ecuaciones de Bessel. Ecuaciones lineales de orden n . Transformada de Laplace. Solución de diversos casos. Convoluciones. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Sistemas con coeficientes constantes. Métodos de solución y problemas.

618509 Matemáticas aplicadas II

Funciones de variable compleja. Los números complejos. Límites, continuidad, series, derivadas, diferenciales e integración de funciones de variable compleja. Funciones analíticas elementales. Series de potencias. Series de Laurent. Residuos. Representación conforme. Transformación de Schwartz-Christoffel. ***Ecuaciones en derivadas parciales.*** Ecuaciones de primer orden lineales y no lineales. Ecuaciones lineales y casi lineales de segundo orden. Ecuaciones hiperbólicas. Sistemas de ecuaciones lineales de primer orden. Invariantes. Problemas con valores iniciales. Representación de Riemann. Ecuaciones elípticas. Problemas de Dirichlet y de Neumann. Fórmulas y función de Green. Soluciones fundamentales de la ecuación de Laplace en n dimensiones. Ecuación de Helmholtz. Problemas de propagación de ondas. Ecuaciones parabólicas. Propagación del calor.

618006

Métodos numéricos para computadoras

Generalidades sobre el uso de las computadoras digitales en la solución de problemas matemáticos. Errores de redondeo. Errores de truncación. Propagación de los errores. Estimación del tiempo de computación y del número de operaciones requerido para realizar un algoritmo. Solución de sistemas algebraicos lineales. Métodos directos. Métodos iterativos. Condiciones de convergencia del método. Aceleración de la convergencia. Interpolación de polinomios. Evaluación de polinomios. Integración numérica. Problemas de valores iniciales en ecuaciones diferenciales ordinarias. Método usando series de Taylor, de Runge-Kutta, de pasos múltiples, de predicción y corrección. Solución de sistemas algebraicos no lineales. Raíces complejas. Sistemas de n ecuaciones con n incógnitas. Solución digital de problemas de valores característicos. Método de las reflexiones para tridiagonalización. Temas selectos adicionales, según los intereses de los alumnos y la disponibilidad de conferenciantes (métodos numéricos de optimización; aproximación de funciones; la transformada rápida de Fourier; el método de Monte Carlo; solución de problemas "de dos puntos" en ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones diferenciales parciales).

616809

Métodos matemáticos

Análisis vectorial. Álgebra vectorial. Diferenciales y derivadas de campos vectoriales. Operadores diferenciales. Teoremas de Stokes y Gauss. Campos tensoriales. Propiedades de las funciones armónicas. Problemas de Dirichlet y Neumann.

Funciones de variable compleja. Números complejos. Variables complejas. Sucesiones y series. Convergencia. Funciones especiales. Integración en el plano complejo. Teoremas integrales. Funciones armónicas en el plano. Problemas de Dirichlet y Neumann. Desarrollos en series. Funciones mesomorfas. Transformaciones conformes. Teorema de Riemann. Transformaciones bilineales y de Schwartz-Christoffel. Ecuaciones diferenciales. Funcionales lineales. Espacios de Hilbert. Ecuaciones integrales lineales. Transformadas integrales. Convolución. Cálculo operacional. Propiedades de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuación y funciones de Bessel. Problema de Sturm-Liouville. Eigenfunciones y eigenvalores. Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden y segundo orden. Clasificación de estas últimas. Método de función de Green. Método de eigenfunciones.

617006 Probabilidad y estadística I

Breve revisión de conceptos básicos de la teoría de probabilidades. Distribuciones y densidades condicionales de variables aleatorias. Distribuciones conjuntas de variables aleatorias. Distribuciones marginales. Funciones de una y de varias variables aleatorias. Modelos probabilísticos. Ley de los grandes números. Secuencias de variables aleatorias. Convergencia. Teorema del límite central. Inferencia estadística. Estimación de parámetros. Intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis. Modelo lineal simple. Pruebas de bondad de ajuste.

617106 Probabilidad

Breve revisión de conceptos básicos de la teoría de probabilidades. Experimentos combinados. Distribución y densidad condicional de variables aleatorias. Funciones de una variable aleatoria. Esperanza, dispersión y momentos. Funciones características y generatrices. Distribución conjunta. Distribuciones marginales y condicionales. Variables aleatorias independientes. Funciones de varias variables aleatorias. Esperanza, momentos y funciones generatrices y características. Secuencias de variables aleatorias. Conceptos de convergencia. Ley de los grandes números. Teorema del límite central. Introducción a los procesos estocásticos.

619106 Procesos estocásticos

Conceptos básicos. Descripción de un proceso estocástico. Procesos con características especiales. Transformación de un proceso estocástico. Modelos básicos. Procesos de conteo. Procesos de Poisson. Procesos y cadenas de Markov. Procesos de renovación. Combinación de cadenas de Markov y procesos de renovación. Análisis armónico.

6188XY Temas especiales de Matemáticas

Métodos variacionales. Teoría de las oscilaciones y estabilidad. Series de tiempo. Lógica y lenguaje. Manejo de archivos en computadora. Análisis matemático. Estadística no paramétrica. *Ecuaciones en derivadas parciales lineales*. Álgebra y análisis tensorial. Análisis funcional aplicado.

TEMARIOS PARA EXAMENES DE PRERREQUISITOS Y REQUISITOS

0001 Redacción técnica

Acentuación. Puntuación. Reglas ortográficas. Uso adecuado de las preposiciones. Verbos irregulares. Observaciones sobre el gerundio de los verbos. Los adverbios; su empleo. Orden lógico gramatical de los elementos de las oraciones. El hipérbaton. Sinonimia. Significado de las palabras. Vicios del lenguaje. Barbarismos frecuentes. Voces y expresiones incorrectas; sus equivalentes castizos. Estructura de un informe técnico. Sus diferentes partes. Otros escritos: currículos, cartas, memorandos. Ejercicios de redacción. Observaciones acerca de los aciertos y errores. Trabajos de crítica. Corrección de artículos e informes. Análisis tendiente a evitar ambigüedad, vaguedad y contradicciones.

Bibliografía

Beristáin, Helena. *Gramática estructural de la lengua española*. Ed. UNAM. México, 1975.

Garza Mercado, Ario. *Manual de técnicas de investigación*. Ed. El Colegio de México. México, 1974.

Martín, Alonso. *Redacción, análisis y ortografía*. Ed. M. Aguilar. Madrid, 1969.

Martín Vivaldi, Gonzalo. *Curso de redacción*. Ed. Paraninfo. Madrid, 1969.

Mateos, Agustín. *Ejercicios ortográficos (teoría y práctica de la ortografía)*. Ed. Esfinge. México, 1971.

Miranda Podadera, Luis. *Análisis gramatical*. Ed. Hernando. Madrid, 1970.

Raluy, Antonio y Monterde, Francisco. *Diccionario Porrúa de la lengua española*. Ed. Porrúa. México, 1972.

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. 1970.

Sáinz de Robles, Federico. *Ensayo de un diccionario español de sinónimos y antónimos*. Ed. Aguilar. Madrid, 1967.

Seco, Rafael. *Manual de gramática española*. Ed. M. Aguilar. Madrid, 1976.

Zubizarreta G., Armando F. *La aventura del trabajo intelectual*. Ed. Fondo Educativo Interamericano, S.A. Lima, Perú, 1969.

0011 Estática y resistencia de materiales

1. *Estática*

Algebra vectorial. Sistemas de fuerzas en el plano y en el espacio. Ecuaciones de equilibrio. Principio del trabajo virtual.

2. *Introducción a la mecánica estructural*

Análisis de armaduras isostáticas. Definiciones de momento flexionante, fuerza cortante, fuerza normal, momento torsionante. Trazo de diagramas de elementos mecánicos en vigas, fuerzas cortantes y momentos flexionantes. Cables flexibles. Momentos principales de inercia de áreas y volúmenes (círculo de Mohr).

3. *Resistencia de materiales*

Esfuerzos ocasionados por los diferentes elementos mecánicos y formas de evaluarlos; fórmulas de la es-cuadría, del cortante por flexión, del cortante por torsión (fórmula de Navier para secciones transversales circulares, teoría de St. Venant y analogía de la membrana para otras secciones). Deformaciones de vigas isostáticas; ecuación de la elástica, teoremas de Mohr; viga conjugada, principio del trabajo virtual. Piezas cargadas axialmente; pandeo elástico e inelástico. Piezas flexocomprimidas. Aplicación del círculo de Mohr al cálculo de esfuerzos principales en estados planos.

4. *Estructuras hiperestáticas*

Estructuras isostáticas e hiperestáticas. Grado de hiperestaticidad. Aplicación del principio de superposi-

ción al análisis de vigas hiperestáticas. Rigidez y factor de transporte lineal y angular. Aplicación del método de Cross al análisis de vigas continuas y marcos hiperestáticos sencillos. Introducción a la teoría de las líneas de influencia. Principio de Müller-Breslau.

Bibliografía

Byars, E.F. y Snyder, R.D. *Engineering Mechanics of Deformable Bodies*. International Educational Publishers. New York, 1975

Meriam, L.L. *Statics. SI Version (2nd Edition)*. Wiley International Edition, 1975

Popov, E. *Introduction to Solid Mechanics*. Prentice Hall, 1971

0012 Elementos de dinámica

1. *Principios generales de dinámica*

Leyes del movimiento. Ejes de referencia. Unidades fundamentales y derivadas. Dimensiones y homogeneidad. Definiciones de sistemas de partículas y sistemas de fuerzas. Sistemas de vectores y cálculo vectorial.

2. *Cinemática*

Desplazamiento, velocidad y aceleración de la partícula. Velocidad angular. Movimiento relativo. Teorema de Coriolis. Sistemas de partículas y su movimiento.

3. *Dinámica de la partícula*

Integración de la ecuación del movimiento para problemas particulares. Ecuación de impulso y momento cinético. Trabajo y energía. Potencial y energía potencial. Campos conservativos. Energía potencial y equilibrios. Teorema de Torricelli-Dirichlet. Las constantes del movimiento. Teoremas de conservación. Partícula vinculada. Su equilibrio. Principio de D'Alembert.

4. *Aplicaciones de dinámica de la partícula*

Movimiento de un cuerpo que cae en un medio resistente. Movimiento de un proyectil puntual. Movimiento en campo de fuerza central. Vibraciones de un sistema con un grado de libertad. Péndulo ideal y péndulo físico. Movimiento relativo. Movimiento sobre la tierra móvil. Péndulo de Foucault.

5. *Principios de dinámica de sistemas de partículas*

Cinemática y movimiento de un sistema de partículas. Movimiento del centro de masa. Energía cinética total de un sistema de partículas. Momento cinético. Teorema de la derivada del momento cinético. Movimiento relativo. Vibraciones libres no amortiguadas de sistemas de varios grados de libertad.

6. *Dinámica de cuerpos rígidos*

Cinemática del cuerpo rígido. Momentos y productos de inercia. Momento angular de un cuerpo rígido. Traslación y rotación de coordenadas. Teorema de König. Ejes principales. Ecuaciones generales del movimiento de un cuerpo rígido. Movimientos especiales. Rotación de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo. Movimiento plano de un cuerpo rígido. Péndulo compuesto. Oscilaciones libres y amortiguadas. Rotación alrededor de un punto fijo. Ecuaciones de Euler.

Bibliografía

Beer, F.P. and Johnston, E.R. *Dynamics (Third Edition)*. Mc Graw-Hill, 1977.

Meriam, J.L. *Statics. SI Version (2nd Edition)*. John Wiley & Sons, 1975.

Synge, J.L. and Griffith, B.A. *Principles of Mechanics (Third Edition)*. 1970.

0013 Termodinámica

1. *Energía y la primera ley*

Sistemas. Energía. Conservación de la energía. Transferencia de energía en forma de trabajo; evaluación. Transferencia de energía en forma de calor. Primera ley para sistemas cerrados.

2. *Propiedades y estado*

Conceptos de propiedades y estado. Equilibrio y el estado termodinámico. Temperatura. Estado intensivo y extensivo. Variaciones independientes del estado termodinámico. El postulado de estado.

3. *Estados de sustancias simples*

La sustancia simple. Ecuaciones de estado. La naturaleza general de una sustancia simple compresible. Empleo de las ecuaciones de estado, gráficas y tabulares. El gas perfecto. La sustancia simple magnética.

4. *Análisis energético de sistemas termodinámicos*

Metodología general. Análisis de sistemas cerrados. Transformación del volumen de control. Análisis de sistemas abiertos.

5. *Entropía y la segunda ley*

Esencia de la segunda ley. Estados cuánticos permitidos. Probabilidades de estado cuántico. Definición estadística de la entropía (enfoque microscópico). Equilibrio.

6. Consecuencias de la segunda ley

Entropía como función de estado (enfoque macroscópico). Definición termodinámica de temperatura. Definición termodinámica de presión. Evaluación macroscópica de la entropía. Procesos reversibles e irreversibles. Equivalencia de la presión mecánica y la presión termodinámica. Equivalencia de la temperatura empírica y la temperatura termodinámica. La segunda ley aplicada a sistemas de conversión de energía (el ciclo de Carnot). La segunda ley para sistemas abiertos. Resumen de la primera y de la segunda ley.

7. La termodinámica de estado

La ecuación de Gibbs. La ecuación de estado para un gas perfecto. Otras ecuaciones PVT para gases. Ecuación algebraica de estado para un líquido incompresible. Ecuaciones diferenciales de estado. Relaciones de Maxwell. Termodinámica de la sustancia simple magnética. Ecuación algebraica de estado para una sustancia de Curie.

8. Termodinámica de mezclas no reactivas

Mezclas de sustancias independientes. Mezclas de gases perfectos. Aplicaciones a mezclas de aire-agua. Acondicionamiento de aire.

Bibliografia

Reynolds, W. y Perkins, H. ***Engineering Thermodynamics***. Mc Graw Hill Book Co. New York, 1970.

Van Wylen, C. y Sonntag, R. ***Fundamentals of Classical Thermodynamics***. John Wiley and Sons. Inc. New York, 1972

0014 Fundamentos de mecánica

1. *Sistemas de unidades*

2. *Estática*

Conceptos fundamentales. Ecuaciones de equilibrio. Estática gráfica. Propiedades de áreas.

3. *Conceptos de esfuerzo y deformación*

Esfuerzo, deformación unitaria. Gráficas esfuerzo-deformación. Tensores de esfuerzo y de deformación. Esfuerzos y deformaciones principales. El plano de Mohr. Concepto de ley constitutiva. Obtención experimental de las constantes elásticas. Aplicaciones a la mecánica de suelos.

4. *Teoría de vigas*

Cargas en vigas; elementos mecánicos y sus relaciones. Trazo de diagramas de elementos mecánicos en vigas. Carga axial. Cortante. Flexión. Torsión. Flexocompresión. Elástica de la viga. Integración de la ecuación de la elástica, directa, viga conjugada. Método de Newmark.

5. *Cinemática de la partícula*

Descripción del movimiento. Movimiento rectilíneo. Movimiento angular. Movimiento en el plano. Movimiento relativo en el plano.

6. *Cinética de la partícula*

Ecuación de movimientos. Trabajo y energía. Impulso y cantidad de movimiento.

7. *Vibración de sistemas elementales*

Oscilador simple, vibración libre y vibración forzada. Oscilador amortiguado, vibración libre y vibración forzada. Integral de Duhamel. Concepto de espectro de respuesta. Sistemas discretos de varios grados de libertad.

8. *Fricción*

Definiciones. Coeficiente de fricción. Leyes de fricción.

9. *Fenómenos de superficie*

Coeficiente de tensión superficial. Angulo de contacto. Ascenso capilar en un tubo.

10. *Fundamentos de métodos experimentales*

Conceptos básicos. Definición de términos. Aparatos de medición. Análisis de datos experimentales.

Bibliografía

Doebelin, E.O. *Measurements Systems: Application and design*. Mc Graw Hill Book Company, 1966.

Popov, E. *Introduction to Solid Mechanics*. Prentice Hall, 1971.

0015 Geología

1. *Principios básicos*

La tierra en el sistema solar. Evolución pregeológica de la tierra. Origen de la atmósfera y la hidrósfera. Edad de la tierra. Origen de la tierra. Algunas características de la tierra. Origen de la tierra. Evaluación de los contaminantes y fondos oceánicos.

2. *Elementos de mineralogía y petrografía*

Elementos de mineralogía. Elementos de petrografía. Propiedades físicas de las rocas.

3. *Alteración de las rocas*

Intemperismo o meteorización. Suelos.

4. *Materiales de construcción*

Ladrillos. Piedras de construcción. Cal y yeso. Cemento. Arena. Piedra triturada.

5. *Estructuras geológicas*

Estructuras ígneas. Plegamiento de rocas. Fracturamiento de rocas. Fallas.

6. *Modelado de la corteza terrestre*

Ríos. Acción geológica del viento. Erosión marina.

Bibliografía

Bolívar del Valle, J.M. *Geología (Curso Introductorio)*. DEPTI, 1978.

Knynine, D.P. y Judd, W.R. *Principios de Geología y Geotecnia para ingenieros*. Ediciones Omega, S.A., 1961.

0031 Hidráulica

1. *Propiedades de los fluidos*

Presión, fuerza cortante. Densidad, peso específico. Viscosidad, compresibilidad.

2. *Hidrostática*

Ecuación fundamental. Empuje sobre superficies planas y curvas.

3. *Cinemática*

Clasificación de los flujos. Línea de corrientes, tubo de flujo.

4. *Método de análisis y ecuaciones fundamentales*

Métodos de análisis. Ecuación de continuidad. Ecuación de la energía. Ecuación de la cantidad de movimiento. Aplicaciones.

5. *Similitud*

Aspectos generales. Leyes de similitud.

6. *Obras de control*

Orificios. Compuertas. Vertedores.

7. *Resistencia al flujo en tubos*

Aspectos generales. Fórmula de Darcy-Wisbach. Flujo en tubos comerciales. Diagrama de Moody. Pérdidas locales.

8. *Sistemas de tubos*

Conducto sencillo. Redes abiertas.

Bibliografía

Sotelo, G. *Hidráulica* (primera y segunda partes) informes D12. Instituto de Ingeniería, UNAM, 1971.

0041 Matemáticas

Se requiere aprobar uno de los tres temas siguientes, de acuerdo con la Maestría o Especialización a la cual se ha solicitado ingreso:

TEMA 1: Maestrías en Control, Electrónica, Estructuras, Investigación de Operaciones, Mecánica, Mecánica Teórica y Aplicada, Mecánica de Suelos y Planeación.

TEMA 2: Maestrías en Electrónica, Hidráulica, Petrolera y Ambiental.

TEMA 3: Especializaciones en: Métodos Artificiales de Producción Petrolera, Perforación de Pozos Petroleros, y Recuperación Secundaria en Yacimientos Petrolíferos.

TEMA 1

1. *Conjuntos*

Notación y ejemplos. Relaciones en conjuntos y operaciones. Producto cartesiano.

2. *Números reales e imaginarios*

Números naturales, enteros, racionales, irracionales y reales. Números complejos. Campos.

3. *Conjuntos métricos*

Definición y ejemplos. Conceptos topológicos y funciones.

4. *Límites y continuidad*

Definiciones y ejemplos. Formas indeterminadas y teoremas. Clasificación de discontinuidades.

5. *Sucesiones y sumas finitas*

Definición y ejemplos. Límites y teoremas. Axioma de completéz.

6. *Series infinitas e integral de Riemann*

Definiciones y ejemplos. Criterios de convergencia y teoremas. Convergencia uniforme. Integral definida y teoremas. Integral indefinida. Primero y segundo teoremas fundamentales de cálculo. Derivación bajo el signo integral.

7. *Desarrollo en series e integrales*

Series de Taylor y de McLaurin. Desarrollo de funciones de varias variables en series de potencias. Criterios de convergencia y teoremas.

8. *Jacobianos e integrales múltiples*

Determinante jacobiano. Conceptos geométricos. Integrales múltiples.

9. *Ecuaciones diferenciales ordinarias*

Definición, clasificación y ejemplos. Soluciones. Problemas de valores iniciales. Teoremas de existencia y unicidad.

10. *Matrices*

Definición y ejemplos. Rango y operaciones elementales. Sistemas lineales.

Bibliografía

Delgado, A. *Apuntes de matemáticas*. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería, UNAM. 1981.

Protter, M. y Morrey, Ch. *Modern Mathematical Analysis*. Addison-Wesley. Massachusetts, 1967.

Apostol, T. *Calculus*. Vol. 1, 2nd Edition, Ginn and Blaisdell, 1969.

Kuratowski, K. *Introducción al Cálculo*. Limusa-Wiley. 1975.

Spiegel, R. *Advanced Calculus*. Schaum Publishing Co. New York, 1969.

Ayres, F. *Differential Equations*. Schaum Publishing Co. New York, 1962.

Ayres, F. *Matrices*. Schaum Publishing Co. New York, 1962.

TEMA 2

1. *Diferenciación parcial*

Funciones de varias variables, derivadas parciales, derivadas totales, diferenciación de funciones implícitas; máximos y mínimos.

2. *Algebra vectorial*

Operaciones básicas con vectores, representación geométrica, paralelismo, ortogonalidad, producto escalar, producto vectorial, producto mixto y producto vectorial triple.

3. *Cálculo vectorial*

Diferenciales y derivadas de vectores, campos escalares y vectoriales, gradiente, derivada direccional, divergencia, rotacional y operador de Laplace.

4. *Integrales de línea y superficie*

Integrales de línea, integrales dobles, transformación de integrales dobles, jacobianos, teorema de Green en el plano, superficies, momentos, integrales triples, teorema de Gauss, teorema de Stokes.

5. *Algebra lineal*

Determinantes, matrices, operaciones con matrices, matrices adjuntas e inversas, rango y equivalencia de matrices, sistemas de ecuaciones lineales.

6. *Sucesiones y series*

Límite de convergencia de sucesiones, sucesiones monótonas, puntos límite de una sucesión, sucesiones de funciones, series, pruebas de convergencia o divergencia de series, series de funciones, integración y diferenciación de series, series de Taylor y series de potencia.

7. Ecuaciones diferenciales ordinarias

Ecuaciones diferenciales exactas, factores integrantes, ecuaciones con variables separables y ecuaciones que se reducen a esta forma, ecuación de Bernoulli y Riccati, ecuación de 2o. orden homogénea con coeficientes constantes, ecuación de 2o. orden no homogénea.

Bibliografía

Delgado, A. *Apuntes de matemáticas*. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería, UNAM. 1981.

Kuratowski, K. *Introducción al cálculo*. Ed. Limusa. México, 1975.

Ross, L. *Introduction to Ordinary Differential Equations*. John Wiley. 1974.

Haaser, N. *et. al. Análisis matemático*. Vol. II, Ed. Trillas. 1971.

Kreyszig, E. *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley and Sons, Inc. 1972.

Lang, S. *Algebra Lineal*. Ed. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 1975.

Spiegel, R. *Advanced Calculus*. Schaum Publishing Co. New York, 1969.

Ayres, F. *Differential Equations*. Schaum Publishing Co. New York, 1962.

Ayres, F. **Matrices**. Schaum Publishing Co. New York, 1962.

Spiegel, R. **Vector Analysis**. Schaum Publishing Co. New York, 1969.

TEMA 3

1. **Introducción**

2. **Conceptos fundamentales**

Derivadas. Interpretación gráfica de una derivada. Diferenciales. Reglas para diferenciación. Derivadas de orden superior. Integrales definidas e indefinidas. Teoremas fundamentales del cálculo integral. Métodos especiales de integración.

3. **Derivadas parciales**

Funciones de dos o más variables. Vecindades, regionales, límites y continuidad. Derivadas parciales. Derivadas parciales de orden superior. Funciones implícitas. Jacobianos y teoremas relacionados.

4. **Fundamentos del cálculo vectorial**

Vectores y escalares. Productos escalar y vectorial. Operaciones vectoriales. Diferenciación de vectores. Integración de vectores.

5. ***Integrales múltiples***

Integrales dobles y triples. Integrales de línea. Teoremas integrales. Transformaciones de integrales múltiples.

6. ***Fundamentos de ecuaciones diferenciales ordinarias***

Ecuaciones de primer orden y primer grado. Ecuaciones de primer orden y grado superior. Ecuaciones lineales con coeficientes constantes. Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.

7. ***Aplicaciones***

Bibliografía

Syllie, C.R. ***Advanced Engineering Mathematics***. Mc Graw Hill Co. New York, última edición.

Rodríguez, N.R. ***Matemáticas Aplicadas a la Ingeniería de Yacimientos***. Apuntes, Instituto Mexicano del Petróleo. 1970.

Spiegel, M.R. ***Advanced Calculus***. Schaum Publishing, Co. New York, última edición.

Mickley, H.S. Sherwood, T.K. y R.C.E. ***Applied Mathematics in Chemical Engineering***. Mc Graw Hill Book Co. New York, 1957.*

* Texto clásico

Kuratowski, K. *Introducción al cálculo*. Ed. Limusa. México, 1975.

Kreysig, E. *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley and Sons, Inc. 1972.

0043 Probabilidad y estadística

1. *Introducción*

Probabilidad. Estadística descriptiva e inferencia estadística.

2. *Probabilidad*

2.1 Eventos: Teoría de conjuntos. Elementos de análisis combinatorio. Espacio de eventos. Probabilidad condicional. Independencia. Teorema de Bayes.

2.2 Variables aleatorias continuas y discretas. Densidad de probabilidades. Función de distribución. Momentos y esperanzas. Función de densidad y funciones de distribución conjuntas y marginales. Distribuciones de probabilidades teóricas obtenidas a partir de la interpretación clásica de probabilidades: distribuciones punto binomial (experimento de Bernoulli) y binomial. Distribuciones de Poisson, normal, logarítmico normal, etc. Aplicaciones.

3. *Estadística descriptiva e inferencial*

Tablas de frecuencias. Histogramas. Polígonos de frecuencias. Medidas de tendencia central y de dispersión. Fráctiles. Aplanamiento, curtosis y asimetría. Distribución conjunta de frecuencias. Regresión y correlación lineal. Series de tiempo. Números índice. Estimación puntual y por intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis.

Bibliografía

Rascón, O. y Villarreal, A. *Introducción a probabilidades y estadística*. Informe DI, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1972.

Rascón, O. *Introducción a la estadística descriptiva*. Vols. I y II. Texto programado. UNAM, 1970 y 1977.

Rascón, O. *Introducción a la teoría de probabilidades*. Texto programado. UNAM (2a. ed., 1976).

Lipschutz, S. *Theory and Problems of Probability*. Schaum's Series. Mc Graw Hill Book Co. 1965.

Spiegel, M. *Statistics*. Schaum's Series. Mc Graw Hill Book Co. 1961.

Moreno Bonett, A. y Jauffred, F. *Elementos de probabilidad y estadística*. Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1969.

Papoulis, A. *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*. Mc Graw Hill Book Co. 1965.

0055 Circuitos electrónicos

1. *Teoría de circuitos*

Teoremas y leyes básicas de la teoría de circuitos. Métodos de análisis.

2. *Introducción a la física de semiconductores*

Análisis del comportamiento de la juntura PN en reversa y en directa. Física del transistor bipolar de juntura BJT y del transistor de efecto de campo FET.

3. *El transistor bipolar de juntura BJT*

Modelo de Ebers-Moll. Regiones de operación. Polarización. Modelo de señal pequeña.

4. *Circuitos electrónicos lineales*

El amplificador ideal. Configuraciones básicas. El amplificador diferencial. Respuesta en frecuencia. Estabilidad y retroalimentación.

5. *Circuitos electrónicos digitales*

Diseño lógico de circuitos digitales. Familias lógicas. Circuitos biestables, monoestables y estables. Circuitos de disparo.

Bibliografía

Angelo, E. *Electronics: BJT's and Microcircuits*. McGraw Hill, 1969.

0063 Química orgánica y biológica

1. ***Conceptos de ácido, base y sal, en química orgánica***
2. ***Compuestos alifáticos***
3. ***Aldehidos, cetonas, ácidos, alcoholes y éteres***
4. ***Ácidos orgánicos, ésteres, amidas y aminas***
5. ***Compuestos aromáticos. Derivados del benceno***
6. ***Compuestos cíclicos***
7. ***Propiedades y características de los polímeros***
8. ***Carbohidratos, proteínas y su función biológica***
9. ***Lípidos y lipo-proteínas***
10. ***Nucleótidos y ácidos nucleicos***
11. ***Vitaminas y hormonas***
12. ***Herbicidas, fungicidas y detergentes***

Bibliografía

Hendrickson, J.B. ***The Molecules of Nature***. W.A. Benjamin. New York, 1967.

Watson, J.D. ***The Molecular Biology of the Gene***. New York, 1970.

Loewy, A.G. y P. Siekevitz. *Cell Structure and Cell Function*. Holt. Rinehart and Winston. London, 1973.

Lehninger, A.L. *Biochemistry*. Worth Publishers. New York, 1970.

Chen, P.S. *Chemistry Inorganic, Organic and Biological*. Barnes & Noble. New York, 1968.

Packer, J. y J. Vaughan. *A Modern Approach to Organic Chemistry*. Clarendon Press. 1968.

Morrison, R.T. y R.N. Boyd. *Organic Chemistry*. Allyn Bacon, Inc. Boston, 1971.

0071 Economía

1. *Introducción*

Conceptos básicos. Problemas centrales de toda sociedad económica. Funcionamiento y teorías de los principales sistemas económicos.

2. *Fundamentos de la economía política*

Objeto de la economía política. Los modos de producción y las formaciones sociales. Las leyes económicas. Método de la economía política. Condicionamiento social y papel del conocimiento científico en economía.

3. *Fundamentos de macroeconomía*

El sistema económico. Circulación en el sistema económico. Relaciones con el exterior. El sector público. El sistema monetario financiero. La unidad productora en el sistema económico. El reparto del producto en el sistema económico. Conceptos básicos de contabilidad nacional. Determinación de la demanda global. Problemas y políticas.

4. *Fundamentos de microeconomía*

Teoría de la conducta del consumidor y de la demanda. Teoría de la producción y el costo. Teoría de la empresa y la organización del mercado. Teoría de la distribución. Teoría del equilibrio general y el bienestar económico.

5. *Fundamentos de contabilidad*

Conceptos básicos. Sistemas contables. Objetivos y métodos de la contabilidad de costos. Costos de material, mano de obra y producción. Estados financieros. Indicadores financieros.

Bibliografía

Samuelson, P. *Economics*. Editorial Mc Graw Hill, 1978. Caps. 1 a 3. (Tema 1).

Lange, O. *Economía política*. Editorial F.C.E., 1976. Caps. 1, 2, 3, 4, y 7. (Tema 2).

Barros de Castro, A. y Lessa, C.F. *Introducción a la Economía*. Editorial Siglo XXI, 1976, Caps. 1 a 8. (Tema 3).

Branson, H.W y Lytvack, J.M. *Macroeconomía*. Editorial Harla, 1979, Caps. 1 a 4 (Tema 3).

Ferguson, C.F. *Teoría microeconómica*. Editorial F. C.E., 1974. Caps. 1 a 5. (Tema 4).

Grant, E. y Bell, L.F. *Basic Accounting and Cost Accounting*, Editorial Mc Graw Hill, 1974. Caps. 1 y 2. (Tema 5).

Gutiérrez, A. *Los Estados Financieros y su Análisis*. Editorial F.C.E., 1970. Caps. 1 y 3 (Tema 5).

0081 Ingeniería de control

1. *Conceptos fundamentales*

Definiciones. Control de malla abierta y de malla cerrada. Principios de diseño de sistemas de control. Metodología. Transformadas Z y de Laplace y álgebra y cálculo matriciales.

2. *Modelos matemáticos*

Función de transferencia. Linealización de modelos no lineales. Diagramas de bloques. Obtención de funciones de transferencia de sistemas físicos. Gráficas de señales. Retroalimentación. Estabilidad.

3. *Respuesta en el dominio del tiempo*

Condiciones de estabilidad de sistemas de control de acuerdo con la ubicación de sus polos y ceros. Respuesta en estado permanente. Especificaciones de diseño.

4. *El lugar geométrico de las raíces*

El método del lugar geométrico de las raíces. Formas básicas de lugares geométricos. El método del contorno de las raíces. El método del lugar geométrico para ganancia de malla negativa.

5. *Respuesta en el dominio de la frecuencia*

Respuesta espectral de estado permanente. Obtención de la respuesta a partir de la gráfica de polos y ceros. Correlación entre las respuestas temporal y espectral. Gráficas polar, de Bode y de ganancia-fase.

Funciones de fases mínima y no mínima. Retardos. Respuesta espectral de sistemas discontinuos o muestreados.

6. ***Estabilidad y operación***

Criterio de Nyquist. Estabilidad relativa. Especificaciones para sistemas de control en el dominio de la frecuencia. Consideraciones para sistemas muestreados.

7. ***Diseño de sistemas de control***

Compensación. Método de Bode. Método de Truxal. Método del lugar geométrico inverso de las raíces. Asignación algebraica de polos. Método de Chen. Realización del filtro discreto.

Bibliografía

Ogata, K. ***Modern Control Engineering***. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. N.J., 1970.

Saucedo, R. y Schiring, E.E. ***Introduction to Continuous and Digital Control Systems***. The Mc Millan Company. New York, 1968.

Canales, R. y Barrera, R. ***Análisis de Sistemas Dinámicos y Control Automático***. Limusa. México, 1978.

0093 Fisicoquímica

1. *Comportamiento de gases*

Gas ideal y leyes que rigen su comportamiento. Gas real y ecuaciones de estado. Factor de compresibilidad. Mezclas de gases. Densidad y viscosidad. Correcciones para mezclas de gases hidrocarburos.

2. *Comportamiento de líquidos*

Relaciones PVT. Presión de vapor, medición y efecto de la temperatura. Viscosidad. Punto de ebullición, efecto de la presión. Mojabilidad, capilaridad, tensión superficial y tensión interfacial. Correcciones para hidrocarburos líquidos.

3. *Conceptos básicos de termodinámica*

Calor, trabajo y leyes de la termodinámica. Funciones termodinámicas, relaciones de Maxwell y capacidades caloríficas. Entalpía, entropía y utilidad de las ecuaciones de estado.

4. *Comportamiento cualitativo de fase*

Diagramas de fase para sustancias puras y mezclas binarias. Mezclas multicomponentes y clasificación de yacimientos.

5. *Comportamiento cuantitativo de fase*

Soluciones ideales, ley de Raoult y ley de Henry. Soluciones no reales y constantes de equilibrio. Propiedades coligativas de las soluciones y aplicaciones.

Presión de convergencia en sistemas de hidrocarburos y aplicaciones.

6. ***Factores de volumen***

Factor de volumen de gas y solubilidad del gas. Factores de volumen del aceite y de la fase mixta. Métodos para determinarlos. Correlaciones.

Bibliografía

Reid, R.T. y Sherwood, T. *Propiedades de los gases y líquidos*. UTEHA. México, 1968.

Standing, M. *Volumetric and Phase Behaviour of Oil Field Hydrocarbon Systems*. Reinhold Publishing Corporation. New York, 1952.

0096 Elementos de programación de computadoras electrónicas

1. Historia de la computación digital. Pasos a seguir en la solución de un problema. Diagramas de flujo. Representación gráfica de un proceso.
2. Pruebas de escritorio y su importancia. Forma de trabajo de una computadora digital. Medios físicos de almacenamiento. Unidades de entrada-salida. Velocidades típicas. Equipo periférico de registro unitario.
3. Fortran IV. El concepto de compilador. Sus funciones. Programa fuente y programa objeto. Preparación del programa fuente. Análisis y diseño del método de solución.
4. Concepto de variable y de constante. Diferentes tipos de variables y su declaración. Propositiones de entrada y salida. Formatos.
5. Concepto de asignación. Diferentes tipos de aritmética. Jerarquía de las operaciones. Expresiones y proposiciones aritméticas. Expresiones y proposiciones lógicas.
6. Propositiones de control de flujo. Proposition DImENSION. Proposition de repetición de un grupo de instrucciones. El DO.
7. Problemas de aplicación de los temas anteriores.
8. Funciones, subprogramas o subrutinas. Declaraciones COMMON, EQUIVALENCE Y DATA. Graficación.

9. Elaboración de programas maestros. Ejemplo de aplicación.
10. Lenguaje intérprete de matrices (LIMAS). Lenguajes orientados a la solución de problemas (COGO, STRESS, SIMSCRIPT, NASAP, SAP, etc.).
11. Implantación de programas.

Bibliografía

McCracken, D. *Programación FORTRAN IV*. Ed. Limusa Wiley. México, 1979.

McCracken, D., y Dorn, W. *Numerical Methods and Fortran Programming*. John Wiley. New York, 1977.

Luthe, R., Olivera, A. y Schutz, F. *Métodos Numéricos*. Ed. Limusa Wiley. México, 1978.

0097 Fundamentos de análisis numérico aplicado

1. *Introducción a las computadoras*

Descripción de lo que es una computadora y su equipo periférico auxiliar. Aplicación de las computadoras. Pasos en la solución de un problema por medio de la computadora.

2. *Elementos básicos del lenguaje Fortran*

Constantes y variables enteras y reales. Operaciones, expresiones, proposiciones aritméticas. Funciones matemáticas. Proposiciones de entrada y de salida. Proposiciones de transferencia de control. Variables suscritas y la proposición DO. Subprogramas FUNCTION y SUBROUTINE. Escritura, preparación y producción de un programa.

3. *Introducción a los problemas numéricos*

Errores relativos y absolutos. Errores inherentes. Errores por truncamiento. Errores por redondeo. Propagación del error.

4. *Aproximación e interpolación numérica*

Aproximaciones mediante funciones y polinomios. Interpolación de Newton. Interpolación de Lagrange. Polinomios de Chebyshev. Minimización del error máximo. Comparación de métodos.

5. *Integración y diferenciación numérica*

La regla trapezoidal. Regla de Simpson. Cuadratura de Gauss. Fórmulas de Newton-Cotes. Polinomios

ortogonales. Diferenciación. Comparación de los diferentes métodos.

6. Raíces de ecuaciones

Método de aproximaciones sucesivas. Método de Newton-Raphson. Raíces de polinomios. Raíces complejas. Determinación de una raíz aproximada. Comparación de métodos.

7. Solución de sistemas de ecuaciones lineales

Proceso de eliminación de Gauss. Eliminación de Gauss-Jordan. Algoritmo de Thomas. Métodos de Jacobi y Gauss-Seidel. Métodos iterativos de solución de ecuaciones no lineales. Comparación de resultados.

8. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias

Solución en serie de Taylor. Método de Euler. Métodos de Runge-Kutta. Métodos del predictor-corrector. Comparación de métodos.

9. Solución numérica de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

Transformación de las ecuaciones mediante expansión de las derivadas en serie de Taylor. Estudio de la ecuación de difusividad con diferentes condiciones de frontera.

Bibliografía

James, M.L., Smith, G.M. y Welford, J.C. ***Métodos Numéricos Aplicados a la Computación Digital con Fortran***. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, 1976.

Carlile, R.E. y Gillet, B.E. ***How to Program Engineering Mathematics***. The Petroleum Publishing Co. Tulsa, Oklahoma, 1970.*

Cress, P., Dirksen, P. y Graham, J.W. ***Fortran IV with Watfor and Watfiv***. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1970.*

Carlile, R.E. y Gillet, B.E. ***Fortran and the Computer, Mathematics for the Engineer and Scientist***. The Petroleum Publishing Co. Tulsa, Oklahoma, 1973.

Nobles, M.A. ***Using the Computer to solve Petroleum Engineering Problems***. Gulf Publishing Co. Houston, Texas, 1974.

Carnahan, B. y Wilkes, J.O. ***Digital Computing and Numerical Methods***. John Wiley & Sons Inc. New York, 1973.

Carnahan, B., Luther, H.A. y Wilkes, J.O. ***Applied Numerical Methods***. John Wiley & Sons Inc. New York, última edición.

Conte, S.D. y Boor, C. ***Análisis Numérico Elemental***. Mc Graw Hill Co. México, 1972.

* Textos clásicos

0099 Fundamentos de ingeniería eléctrica

1. Generalidades de un sistema eléctrico

Introducción. Componentes de un sistema eléctrico. Consideraciones operacionales. Curvas horarias. Curvas de duración de cargo. Aplicaciones. Situación actual del sistema eléctrico nacional y su desarrollo futuro.

2. Máquinas síncronas

Generalidades. Ecuaciones generales de la máquina síncrona. Modelos de la máquina síncrona. Aplicaciones de la máquina síncrona.

3. Líneas de transmisión

Generalidades. Ecuaciones de la línea de transmisión. Modelos de la línea de transmisión. Cálculo de parámetros por computadora. Aplicaciones.

4. Subestaciones

Generalidades. Ecuaciones del transformador. Modelos del transformador. Aplicaciones.

5. Temas especiales de sistemas eléctricos de potencia

Análisis de flujos de carga. El problema de corto circuito. El problema de estabilidad. El problema de operación económica.

Bibliografia

Elgerd, O.I. *Electric Energy Systems Theory*. Mc Graw Hill. 1971.

CATALOGO DE ASIGNATURAS

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
400105	Administración de la construcción	Construcción
400204	Administración de proyectos	Construcción Mecánica
600006	Agua y desperdicios en la industria	Ambiental
614509	Algebra lineal	Matemáticas
600206	Análisis de máquinas de corriente alterna	Eléctrica
600306	Análisis de máquinas de corriente directa	Eléctrica
404407	Análisis de proyectos de ingeniería petrolera	Rec. Secun. Petrolera
627706	Análisis de pruebas de presión	Petrolera
600406	Análisis de redes eléctricas	Eléctrica
600606	Análisis de rentabilidad de proyectos de ingeniería petrolera	Petrolera
614206	Análisis de sistemas de potencia	Eléctrica
605406	Análisis económico	Planeación
624105	Análisis económico de proyectos de ingeniería	Construcción Eléctrica
630606	Análisis numérico de reactores nucleares	Energética
400406	Análisis plástico de estructuras	Construcción
600506	Análisis y modelos de sistemas dinámicos	Control
614406	Análisis y síntesis de mecanismos	Mecánica
620006	Aplicaciones de mecánica de fluidos en ingeniería sanitaria	Ambiental
619306	Aplicación no numérica de computadoras	Inv. de Op.
410106	Aprovechamientos hidráulicos	Hidráulica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
622009	Arquitectura y programación de computadoras	Electrónica
400504	Aspectos legales de la industria de la construcción	Construcción
813706	Aspectos prácticos de la simulación de yacimientos	Petrolera
624206	Cables de alta tensión	Eléctrica
813806	Caracterización de yacimientos	Petrolera
601209	Cascarones	Estructuras
600806	Cimentaciones I	Mecánica de Suelos
615609	Circuitos electrónicos analógicos	Electrónica
615709	Circuitos electrónicos digitales	Electrónica
621806	Circuitos electrónicos para comunicaciones	Electrónica
601406	Circuitos lógicos	Control
601106	Comportamiento de elementos de concreto	Estructuras
600906	Comportamiento de estructuras de concreto	Estructuras
413707	Comportamiento de yacimientos petroleros	Rec. Secun.
601006	Comportamiento mecánico de materiales	Estructuras
400704	Comunicación de los sistemas administrativos	Construcción
601306	Concreto presforzado	Estructuras
410407	Conducción y control de agua de riego	Hidráulica
601506	Confiabilidad	Inv. de Op.
624306	Confiabilidad de sistemas de potencia	Eléctrica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
400804	Construcción de estructuras especiales y de cascarón	Construcción
400906	Construcción de puentes	Construcción
401005	Construcción de túneles	Construcción
619206	Control con computadora	Control
622606	Control de combustión e incineración	Ambiental
623306	Control de la contaminación del suelo	Ambiental
624406	Control de máquinas eléctricas	Eléctrica
601606	Control de máquinas eléctricas de corriente alterna	Eléctrica
622506	Control de partículas y emisiones gaseosas	Ambiental
601706	Control de procesos	Control
600706	Control de procesos de manejo de hidrocarburos	Petrolera
601806	Control de sistemas con computadora	Control
622806	Control del ruido	Ambiental
401104	Control estadístico de calidad y diseño de especificaciones	Construcción
601906	Convección de calor y masa	Mecánica
630806	Conversión fotovoltaica de la energía solar	Energética
630906	Conversión termodinámica de energía solar	Energética
617406	Desarrollo económico I	Planeación
613006	Desarrollo económico II	Planeación
603606	Difusión de calor y masa	Mecánica
401606	Dimensionamiento de estructuras de acero	Construcción

Clave	Nombre de la materia	Sección
401506	Dimensionamiento de estructuras de concreto reforzado	Construcción
401404	Dimensionamiento de estructuras de madera	Construcción
614609	Dinámica clásica (antes Dinámica avanzada)	Mec. Teórica y Aplicada
614706	Dinámica de procesos industriales	Control
606706	Dinámica de sistemas elásticos	Mec. Teórica y Aplicada
614806	Dinámica de sistemas lineales	Control
602806	Dinámica de suelos	Mecánica de Suelos
602506	Dinámica estructural I	Estructuras
602606	Dinámica estructural II	Estructuras
401206	Diseño antisísmico de estructuras	Construcción
602106	Diseño avanzado de estructuras de acero I	Estructuras
602206	Diseño avanzado de estructuras de acero II	Estructuras
602706	Diseño avanzado de estructuras de concreto	Estructuras
603206	Diseño de circuitos con computadora	Electrónica
621706	Diseño de circuitos lógicos	Electrónica
603306	Diseño de circuitos digitales	Electrónica
618106	Diseño de experimentos	Matemáticas
603506	Diseño gráfico por medio de computadora	Mecánica
628906	Diseño de instalaciones superficiales de producción	Petrolera
603406	Diseño de instrumentos eléctricos	Control
602306	Diseño de máquinas eléctricas I	Eléctrica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
602406	Diseño de máquinas eléctricas II	Eléctrica
410508	Diseño de obras hidráulicas	Hidráulica
410606	Diseño de sistemas de riego parcelario	Hidráulica
603106	Diseño mecánico mediante computadora	Mecánica
401305	Diseño y construcción de obras marítimas	Construcción
410709	Diseño y operación de sistemas de riego	Hidráulica
623206	Disposición de residuos sólidos	Ambiental
410807	Drenaje superficial y subterráneo	Hidráulica
604106	Econometría	Planeación
630406	Economía de plantas nucleoeléctricas	Energética
603907	Electrónica y aplicaciones	Control
404506	Elementos de economía de la ingeniería	Mét. Art. de Producción
605806	Elementos de circuitos electrónicos	Electrónica
629206	Energía y desarrollo económico	Energética
629006	Energía y medio ambiente	Energética
411805	Equipo de construcción	Construcción
615006	Estadística	Matemáticas
604006	Estimación y filtrado	Control
603806	Estructuras laminares	Estructuras
614906	Evaluación de proyectos	Planeación
629406	Evaluación de sistemas energéticos	Energética
401806	Excavaciones y terracería	Construcción
615306	Fenómenos de transporte	Petrolera
604409	Fenómenos transitorios en la hidráulica	Hidráulica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
605906	Física y modelos de semiconductores	Electrónica
604606	Fisicoquímica aplicada	Ambiental
627806	Fisicoquímica y termodinámica de hidrocarburos	Petrolera
415506	Fluidos de perforación	Perforación
604306	Flujo de agua en suelos	Mecánica de Suelos
627906	Flujo de fluidos a través de medios porosos	Petrolera
416106	Flujo multifásico	Mét. Art. de Producción
628006	Flujo multifásico en tuberías	Petrolera
604506	Flujo turbulento	Hidráulica
606406	Fracturamiento hidráulico	Petrolera
604806	Fundamentos del diseño	Mecánica
616406	Fundamentos de la mecánica de fluidos (teoría del flujo pot y de los fluidos ideales)	Mec. Teórica y Aplicada
628606	Fundamentos de simulación de yacimientos	Petrolera
618406	Geohidrología	Hidráulica
402005	Geología aplicada a la construcción pesada	Construcción
615406	Geología aplicada a la ingeniería civil	Mecánica de Suelos
628106	Geología avanzada del petróleo	Petrolera
411006	Geología de acuíferos	Hidráulica
402105	Geotecnia aplicada a la construcción	Construcción
615509	Hidráulica general	Hidráulica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
402205	Hidráulica aplicada a la construcción	Construcción
604906	Hidráulica fluvial	Hidráulica
605106	Hidráulica marítima y de estuarios	Hidráulica
619406	Hidrología	Hidráulica
605006	Hidrología de superficie	Hidráulica
411406	Hidrología aplicada a riego y drenaje	Hidráulica
623806	Hidrología subterránea	Hidráulica
605206	Inestabilidad estructural	Estructuras
630306	Ingeniería avanzada de reactores nucleares	Energética
605609	Ingeniería de alta tensión	Eléctrica
400306	Ingeniería de costos de construcción	Construcción
622906	Ingeniería de higiene industrial	Ambiental
631306	Ingeniería de producción geotérmica	Energética
630206	Ingeniería de reactores nucleares	Energética
605706	Ingeniería de sistemas	Control
629306	Ingeniería de sistemas energéticos	Energética
628806	Ingeniería de yacimientos de gas	Petrolera
631106	Ingeniería de yacimientos geotérmicos	Energética
624506	Ingeniería nuclear	Eléctrica
605306	Ingeniería sísmica I	Estructuras
606306	Ingeniería sísmica II	Estructuras
402505	Instalaciones eléctricas de elevadores y aire acondicionado	Construcción
402405	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas	Construcción
402304	Instalaciones para hospitales -	Construcción
605506	Instrumentación neumática y de fluidos	Control

Clave	Nombre de la materia	Sección
630106	Introducción a la ingeniería nuclear	Energética
615806	Introducción a la mecánica	Mec. Teórica y Aplicada
615906	Introducción a la mecánica de medios continuos	Mecánica de Suelos
606806	Investigación de operaciones en la programación de inversiones	Inv. de Op.
402705	Inyección de suelos y rocas y control de filtraciones	Construcción
412007	Irrigación	Hidráulica
412106	Irrigación y drenaje	Hidráulica
400704	La comunicación en los sistemas administrativos	Construcción
606204	Laboratorio avanzado de circuitos electrónicos	Electrónica
606004	Laboratorio de circuitos electrónicos analógicos	Electrónica
606104	Laboratorio de circuitos electrónicos digitales	Electrónica
616008	Laboratorio de mecánica de suelos	Mecánica de Suelos
606908	Limnología y saneamiento de corrientes	Ambiental
608306	Manejo de gas	Petrolera
416006	Manejo de gas para bombeo neumático	Mét. Art. de Producción
616606	Magnetismo y dielectricidad	Eléctrica
402804	Mamposterías y acabados	Construcción
607706	Máquinas síncronas y estabilidad de sistemas	Eléctrica
616709	Matemáticas aplicadas I	Matemáticas

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
618509	Matemáticas aplicadas II	Matemáticas
616106	Mecánica avanzada I	Estructuras
607006	Mecánica avanzada II	Mec. Teórica y Aplicada
813906	Mecánica avanzada de yacimientos	Petrolera
607406	Mecánica de fluidos	Hidráulica,
404606	Mecánica de fluidos	Petrolera
621306	Mecánica de fluidos viscosos (mecánica de fluidos avanzada)	Mec. Teórica y Aplicada
607908	Mecánica de rocas	Mecánica de Suelos
PE6106	Mecánica de rocas*	Perforación
616206	Mecánica de suelos I	Mecánica de Suelos
616306	Mecánica de suelos II	Mecánica de Suelos
616509	Mecánica de suelos aplicada	Mecánica de Suelos
608406	Mecánica de yacimientos	Petrolera
616908	Metalurgia mecánica	Mecánica
623006	Meteorología y modelos de difusión	Ambiental
608106	Método científico	Inv. de Op.
607804	Metodología de la investigación de operaciones	Inv. de Op.
623906	Metodología de la investigación y enseñanza	Matemáticas
608207	Métodos de la elasticidad lineal	Mec. Teórica y Aplicada
608506	Métodos de simulación	Petrolera
607106	Métodos energéticos de análisis estructural	Estructuras

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
600107	Métodos experimentales (antes Análisis experimental de esfuerzos)	Mec. Teórica y Aplicada
616809	Métodos matemáticos	Matemáticas
618006	Métodos numéricos para computadora	Matemáticas
607606	Métodos operacionales	Eléctrica
619908	Microbiología sanitaria	Ambiental
622206	Modelos de ingeniería ambiental	Ambiental
608606	Modelos de sistemas urbanos	Planeación
415806	Modelos matemáticos de perforación	Perforación
607306	Modelos hidráulicos	Hidráulica
627406	Modelos económicos	Planeación
622706	Muestreo y análisis de aire	Ambiental
606506	Normas en ingeniería eléctrica	Eléctrica
608706	Obras hidroeléctricas y de riego	Hidráulica
631006	Obtención de la energía de la biomasa	Energética
608906	Operación de sistemas de potencia	Eléctrica
608806	Operaciones unitarias en ingeniería sanitaria	Ambiental
609206	Optimización de redes de recolección	Petrolera
412306	Operación y conservación de sistemas de riego	Hidráulica
609006	Optimización de sistemas dinámicos I	Control
609106	Optimización de sistemas dinámicos II	Control
606606	Perforación avanzada	Petrolera
415606	Perforación avanzada I	Petrolera
415706	Perforación avanzada II	Perforación
631206	Perforación de pozos geotérmicos	Energética

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
609606	Planeación de sistemas de potencia	Eléctrica
63006	Planeación energética	Energética
403605	Planeación y evaluación de proyectos de edificación	Construcción
610406	Planeación y sistemas sociales	Planeación
403505	Planeación y organización de empresas constructoras	Construcción
621608	Plantas de tratamiento para aguas negras	Ambiental
621508	Plantas de tratamiento para agua potable	Ambiental
403405	Prefabricación y presfuerzo de estructuras de concreto	Construcción
609506	Presas de almacenamiento y derivación	Hidráulica
808809	Presas de tierra y enrocamiento	Mecánica de Suelos
412808	Principios y prácticas de riego	Hidráulica
617106	Probabilidad	Matemáticas
617006	Probabilidad y estadística I	Matemáticas
618606	Probabilidad y estadística II	Matemáticas
610206	Problemas clásicos de la mecánica de los fluidos	Mec. Teórica y Aplicada
412906	Procedimientos de construcción I	Hidráulica
413006	Procedimientos de construcción II	Hidráulica
403305	Procedimientos de construcción de estructuras de acero	Construcción
403205	Procedimientos de construcción de estructuras de concreto	Construcción
814006	Procesos avanzados de transferencia	Petrolera

Clave	Nombre de la materia	Sección
413807	Procesos inmiscibles de recuperación del petróleo	Rec. Secun.
622306	Procesos biológicos de tratamiento	Ambiental
404207	Procesos de recuperación mejorada	Rec. Secun.
619106	Procesos estocásticos	Matemáticas
610309	Procesos estocásticos y aplicaciones	Inv. de Op.
610106	Programación avanzada	Inv. de Op.
627100	Programación de computadoras electrónicas	Matemáticas
610006	Programación de inversión de obras	Planeación
609809	Programación matemática I	Planeación
609909	Programación matemática II	Planeación
619706	Prospección geofísica	Hidráulica
413206	Programación y control de obras	Construcción
610506	Protección de sistemas eléctricos	Eléctrica
403105	Proyectos y construcción de cimentaciones profundas	Construcción
610610	Proyecto de maestría	Mecánica
402904	Proyectos y construcción de cimentaciones superficiales	Construcción
619508	Propiedad de los suelos	Mecánica de Suelos
403005	Proyecto y construcción de pavimentos	Construcción
619809	Química sanitaria	Ambiental
630706	Radiación solar y solarimetría	Energética
610706	Radiación térmica (antes Transferencia de calor)	Mecánica
623106	Recolección y almacenamiento de residuos sólidos	Ambiental
628306	Recuperación mejorada de hidrocarburos	Petrolera

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
611106	Recuperación secundaria	Petrolera
628406	Recuperación térmica	Petrolera
415906	Registro de pozos	Perforación
628506	Registros geofísicos de pozos	Petrolera
610806	Resistencia al esfuerzo cortante	Mecánica de Suelos
610906	Reología	Mecánica de Suelos
611206	Saneamiento ambiental	Ambiental
612102	Seminario de mecánica	Mec. Teórica y Aplicada
612002	Seminario sobre sistemas electrónicos	Electrónica
611506	Sensores y actuadores	Control
611306	Servomecanismos	Eléctrica
814106	Simulación avanzada de yacimientos	Petrolera
611606	Simulación de sistemas dinámicos	Control
404307	Simulación numérica de yacimientos	Rec. Secun.
618706	Simulación y computación analógica	Control
611806	Simulación digital	Inv. de Op.
611406	Síntesis de redes eléctricas	Control
416206	Sistemas artificiales de producción I	Mét. Art. de Producción
416306	Sistemas artificiales de producción II	Mét. Art. de Producción
620106	Sistemas de abastecimiento de aguas	Ambiental
620206	Sistemas de alcantarillado	Ambiental
628706	Sistemas de depósitos	Petrolera
624706	Sistemas de distribución de energía eléctrica	Eléctrica
623408	Sistemas de ingeniería ambiental	Ambiental
622106	Sistemas digitales	Electrónica

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
611706	Sistemas dinámicos no lineales	Control
621906	Sistemas electrónicos analógicos	Electrónica
622406	Socioeconomía ambiental	Ambiental
628206	Técnicas avanzadas de perforación	Petrolera
401706	Tecnología del concreto	Construcción
617606	Tecnología de instalaciones para generación de energía eléctrica	Eléctrica
630506	Tecnología y administración de combustibles nucleares	Energética
629806	Tecnología y economía de las fuentes energéticas renovables	Energética
629706	Tecnología y economía del carbón y del uranio	Energética
629606	Tecnología y economía del petróleo, el gas natural y la geotermia	Energética
608006	Temas avanzados de la mecánica de fluidos (Mecánica de fluidos avanzada)	Mec. Teórica y Aplicada
4038XY	Temas especiales de Construcción	Construcción
6138XY	Temas especiales de Control	Control
6128XY	Temas especiales de Eléctrica	Eléctrica
6140XY	Temas especiales de Electrónica	Electrónica
6124XY	Temas especiales de Estructuras	Estructuras
6126XY	Temas especiales de Hidráulica	Hidráulica
6235XY	Temas especiales de Ingeniería Ambiental	Ambiental
6127XY	Temas especiales de Ingeniería Sanitaria	Sanitaria
6134XY	Temas especiales de Investigación de Operaciones	Inv. de Op.
6188XY	Temas especiales de Matemáticas	Matemáticas
6125XY	Temas especiales de Mecánica de Suelos	Mecánica de Suelos

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
6141XY	Temas especiales de Mecánica Teórica y Aplicada	Mec. Teórica y Aplicada
6135XY	Temas especiales de Petrolera	Petrolera
6131XY	Temas especiales de Planeación	Planeación
4039XY	Temas especiales de planeación y administración de empresas constructoras	Construcción
4037XY	Temas especiales de proyectos e instalaciones	Construcción
613706	Teoría algebraica de sistemas	Control
617706	Teoría de circuitos	Eléctrica
613306	Teoría de decisiones	Inv. de Op.
618206	Teoría de inventarios	Inv. de Op.
603706	Teoría de la elasticidad lineal	Mec. Teórica y Aplicada
613206	Teoría de la espera	Inv. de Op.
609309	Teoría de la plasticidad	Mec. Teórica y Aplicada
618309	Teoría de la viscoelasticidad	Mec. Teórica y Aplicada
611006	Teoría de redes	Planeación
621406	Teoría del flujo potencial y de los fluidos ideales (Mecánica de fluidos)	Mec. Teórica y Aplicada
607209	Teoría del medio continuo	Mec. Teórica y Aplicada
617206	Teoría general de las estructuras I	Estructuras
612306	Teoría general de las estructuras II	Estructuras
617506	Teoría y técnicas de optimización I	Inv. de Op.
613906	Teoría y técnicas de optimización II	Inv. de Op.
629106	Termodinámica aplicada	Energética

<i>Clave</i>	<i>Nombre de la materia</i>	<i>Sección</i>
404706	Termodinámica de los hidrocarburos	Mét. Art. de Producción
617809	Termodinámica general	Mecánica
618904	Trabajo de investigación I	Todas (excepto Matemáticas)
619004	Trabajo de investigación II	Todas (excepto Matemáticas)
629506	Transferencia de calor	Energética
617306	Transporte de energía	Eléctrica
629906	Transporte y utilización de la energía	Energética
617906	Tratamientos térmicos	Mecánica
404005	Voladura de rocas	Construcción

* Pendiente de asignación de clave

F-DEPFI/PRO 0017/1981-
82/EJ.5



722292

F-DEPFI
PRO-0017
1981-82
§.5

G(2)