

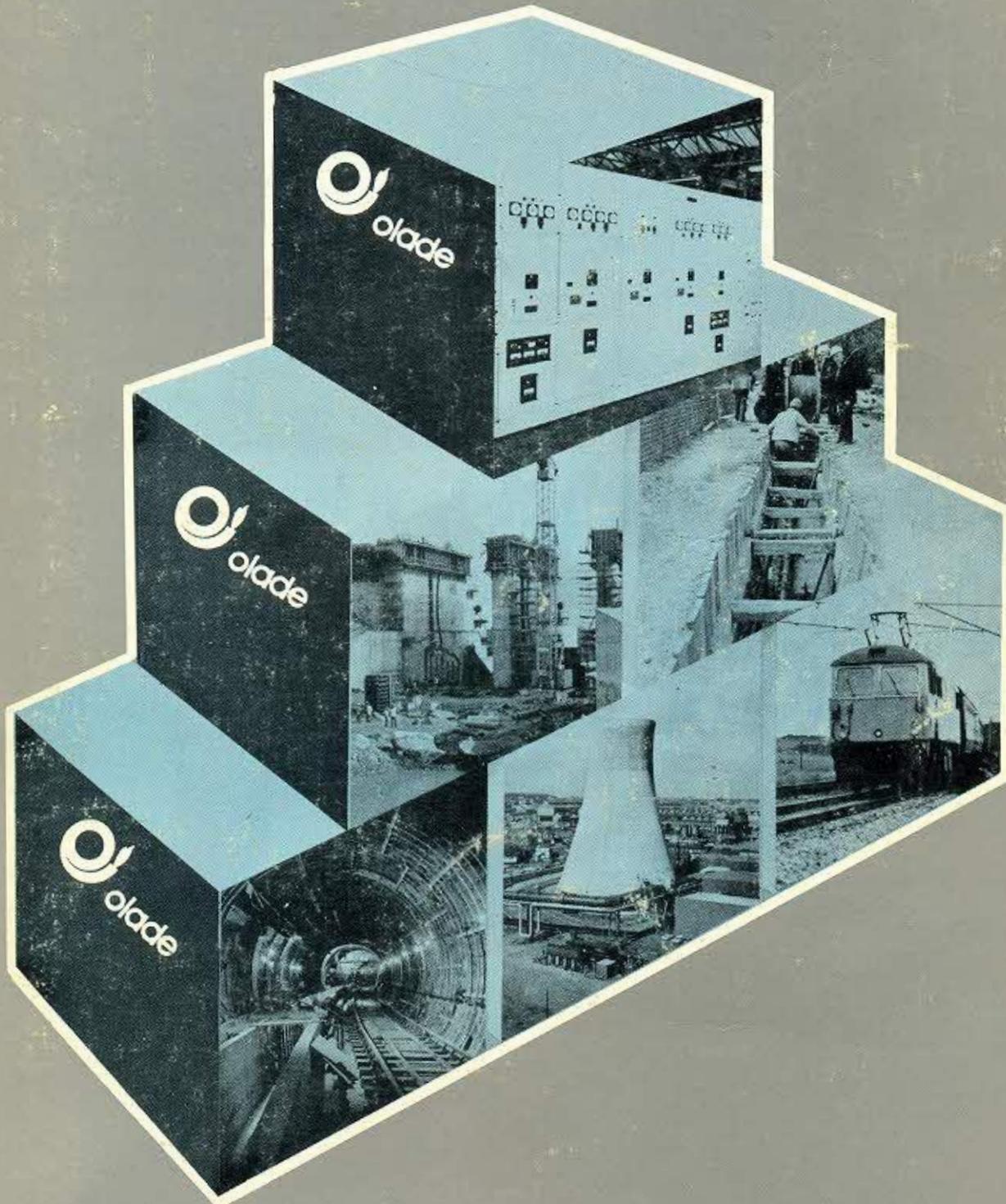


ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

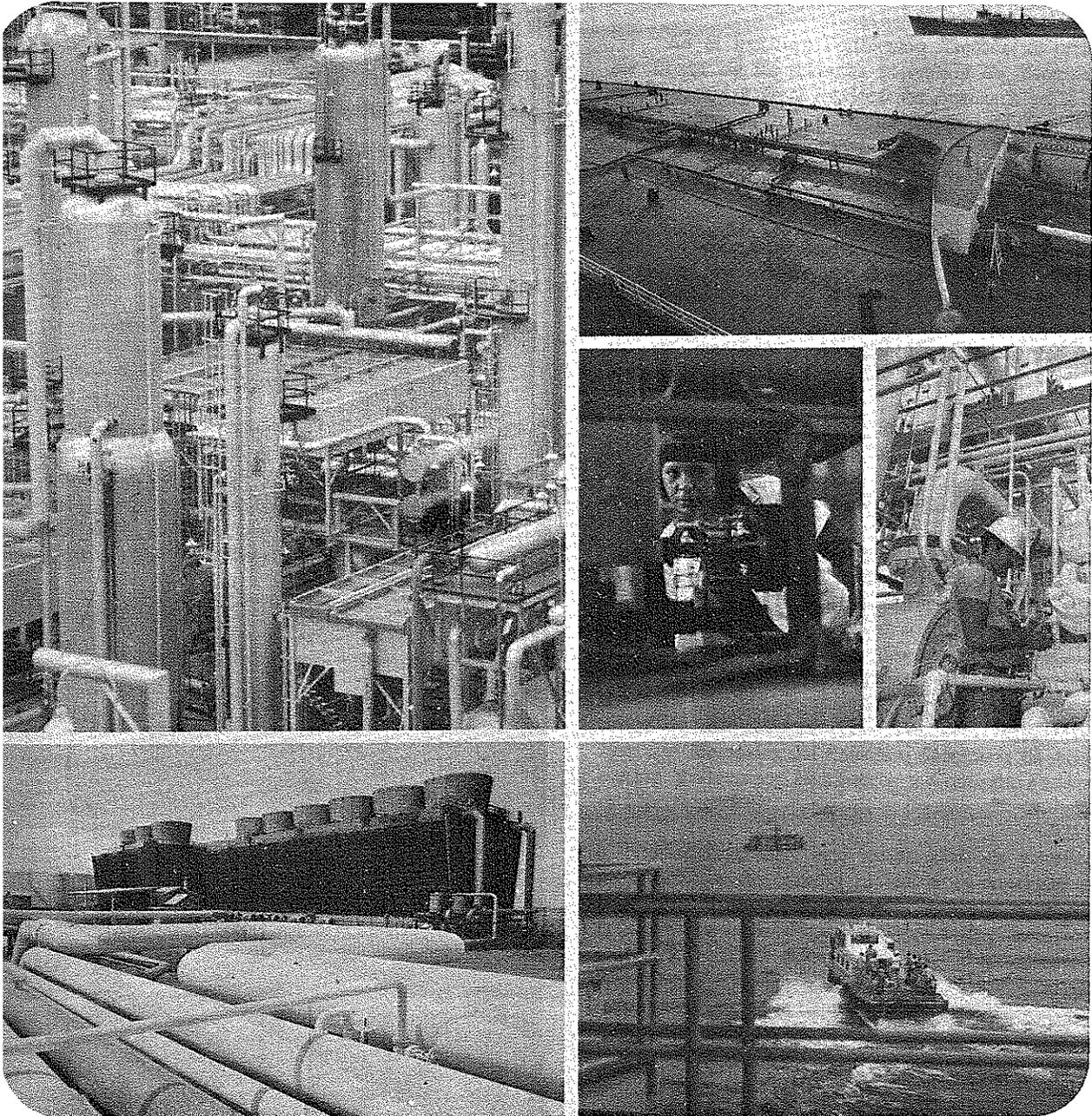
SECRETARIA PERMANENTE

BOLETIN ENERGETICO No. 11

ABRIL/JUNIO 1979



Formación del Ingeniero Petrolero en el Instituto Politécnico Nacional



GAELO DE LA FUENTE GARCIA

Obtuvo el título de Ingeniero Petrolero en el Instituto Politécnico Nacional en el año de 1966.

Ha laborado en: *Petróleos Mexicanos* durante el año de 1965 como pasante en el Distrito Norte de la Zona Norte; en el *Instituto Mexicano del Petróleo* desde 1966, dentro de la División de Yacimientos de la Subdirección de Explotación, llegando a ocupar el cargo de Jefe del Departamento de Recuperación Primaria. Actualmente se encuentra comisionado colaborando en la Gerencia de Explotación de Yacimientos de *Petróleos Mexicanos*.

Ha publicado diversos trabajos técnicos relacionados con la explotación primaria de yacimientos.

En el Instituto Politécnico Nacional es profesor titular de las materias Ingeniería de Yacimientos, cursos I y II, y Explotación Avanzada en la carrera de Ing. Petrolero; ocupa el cargo de Coordinador Académico de la misma carrera.

INTRODUCCION

La evolución acelerada de la tecnología moderna, ha provocado que nuevamente sea necesaria la revisión del plan de estudios de la carrera de Ingeniero Petrolero, que se imparte en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional.

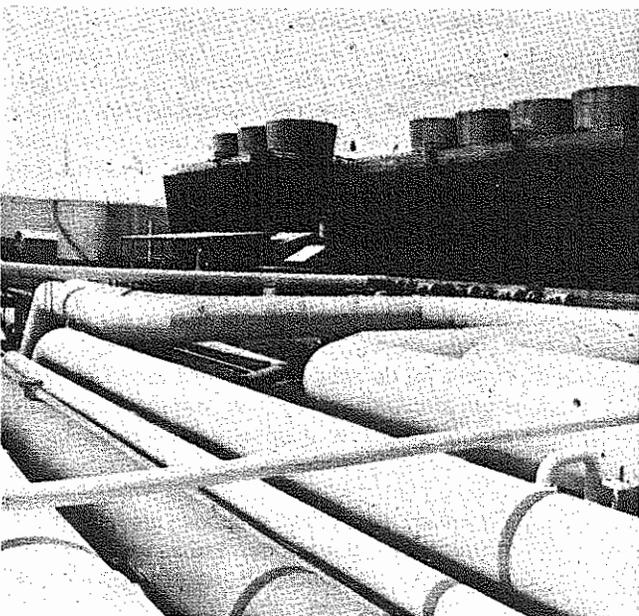
La Explotación de los recursos naturales, principalmente el petróleo, se basa en la aplicación adecuada de la tecnología moderna, que cada vez se torna más sofisticada y más compleja.

En la elaboración de este plan de estudios participó una comisión designada por las autoridades superiores de la E.S.I.A., integrada por el Coordinador Académico de la Carrera de Ingeniero Petrolero y los Jefes de los Departamentos Académicos relacionados con la misma; así como profesores de diversas disciplinas y profesionales destacados de instituciones como *Petróleos Mexicanos*, *Instituto Mexicano del Petróleo*, *Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos* y *Comisión Federal de Electricidad*.

Históricamente, este nuevo plan de estudios no constituye un cambio radical si se considera el que se ha utilizado hasta 1978, sino que representa una etapa del proceso permanente de adecuación que todo plan de estudios debe sufrir tomando en cuenta el ritmo tan acelerado con el que ocurren las innovaciones en la tecnología moderna.

ESTRUCTURA DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

La E.S.I.A. es una de las escuelas superio-



res que integran el Instituto Politécnico Nacional, está constituida por cinco áreas básicas que son, Ciencias de la Tierra, Ingeniería Civil, Arquitectura, Tronco Común de Ingeniería y Sección de Graduados y de Investigación Científica.

En el área de Ciencias de la Tierra se encuentra ubicada la carrera de Ingeniero Petrolero junto con las de Ingeniero Geólogo, Ingeniero Geofísico e Ingeniero Topógrafo y Fotogrametrista.

OBJETIVO PRINCIPAL DE LA CARRERA

El objetivo principal de la carrera de Ingeniero Petrolero es el de formar profesionales capacitados para resolver los problemas que plantea la explotación de los recursos naturales como el petróleo, las aguas subterráneas y el vapor subterráneo.

La solución de tales problemas implica la participación del ingeniero petrolero en actividades de planificación, dirección, supervisión, administración, toma de decisiones y ejecución de operaciones que van desde la perforación y terminación de pozos hasta la colocación de los productos en las plantas de proceso y/o de consumo; incluyendo actividades como la evaluación de reservas del recurso natural en cuestión y la aplicación de tecnología moderna para lograr aumentos substanciales en la recuperación.

ESTRUCTURACION DEL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS

Para estructurar el nuevo plan de estudios se hizo un análisis de los siguientes aspectos:

- * Estado actual y perspectiva del campo ocupacional de Ingeniero Petrolero.
- * Planes de estudios vigentes de la carrera de Ingeniero Petrolero.
- * Antecedentes académicos de los aspirantes, de acuerdo con los planes de estudios vigentes en el ciclo vocacional y en los dos semestres comunes para las carreras de ingeniería de la E.S.I.A.
- * Funciones específicas que debe desarrollar un egresado de la carrera de Ingeniero Petrolero.

Del análisis de los tres primeros aspectos se determinó la necesidad imperante de actualizar los planes de estudio, para preparar alumnos que lleguen a satisfacer profesionalmente las necesidades de Petróleos Mexicanos y el Instituto Mexicano del Petróleo, en cuanto a la explotación del petróleo se refiere; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en relación a la explotación de aguas subterráneas para uso doméstico y de riego, y Comisión Federal de Electricidad, que se encarga de la explotación de los recursos geotérmicos del país.

El renglón referente a las funciones específicas que desarrolla un ingeniero petrolero juega un papel muy importante en la estructuración del plan de estudios, ya que el esquema final de este plan deberá contener todas aquellas materias necesarias en la capacitación de los alumnos, para que desarrollen dichas funciones en su vida profesional.

A continuación se enlista una serie de las funciones más relevantes que debe desarrollar un ingeniero petrolero en las áreas ocupacionales citadas renglones arriba.

- * Participar en las discusiones y decisiones relacionadas con la ubicación de nuevos pozos de desarrollo de los campos.
- * Programar, supervisar y/o ejecutar las operaciones de perforación de pozos.
- * Programar, supervisar y/o ejecutar las operaciones de terminación de los pozos.
- * Diseñar y supervisar la construcción de instalaciones necesarias para recolectar, separar y medir las producciones de fluidos de los pozos.
- * Diseñar y supervisar la construcción de las instalaciones necesarias para transportar los fluidos producidos, desde las baterías de separación y recolección a los centros de proceso o de consumo.
- * Diseñar, supervisar y/o ejecutar las operaciones tendientes a mejorar la productividad de los pozos.
- * Formular, desarrollar y aplicar modelos matemáticos que puedan ser utilizados como herramientas de control y optimización de las operaciones de perforación.
- * Formular, desarrollar y aplicar modelos matemáticos que puedan ser utilizados para simular los fenómenos de flujo que ocurren en el transporte de los fluidos producidos, desde el fondo de los pozos hasta los centros de consumo o de proceso.
- * Participar en la evaluación de las reservas de petróleo, agua o vapor, según el caso mediante el cálculo directo o indirecto de los volúmenes originales de esos fluidos, utilizando información obtenida durante la exploración geofísica y geológica y durante la perforación de los pozos y la producción de los mismos.
- * Formular, desarrollar y aplicar modelos matemáticos que puedan ser utilizados como herramientas de control y optimización de las operaciones de perforación.

- * Formular, desarrollar y aplicar modelos matemáticos que puedan ser utilizados para simular los fenómenos de flujo que ocurren en el transporte de los fluidos producidos, desde el fondo de los pozos hasta los centros de consumo o de proceso.
- * Participar en la evaluación de las reservas de petróleo, agua o vapor, según el caso, mediante el cálculo directo o indirecto de los volúmenes originales de esos fluidos, utilizando información obtenida durante la exploración geofísica y geológica y durante la perforación de los pozos y la producción de los mismos.
- * Formular, desarrollar y aplicar modelos matemáticos para predecir el comportamiento primario de los yacimientos.
- * Formular, desarrollar y aplicar modelos matemáticos para predecir el comportamiento de los yacimientos, cuando se someten a procesos de recuperación secundaria o terciaria por inyección de fluidos.
- * Diseñar, supervisar y controlar sistemas de recuperación secundaria o terciaria de los yacimientos.
- * Efectuar estudios económicos, para evaluar la rentabilidad de los proyectos asociados con la recuperación primaria, secundaria o terciaria de los yacimientos, a fin de lograr la explotación óptima de los mismos.

El resultado final del análisis de todos los aspectos señalados y de las funciones descritas, condujo a la nueva estructura del Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Petrolero que se presenta en la tabla No. 1. Asimismo, en la tabla No. 2 se presenta una relación de las materias que integran el plan de estudios, agrupados por áreas, en donde se observa la aportación, en créditos académicos y porcentual de cada una de esas áreas.

RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS

MATEMATICAS I

Teoría de Conjuntos. Sistema de Números. Números Reales. Números Complejos, Funciones. Límites. Continuidad.

FISICA I

Vectores. Cinemática de las Partículas. Cinética de las Partículas. Trabajo y Energía. Fundamentos de Estática.

TOPOGRAFIA I

Generalidades. Planimetría. Levantamiento con

cinta. Dirección de una línea. Levantamiento con brújula y uso del planímetro. Medidas de ángulos. Medición. Levantamiento con cinta; con tránsito. Nivelación. Poligonal cerrada (Establecimiento, Nivelación, Cálculos Superficie y Dibujo).

DIBUJO I

Rotulación (letras y números). Escalas. Signos convencionales. Elementos de una casa habitación.

GEOLOGIA I

Geología. Sistema Solar. Características del Globo Terrestre. Atmósfera, Biósfera, Hidrósfera, Litósfera y Endósfera. Corteza Terrestre. Mineralogía. Rocas. Magnetismo. Vulcanismo. Rocas Sedimentarias. Rocas Metamórficas. Hidrología.

TECNICAS DE APRENDIZAJE Y ORIENTACION PROFESIONAL

Métodos de Estudio. Conceptos básicos. La lectura como instrumento del aprendizaje. El alumno y su conducta en clase. Preparación de los exámenes.

MATEMATICAS II

Derivada. Diferenciación. Aplicación de la Derivada. Integral Definida (aplicaciones). Funciones Logarítmicas. Técnicas de integración.

FISICA II

Fuerza y Pares. Equivalencia de Sistemas de Fuerza. Equilibrio de Sistemas de Fuerza. Centroides y Momentos de Inercia. Naturaleza del Equilibrio.

TOPOGRAFIA II

Levantamientos taquimétricos. Levantamientos Topográficos para obras hidráulicas y para obras sanitarias. Orientación astronómica. Levantamientos necesarios para vías de comunicación. Trazo de curvas. Constantes de aparatos. Levantamiento taquimétrico en terrenos planos y accidentados. Levantamientos planimétrico y altimétrico. Orientación de una línea por medio de observaciones solares. Cálculo. Establecimiento de una línea preliminar para caminos y Nivelación de la misma. Secciones transversales de cota redonda. Configuración de la faja. Cálculo y trazo de curvas horizontales.

PRINCIPIOS DE ECONOMICA Y ORGANIZACION

Desarrollo histórico de los Sistemas Económicos. Conceptos fundamentales. Producción. Capital (demanda y oferta). Crédito. Sociedades Mercantiles. Problemas Económicos de México.

CALCULO PRACTICO

Aspectos numéricos y gráficos. Interpolación.

Nomografía. Regla de Cálculo. Calculadores de bolsillo. Planímetro.

MATEMATICAS III

Algebra Vectorial. Geometría Analítica del espacio. Funciones vectoriales de una variable real. Funciones Vectoriales de un vector. Integrales Múltiples. Funciones de Conjunto e Integrales Múltiples. Integrales impropias. Ecuaciones Diferenciales. Ecuaciones de 1er. orden y 1er. grado. Trayectorias Ortogonales y Funciones Hiperbólicas.

QUIMICA Y LABORATORIO I

Introducción del curso. Objetivos y limitaciones. Introducción a la Química. Fórmulas y ecuaciones químicas. Hidrógeno y sus compuestos. Elementos del VI grupo de la tabla periódica. Agua y peróxido de Hidrógeno. Soluciones, tipos y propiedades. Halógenos y sus compuestos. Elementos del grupo del Nitrógeno.

GEOLOGIA III (ESTRUCTURAL)

Introducción. Geología Estructural. Descripción de pliegues. Estudio en el campo y representación de pliegues. Mecánica de plegamiento. Diaclasas. Descripción y clasificación de fallas. Criterios para el reconocimiento de fallas. Fallas de empuje. Fallas gravitacionales o normales. Fallas de desplazamiento a rumbo. Causas de la información de pliegues y fallas. Discordancias. Domas de sal. Rocas ígneas extrusivas.

INGENIERIA ELECTRICA I

Introducción. Resistencia. Ley de Ohm y el circuito eléctrico. Fuerza electromotriz de baterías y Leyes de Kirchoff. Baterías primarias y secundarias. Instrumentos y medidas eléctricas. Magnetismo y electromagnetismo. Circuito magnético autoinducción. Inducción Mutua. Generadores de electricidad. Motores de corriente continua. Controles para máquinas de corriente continua.

MECANICA DE FLUIDOS

Introducción. Propiedades de los Fluidos. Análisis Dimensional. Hidrostática. Hidrocinemática. Hidrodinámica.

INGLES TECNICO

Introducción. Vocabulario Técnico Básico. Gramática Inglesa. Dictado, lectura y traducción.

HISTORIA DEL PENSAMIENTO MEXICANO

Pensamiento Prehispánico. Europa y el descubrimiento de América. Siglo XVI y XVII, de la escolástica a la modernidad. Los ideales de la moder-

nidad. Pensadores (1810 a 1910). Pensadores (1910-).

PROBABILIDAD Y ESTADISTICA

Conjuntos. Probabilidad. Variable aleatoria. Medidas de tendencia central y variabilidad. Representación gráfica de distribución de frecuencia. Distribución de probabilidad discreta. Distribución normal. Teoría de muestras. Teoría de estimación. Correlación y regresión. Prueba de Hipótesis.

QUIMICA Y LABORATORIO II

Introducción a la materia, objetivos y alcances. Metales y sus compuestos. Metales alcalinos. Metales alcalinotérreos. Elementos del grupo del carbono. Elementos de Transición. Introducción a la química orgánica. Hidrocarburos saturados. Cíclicos y acíclicos. Derivados de los hidrocarburos alifáticos. Hidrocarburos no saturados cíclicos y acíclicos.

GEOLOGIA IV (HISTORICA)

Introducción. Generalidades. Tiempo Geológico. Métodos de Correlación. Reconstrucción de Paleambiente. Dinámica interna de la Tierra. Origen de la Tierra. Precámbrica. Paleozoica Inferior y Superior. Mesozoico. Terciario. Cuaternario.

INGENIERIA ELECTRICA II

Introducción. Intensividad y tensión de la corriente alterna. Circuitos en corriente alterna. Sistemas polifásicos. Instrumentos. Máquinas Eléctricas. Transformadores y subestaciones. Transportes de energía eléctrica alterna. Alumbrado. Instalaciones eléctricas. Principios de control, comunicaciones y electrónica.

TERMODINAMICA I

Introducción. Preliminares. Termometría. Trabajo y Potencia. Energía Interna. Energía Calorífica. Leyes de la Termodinámica. Gases Perfectos. Procesos de los Gases. Entalpia y Entropía. Ciclos de Gas. Generación de Vapor. Propiedades del Vapor. Procesos de los vapores. Ciclos de Vapor.

MINERALOGIA, PETROLOGIA Y LABORATORIO

Introducción. Cristalografía. Simetría de los cristales. Mineralogía Física. Mineralogía Descriptiva. Introducción a la Petrografía. Magnetismo. Descripción de las rocas sedimentarias. Petrografía Metamórfica. Descripción de las rocas metamórficas.

PROBLEMAS DE LA CIENCIA Y DE LA TECNICA

Lectura y análisis de una serie de autores im

ortantes con el fin de analizar en clase sus diferencias criterios acerca de la sociedad, la cultura y el hombre.

COMPUTACION ELECTRONICA I

Computadoras. Lenguaje de Comunicación Hombre-Máquina. Solución de un problema por medio de Computadora. Diagrama de Flujo. Tipos de Programas. Lenguaje Fortran. Subprogramas. Interpolación Numérica. Raíces de Polinomios. Integración Numérica. Ajuste de Curvas.

TERMODINAMICA II

Introducción. Ecuaciones Termodinámicas. Termodinámica. Equilibrio químico. Cinética química. Electroquímica. Maquinaria. Auxiliares para el cálculo de potencia. Selección de maquinaria.

QUIMICA DEL PETROLEO Y LABORATORIO

Introducción. Composición del Petróleo y sus derivados. Principales productos comerciales del Petróleo. Propiedades Termodinámicas de las fracciones del Petróleo. Procesos de refinación. Procesos de descomposición térmica. Producción de gasolinas. Corrosión en la industria petrolera. Petroquímica.

GEOLOGIA V (DEL PETROLEO)

Formación el Petróleo. Migración primaria. Migración Secundaria. Entrampamiento. Métodos de exploración geológica.

INGENIERIA DE PERFORACION I

Generalidades. Instalaciones y servicios auxiliares para un campamento de perforación. Descripción de un equipo de perforación. Equipo de control superficial. Herramientas de Perforación, Armado e instalación de los equipos de perforación. Circuito Hidráulico. Funciones de los fluidos de perforación. Barrenas. Descripción de equipos de perforación terrestre. Descripción de equipos de perforación marinas. Operaciones básicas en la perforación de un pozo petrolero.

CONTABILIDAD, COSTOS Y PRESUPUESTOS

Procesos de Actividades económicas. Administración Pública y Privada. Fundamentos de la Contabilidad de Costos. Bases de la Administración moderna. Escuelas del pensamiento administrativo. Planeación y Control Proceso Administrativo. Presupuestos. Elaboración, informes de resultados el Contador y Contralor. Contabilidad. Conceptos básicos, balance, estado de pérdidas y ganancias. Costos. Aplicaciones sobre la Industria Petrolera.

RECURSOS Y NECESIDADES DE MEXICO

El sector económico. Recursos naturales constantes. Recursos naturales no renovables. Recursos Humanos. Los medios de comunicación. El sector cultural. La escuela. La política.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE PERFORACION

Introducción. Hidráulica. Composición de los Fluidos de Perforación. Determinación de la Composición y propiedades de los Fluidos. Contaminaciones. Problemas de Perforación relacionados con los fluidos. Preparación en el laboratorio de los diversos tipos de lodo. Elaboración de Programas de Fluidos de Perforación para un pozo.

COMPUTACION ELECTRONICA II

Análisis Numérico. Errores. Cálculo de valores de Funciones. Algebra Matricial. Solución de Ecuaciones Algebraicas. Solución de sistemas lineales de Ecuaciones. Interpolación de funciones. Diferenciación. Integración de cuadratura. Ecuaciones diferenciales. Números aleatorios.

INGENIERIA DE PERFORACION II

Factores que afectan la velocidad de perforación. Predicción de presiones anormales y gradiente de fractura. Presiones generadas durante el movimiento de tubería. Diseño de sarta de perforación y empacamiento óptimo para pozos verticales. Diseño de tubería de revestimiento y pruebas de cabezales. Prueba de tubería de revestimiento. Hidráulica. Determinación de la capacidad de los equipos de perforación. Programa detallado de perforación. Operaciones especiales de cementación: colocación de tapones de abandono; desviaciones; control de pérdida y baches para despegar tubería. Control de pérdidas de circulación. Control de brotes. Pegaduras de tubería. Pescas.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE YACIMIENTOS

Introducción. Propiedades físicas de las rocas. Propiedades del sistema roca-fluidos. Fundamentos del comportamiento de fase. Análisis Presión Volumen-Temperatura.

INVESTIGACION DE OPERACIONES

Introducción, objetivo y alcance. Conceptos básicos de teoría de sistemas, Ingeniería de sistemas. Técnicas de programación. Investigación de operaciones, teorías, modelos, programación lineal, métodos Simplex, aplicaciones a la Industria Petrolera.

PROCESOS DEL PETROLEO

Introducción. Vaporización. Condensación. E-

equilibrio. Fraccionamiento. Absorción y desorción. Adsorción y Elusión. Deshidratación y desalado del crudo. Combustión.

INGENIERIA DE YACIMIENTOS I

Generalidades. Clasificación de los yacimientos. Cálculo del volumen original de hidrocarburos, métodos volumétricos. Cálculo de volumen original de hidrocarburos, métodos de balance de materia. Ecuaciones de entrada de agua. Análisis de mecanismos de empuje.

INGENIERIA DE PRODUCCION I

Introducción. Generalidades. Evaluación de la producción. Comportamiento de pozos fluyentes.

INGENIERIA DE PERFORACION III

Perforación especializada: Trabajos de pesca, Revestimiento del pozo. Evaluación de la terminación de pozos. Perforación de tubería de revestimiento para prueba de producción. Cementación forzada o explotación. Terminación de Pozos.

REGISTROS GEOFISICOS I

Introducción. Generalidades. Principios y conceptos básicos de interpretación en yacimientos no arcillosos. Registros de potencial espontáneo. Registros convencionales de resistividad. Microregistro convencional de resistividad. Registro de inducción. Métodos y técnicas de interpretación cuantitativa en formaciones limpias y arcillosas.

HIDROGEOLOGIA

Introducción a la hidrogeología, el ciclo hidrológico. Localización del agua subterránea. Flujo del agua subterránea. Química del agua subterránea. Interfase con agua salada.

CONSTRUCCION DE INSTALACIONES PETROLERAS

Planos y datos necesarios para la construcción de un campo de exploración solucionando problemas de: Urbanización, agua, drenaje, electricidad, caminos, pistas de aterrizaje, etc. Construcción de: Baterías de separación y medición de gas y aceite. Muros de sostenimiento. Estructuras de acero con ejemplo para techar un taller o bodega. Tanques y Ductos. Fundamentos de la soldadura. Construcción de instalaciones marinas para perforación o producción.

INGENIERIA DE YACIMIENTOS II

Generalidades. Predicción del comportamiento primario de yacimientos de aceite sin entrada de agua. Predicción del comportamiento prima-

rio de yacimientos de aceite con entrada de agua. Predicción del comportamiento primario de yacimientos de gas y condensado.

INGENIERIA DE PERFORACION IV

Unidades y equipos para la optimización de la perforación. Modelos matemáticos. Planeación del programa de perforación en base a las presiones anormales y gradientes de fractura. Descripción de simulador de control de brotes.

INGENIERIA DE PRODUCCION II

Introducción. Producción de pozos por bombeo neumático. Producción de pozos por bombeo mecánico. Producción de pozos por bombeo eléctrico. Producción de pozos por bombeo hidráulico.

INGENIERIA DE SEGURIDAD

Conceptos básicos. Orígenes, desarrollo, aspecto legal, etc. Los accidentes y factores. Tipos, clasificación, factores, etc. La responsabilidad en la seguridad. Investigación y estadísticas, frecuencias, costos, etc. Las Actividades de prevención, inspección, análisis, etc. Los recursos para la seguridad, organización. Entrenamiento y capacitación. Normas y manuales. Ingeniería y seguridad. Mantenimiento preventivo en las instalaciones.

REGISTROS GEOFISICOS II

Introducción. Registros de corriente enfocada. Microregistros de corriente enfocada. Registro de rayos Gamma naturales. Registro de densidad. Registro neutrón-gamma y Epitérmica de pared. Otros registros Neutrónicos. Registro Sónico de porosidad. Otros registros sónicos Diversos. Registro de medición de echados. Registro detector de hidrocarburos en el lodo y en los recortes de perforación. Registros de Producción. Métodos y Técnicas de interpretación. Criterios. Comparación de Resultados.

INGENIERIA DE MANTENIMIENTO Y LOGISTICA INDUSTRIAL

Conceptos de mantenimiento. Estudio de equipos simples. Estudio de equipos complejos. Teoría de reemplazo. Sistema mecanizado de mantenimiento (Pemex). Teorías de inventarios, pronósticos, líneas de espera, muestreo y Montecarlo. Diagnósticos de productividad.

INGENIERIA DE YACIMIENTOS III

Generalidades. Teoría del desplazamiento frontal de Buckley y Leverett. Desplazamientos en sistemas no lineales. Método de Craig para predecir el comportamiento de un yacimiento sujeto a inyección de agua. Métodos basados en líneas de flujo para predecir el comportamiento de un yacimiento su-

jeto a inyección de agua. Introducción. Método de Caudle y Leblanc, Método de S. J. Ruteaga.

INGENIERIA DE PRODUCCION III

Introducción. Recolección de Fluidos Producidos, Separación de Fluidos. Almacenamiento, Bombeo y Compresión. Tratamiento de la Producción. Economía de la Producción.

INGENIERIA DE CONTROL

Introducción a los sistemas de Control. Dispositivos de medición de temperatura, presión, desplazamiento, Aérea, Vibración, Viscosidad, Radiaciones, Dispositivos de Medición de Variables Eléctricas y Transductores que tienen como salida una señal Eléctrica.

EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

Estudios, Selección del equipo de perforación, programa de perforación bomba vertical tipo tubería pozo profundo. Fundamentos de la explotación y manejo de vapor subterráneo.

TRANSPORTE Y MEDICION DE HIDROCARBUROS

Introducción. Transporte de crudos y de productos en fase líquida. Transporte de gas natural por tuberías. Flujo en dos fases. Medición de fluidos.

INGENIERIA DE YACIMIENTOS IV

Introducción. Ecuaciones de Flujo Multifásico en tres dimensiones. Aproximación por diferencias finitas de las ecuaciones. Métodos de solución de sistemas de ecuaciones. Análisis de estabilidad. Métodos iterativos de dirección alternante (A D I P). Método de presión implícita, saturación explícita (I M P E S). Manejo individual de pozos.

INGENIERIA DE PRODUCCION IV Y LABORATORIO

Introducción. Fracturamiento Hidráulico. Propiedades Mecánicas y Petrofísicas de las rocas. Estado de esfuerzo en el subsuelo. Orientación, presión y gradiente de fractura. Dimensiones de fracturas. Fluidos fracturantes. Agentes sustentantes. Productividad. Daño a la formación. Acidificación Matricial. Acidificación por fracturamiento. Control de sales.

ADMINISTRACION

Introducción a la administración, conceptos fundamentales de la administración, Planeación, Organización, Integración, Dirección, Control, Coordinación, administración privada, administración pública. Teoría de la Comunicación, administración de

recursos humanos, administración de Pemex, administración por objetivos.

EVALUACION DE PROYECTOS

Introducción. Ingeniería Económica, Evaluación. Estudio de mercado, Formulación de Proyectos.

EXPLOTACION AVANZADA

Introducción. Fundamentos matemáticos. Análisis de Pruebas de Interferencia entre pozos. Análisis de Presión en Pozos inyectoros y productores. Aspectos Prácticos del análisis de presión.

PSICOLOGIA INDUSTRIAL

Historia del trabajo. Historia de las condiciones humanas en el trabajo. El hombre máquina. El error humano. Las motivaciones. La organización. Relaciones trabajador-patrón.

PRACTICAS DE LABORATORIO Y DE CAMPO

Para la realización de prácticas de laboratorio, la E.S.I.A., cuenta en el área de Ciencias de la Tierra con laboratorios de Química, de Mineralogía y Petrología y de Electrometría y los laboratorios de especialidad de la carrera; de Ingeniería de Yacimientos, de Ingeniería de Perforación, de Ingeniería de Producción y de Química del Petróleo.

Las prácticas de campo correspondientes a las materias de Topografía se efectúan con el equipo disponible en el almacén de la E.S.I.A.

Actualmente se están llevando a cabo pláticas con Petróleos Mexicanos y el Instituto Mexicano del Petróleo, a fin de coordinar un programa de prácticas de los alumnos de los diferentes semestres de la carrera, con el que se pretende lograr el patrocinio de ambas instituciones en cuanto se refiere a facilidades para visitar instalaciones y el acomodo de los practicantes en los diversos distritos del sistema petrolero y preferentemente en las épocas vacacionales de los estudiantes.

Bajo este plan conjunto se pretende realizar prácticas de: Geología de Campo, de Ingeniería de Perforación, de Ingeniería de Producción y de Ingeniería de Yacimientos, en periodos de 7 a 14 días cada uno.

Es deseable que dichas prácticas sean aprovechadas al máximo, para lo cual se requiere que el personal profesional que desarrolla sus actividades en el campo, colabore de una manera entusiasta transmitiendo sus experiencias y conocimientos a los practicantes.

PROCESO DE LEGALIZACION

El plan de estudios descrito se está impartiendo actualmente, aún cuando está en proceso de legalización, en sus etapas finales, ante las autoridades superiores del Instituto Politécnico Nacional y de la Secretaría de Educación Pública.

El Instituto, con su nueva estructura de organización, canaliza a través de la División de Ingeniería y Ciencias Exactas, de la Dirección de Estudios Profesionales, todas las propuestas de cambios a los planes de estudio de las diversas carreras.

La mencionada dependencia ha elaborado manuales de procedimientos que permiten tramitar en muy corto tiempo todos los cambios necesarios en los planes de estudio, desde modificaciones a los contenidos y/o nombres de materias aisladas hasta cambios radicales.

TABLA No. 2

RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO PETROLERO

MATERIAS PROPEDEUTICAS	CREDITOS
Matemáticas I	9
Física I	9
Dibujo I	6
Matemáticas II	9
Física II	9
Dibujo II	6
Cálculo Práctico	6
Matemáticas III	9
Química y Laboratorio I	7
Probabilidad y Estadística	6
Química y Laboratorio II	7
Computación Electrónica I	6
Computación Electrónica II	7
MATERIAS HUMANISTICAS	
Técnica del Aprendizaje	6
Seminario de Orientación Profesional	2
Inglés Técnico	6
Historia de Pensamiento Mexicano	6
Problemas de la Ciencia y de la Técnica	6
Recursos y Necesidades de México	6
Psicología Industrial	6
MATERIAS ECONOMICO-ADMINISTRATIVAS	
Principios de Economía y Organización	6
Contabilidad, Costos y Presupuestos	6
Investigación de Operaciones	6
Ingeniería de Mantenimiento y Logística Industrial	6
Administración	9
Evaluación de Proyectos	6

MATERIAS GEOLOGICAS

Geología I (Física)	6
Geología II (Física)	6
Geología III (Estructural)	6
Geología IV (Histórica)	6
Mineralogía, Petrología y Laboratorio	7
Geología V (del petróleo)	6
Hidrogeología	6

MATERIAS DE INGENIERIA BASICA

Topografía I	13
Topografía II	13
Ingeniería Eléctrica I	6
Mecánica de Fluidos	9
Ingeniería Eléctrica II	6
Termodinámica	9
Termodinámica II	9
Ingeniería de Control	9

MATERIAS ESPECIFICAS DE LA CARRERA

Química del Petróleo y Laboratorio	7
Ingeniería de Perforación I	9
Laboratorio de Ingeniería de Perforación	8
Ingeniería de Perforación II	9
Laboratorio de Ingeniería de Yacimientos	8
Procesos del Petróleo	6
Ingeniería de Yacimientos I	9
Ingeniería de Producción I	9
Ingeniería de Perforación III	9
Registros Geofísicos I	9
Construcción de Instalaciones Petroleras	6
Ingeniería de Yacimientos II	9
Ingeniería de Producción II	9
Ingeniería de Perforación IV	9
Ingeniería de Seguridad	6
Registros Geofísicos II	9
Ingeniería de Yacimientos III	9
Ingeniería de Producción III	9
Explotación de Aguas Subterráneas	9
Transporte de Aguas Subterráneas	9
Ingeniería de Yacimientos IV	9
Ingeniería de Producción IV y Laboratorio	10
Explotación Avanzada	9

TOTALES	CREDITOS	o/o
13 Materias Propedeuticas	96	20
7 Materias Humanísticas	38	8
6 Materias Económico-Administrativas	39	8
7 Materias Geológicas	43	9
8 Materias de Ingeniería Básica	74	15
23 Materias Específicas de la Carrera	195	40
64 Materias Total	485	100

TABLA No. 1

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
CUADRO DE MATERIAS
CARRERA DE INGENIERO PETROLERO

Primer Semestre

Compatibilidad	Materia	Horas Semana		Crédito
		Teoría	Laboratorio	
1	Matemáticas I	4.5		9
2	Topografía I	9.0		13
3	Física I	4.5		9
4	Geología	3.0		6
5	Dibujo I	3.0		6
6	Técnica del aprendizaje	3.0		6
7	Seminario de orientación Profesional	1.5		2

Segundo Semestre

Compatibilidad	Materia	Horas Semana		Crédito
		Teoría	Laboratorio	
8	Matemáticas II	4.5		9
9	Topografía II	9.0		13
10	Física II	4.5		9
11	Geología II	3.0		6
12	Cálculo Práctico	3.0		6
13	Principios de Economía y Organización	3.0		6
14	Dibujo II	3.0		6
		30.0		55

Tercer Semestre

Compatibilidad	Materia	Horas Semana		Créditos
		Teoría	Laboratorio	
15-8-1	Matemáticas III	4.5		9
16	Química y Lab. I	3.0	2.0	7
17-11	Geología III (estructural)	3.0		6
18	Ingeniería Eléctrica I	3.0		6
19	Mecánica de Fluidos	4.5		9
20	Inglés Técnico	3.0		6
21	Historia del Pensamiento Mexicano.	3.0		6
		24.0	2.0	49

Cuarto Semestre

Compatibilidad	Materia	Horas Semana		Créditos
		Teoría	Laboratorio	
22-8	Probabilidad y Estadística	3.0		6
23-16	Química y Lab. II	3.0	2.0	7
24-11	Geología IV (Histórica)	3.0		6
25-18	Ingría. Eléctrica II	3.0		6
26	Termodinámica I	4.5		9
27	Mineralogía, Petrología y Laboratorio	3.0	2.0	7
28	Problemas de la Ciencia y de la Técnica	3.0		6
		22.5	4.0	47

Quinto Semestre

Compatibilidad	Materia	Horas Semana		Créditos
		Teoría	Laboratorio	
29	Computación Electrónica I	3.0		6
30-26	Termodinámica II	4.5		9
31-23-16	Química del Petróleo y Laboratorio	3.0	2.0	7
32-17-24	Geología V (del Petróleo)	3.0		6
33	Ingeniería de Perforación I	4.5		9
34	Contabilidad, Costos y Presupuestos.	3.0		6
35	Recursos y Necesidades de México	3.0		6
		24.0	2.0	49

Sexto Semestre

Compatibilidad	Materia	Horas Semana		Créditos
		Teoría	Laboratorio	
36	Lab. de Ingría. de Perforación.	3.0	3.0	8
37-29	Computación Electrónica II	3.0	2.0	7
38-33	Ingría. de Perforación II	4.5		9
39	Lab. de Ingría. de Yacimientos.	3.0	3.0	8
40	Investigación de Operaciones	3.0		6
41-31	Procesos de Petróleo	3.0		6
		19.5	8.0	44

Séptimo Semestre

Compatibilidad	Materias	Horas Semana		Créditos
		Teoría	Laboratorio	
42-39	Ingeniería de Yacimientos I.	4.5		9
43	Ingeniería de Producción I	4.5		9
44-38-32	Ingeniería de Perforación III.	4.5		9
45	Registros Geofísicos I	4.5		9
46	Hidrogeología	3.0		6
47	Construcción de Instalaciones.	3.0		6
		24.0		48

Octavo Semestre

Compatibilidad	Materias	Horas Semana		Créditos
		Teoría	Laboratorio	
48-42-39	Ingeniería de Yacimientos II.	4.5		9
49-43	Ingeniería de Producción II	4.5		9
50-44-38	Ingría. de Perforación IV	4.5		9
51	Ingeniería de Seguridad	3.0		6
52-45	Registros Geofísicos II	4.5		9
53	Ingeniería de Mantenimiento y Logística Industrial.	3.0		6
		24.0		48

Noveno Semestre				Décimo Semestre			
Compatibilidad	Materias	Horas Semana Teoría Laboratorio	Créditos	Compatibilidad	Materias	Horas Semana Teoría Laboratorio	Créditos
54-48-42	Ingeniería de Yacimientos III	4.5	9	59-54-48	Ingeniería de Yacimientos IV	4.5	9
55-49-43	Ingeniería de Producción III	4.5	9	60-55-49	Ingeniería de Producción IV y Laboratorio	4.5	1.5 10
56	Ingeniería de Control	4.5	9	61	Administración	4.5	9
57	Explotación de Aguas Subterráneas.	4.5	9	62	Evaluación de Proyectos	3.0	6
58	Transporte y Medición de Hidrocarburos	4.5	9	63	Explotación Avanzada	4.5	9
				64	Psicología Industrial	3.0	6
		22.5	45			24.0	1.5 49

