



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



UNIDAD LINARES

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA

DE

INGENIERIA GEOFISICA



807  
4  
88

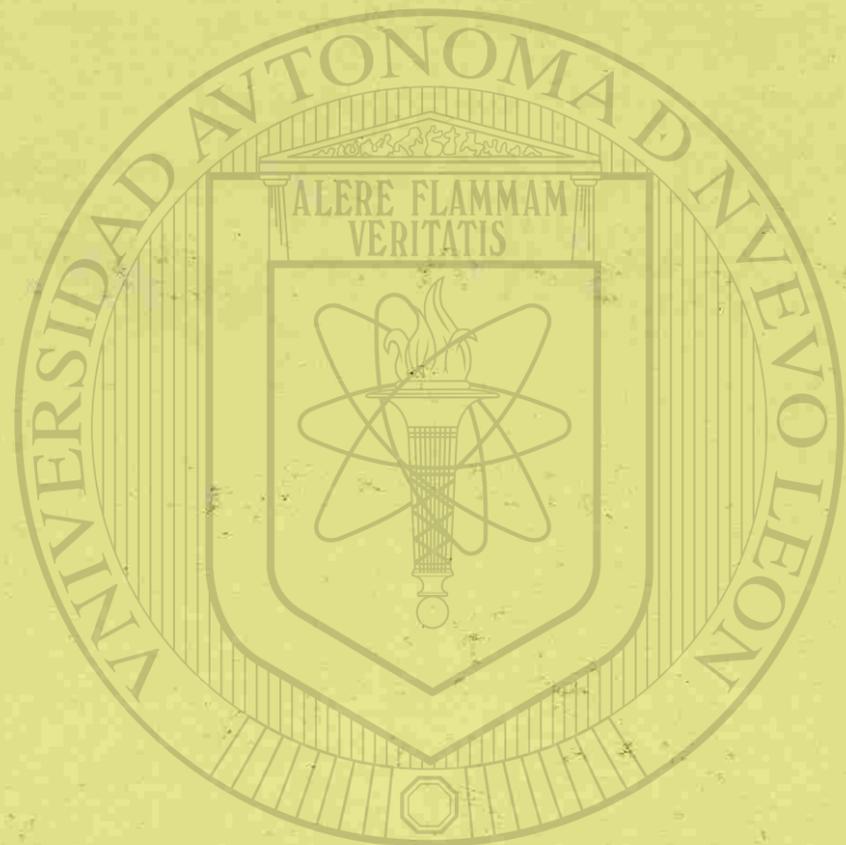
Gerardo Ronquillo Jarillo  
Cosme Pola Simuta



QC807  
.6  
.M4  
R6  
1988



1020111489



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



CAMPUS LINARES

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA

DE  
INGENIERÍA QUÍMICA

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Gerardo Roncallo Jarillo  
Cosme Polo Simón

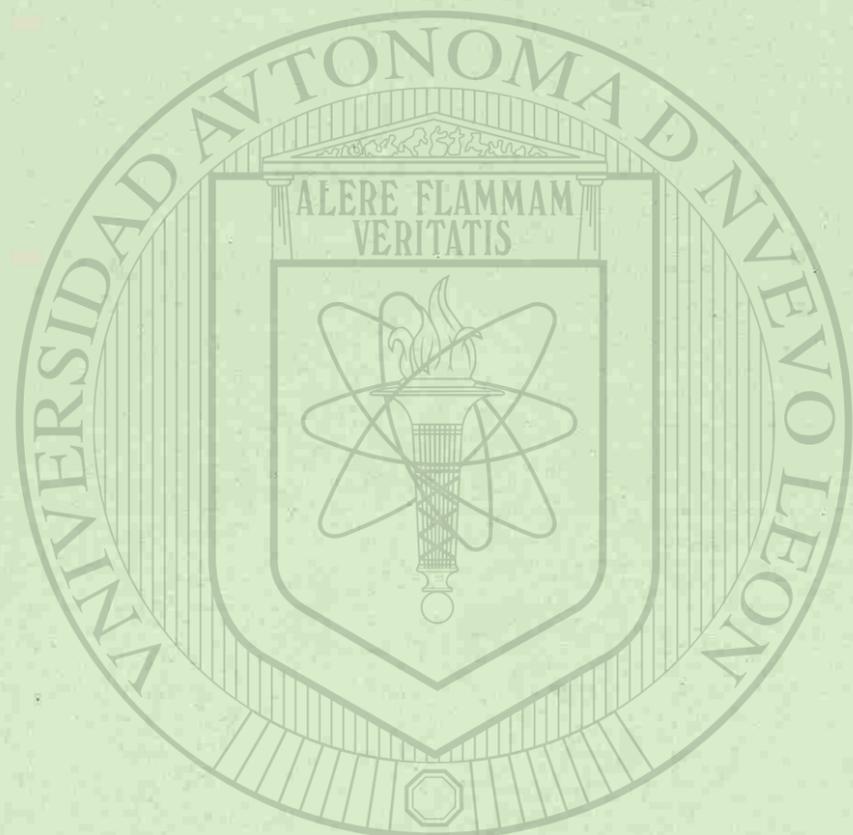
m



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON



UNIDAD LINARES



PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA

DE

INGENIERIA GEOFISICA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA



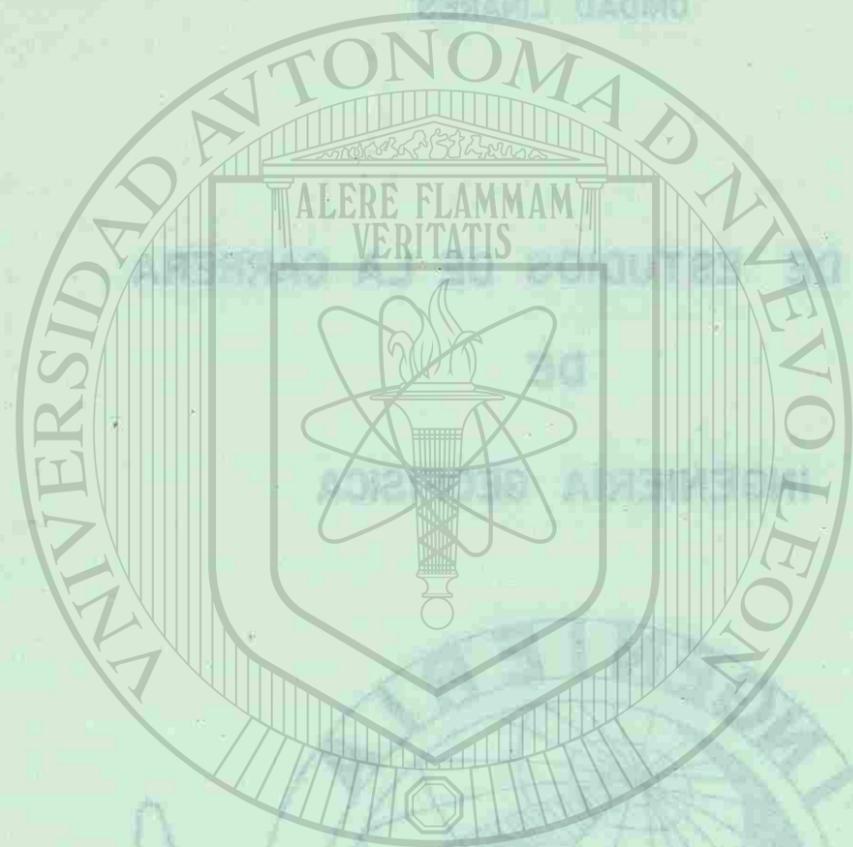
Gerardo Ronquillo Jarillo  
 Cosme Pola Simuta

QC807

.6  
.M4  
R6  
1988

999074

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



# UANL

## INDICE

Introducción	3
Perfil Profesional Geofísico	5
Materias Fundamentales	
I. Matemáticas	6
II. Física	10
III. Geología	10
Materias de Geofísica	
I. Conceptos	10
II. Organización	10
III. Clases	10
IV. Geología	10
Materias de Geofísica	
I. Conceptos	21
II. Organización	21
III. Clases	21
IV. Geología	21

Los autores expresan su agradecimiento al Sr. Rector de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Ing. Gregorio Farías Longoria, así como al Sr. Vice-Rector Lic. David Galván Ancira por el apoyo directo para la realización del Plan de estudios de la carrera de Ingeniero Geofísico. Así también al Profr. Dr. Arcadio V. Kalinin de la Universidad Estatal de Moscú "M.V. LOMONOSOV" por sus observaciones y comentarios.

Dr. Gerardo F. Ronquillo Jarillo  
Dr. Cosme Pola Simuta.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

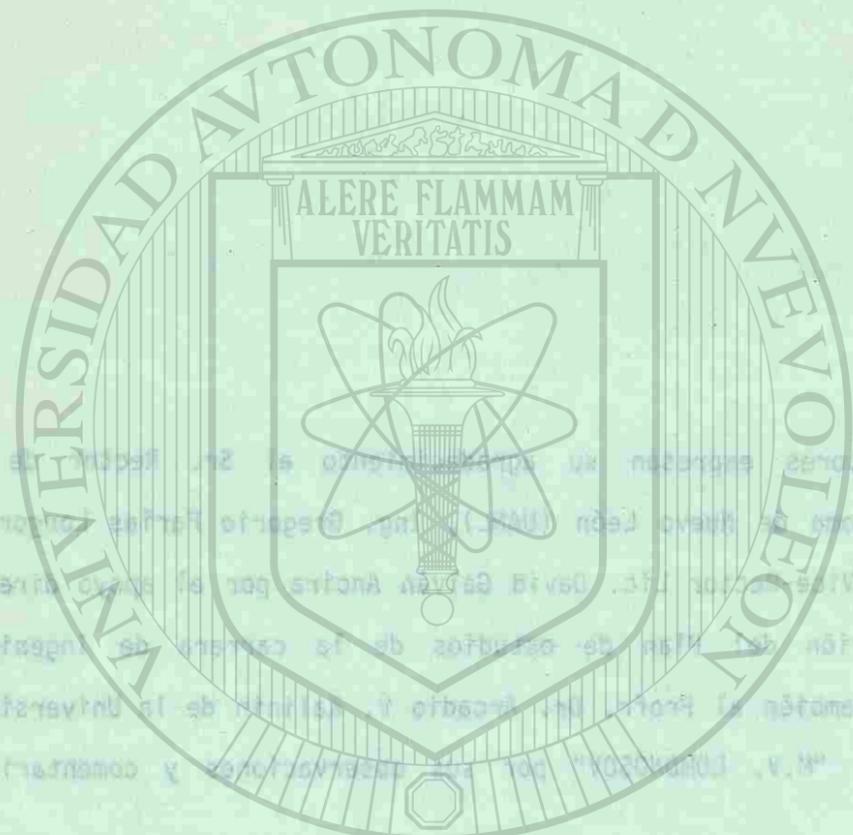


FONDO UNIVERSITARIO

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Noviembre de 1988, Linares, N.L., México.

Gerardo Ronquillo Jarillo  
Cosme Pola Simuta



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## INTRODUCCION

En el presente los métodos geofísicos juegan un papel muy importante en la investigación del subsuelo, búsqueda y exploración de yacimientos minerales.

## INDICE

Introducción 3

Perfil Profesional Geofísico 5

Materias Fundamentales

I. Matemáticas 6

II. Física 7

Materias de Apoyo

I. Complementarias 7

II. Organización 9

III. Química 10

IV. Geología 10

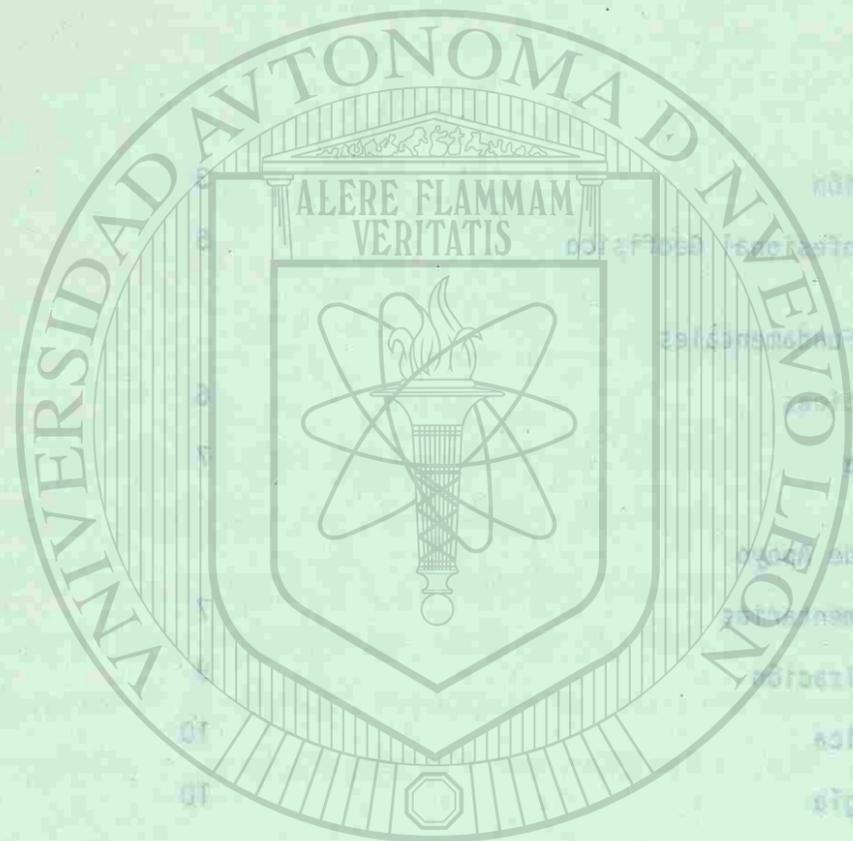
Materias de Geofísica 11

Materias Optativas 21

Prácticas 21



Uno de los principales objetivos fue desarrollar el programa de estudios e investigación con los nuevos progresos mundiales, encaminados básicamente a la solución de problemas nacionales.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### INTRODUCCION

En el presente los métodos geofísicos juegan un papel muy importante en la investigación del subsuelo, búsqueda y exploración de yacimientos minerales. Sin embargo la elevada exigencia de realizar estudios detallados hacia las profundidades y de la corteza terrestre crea la necesidad, primeramente, de resolver el problema de calidad y cantidad de especialistas geofísicos, y dar adecuadamente la enseñanza de las diferentes materias de geología.

En México se cuenta con centros de enseñanza superior e investigación, en los cuales hacen resaltar que los problemas que resuelve la geofísica por ningún motivo pueden actualmente ser tratados por una sola de las ramas de las Ciencias de la Tierra, esto explica que, la geofísica es una parte integral de este complejo de ciencias. Además, en el presente, los planes de estudio dan poca importancia a la aplicación de los métodos geofísicos en problemas hidrogeológicos e ingeniería geológica y minera, así como la construcción de equipo geofísico.

En un análisis del estado actual de los programas de enseñanza de la carrera de ingeniería geofísica en México, realizada por los autores, mostró la necesidad de adaptar un programa actual en un estado moderno para las condiciones y necesidades del Estado de Nuevo León.

Uno de los principales objetivos fue desarrollar el programa de estudios e investigación con los nuevos progresos mundiales, encaminados básicamente a la solución de problemas nacionales.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario tener una base sólida en las diferentes áreas de la geofísica, por lo que se propone formar, en el futuro, las siguientes cátedras básicas dentro del Departamento de Geofísica para desarrollar los programas de enseñanza, tanto de licenciatura y posgrado, como de investigación.

1. Cátedra de exploración sísmica:

- A) Sismoacústica, B) Ingeniería Sísmica, C) Métodos geofísicos de pozo, D) Geofísica Nuclear.

2. Cátedra de métodos potenciales:

- A) Gravimetría, B) Magnetometría, C) Geoeléctrica, D) Ingeniería Geofísica.

En la primera etapa de trabajo se elaboró un programa de estudio detallado de la licenciatura, contemplando cuatro objetivos principales:

1. Bases físico-matemáticas y de computación.
2. Impartir adecuadamente los cursos de geofísica en su estado moderno, tanto teóricos como de aplicación.
3. Metodología y técnicas en la prospección geofísica.
4. Directrices de los métodos geofísicos para su aplicación en hidrogeología, ingeniería geológica, minería e industria petrolera, así como para la construcción de equipo geofísico.

En la elaboración del programa de estudio se analizó el siguiente plan:

La importancia de las bases físico-matemáticas y de computación en la geofísica. Metodología general de la prospección geofísica. Técnica de captación de datos. Procesamiento de la información con ayuda de máquinas computadoras.

Interpretación de los resultados en base a modelos bidimensionales y tridimensionales. Objetivos de investigación en áreas de interés de la Ingeniería Geofísica.

BREVE RESUMEN DE LA HISTORIA DE LA FACULTAD

En 1981 se fundó el Instituto de Geología como un proyecto de cooperación entre la Universidad Autónoma de Nuevo León y diferentes Universidades y organizaciones de la República Federal de Alemania. En 1983 el Instituto pasó a ser lo que hoy en día es la Facultad de Ciencias de la Tierra, orientada en el área de ingeniería y tecnología.

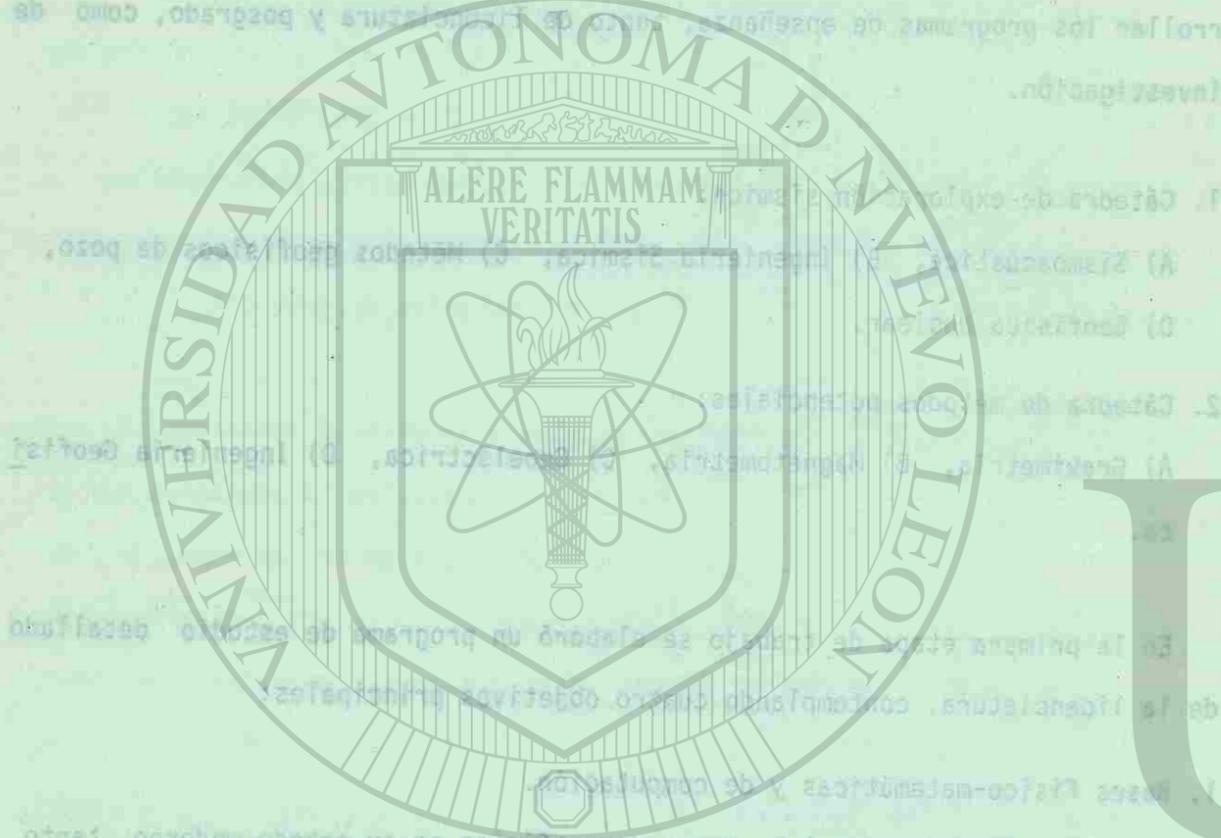
En el presente, la Facultad cuenta con tres Departamentos: Geología, Mineralogía y Geofísica. Cuenta con una planta de 11 maestros-investigadores de tiempo completo y exclusivo con grado de Doctor en Ciencias, 2 maestros en ciencias de tiempo completo y, maestros y técnicos de apoyo.

Actualmente, en la Facultad se imparten las carreras en Geología, Mineralogía y Geofísica.

PERFIL PROFESIONAL GEOFISICO

La preparación de los geofísicos está orientada a tener un conocimiento amplio tanto teórico como práctico en la solución de diferentes problemas geológicos y en la investigación. La enseñanza para los geofísicos se fundamenta en las matemáticas, física, geología, materias de apoyo, y cursos especiales de geofísica.

La matemática es una herramienta cuantitativa que nos permite dar soluciones a los problemas que surgen en los campos físicos que están relacionados con causas geológicas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

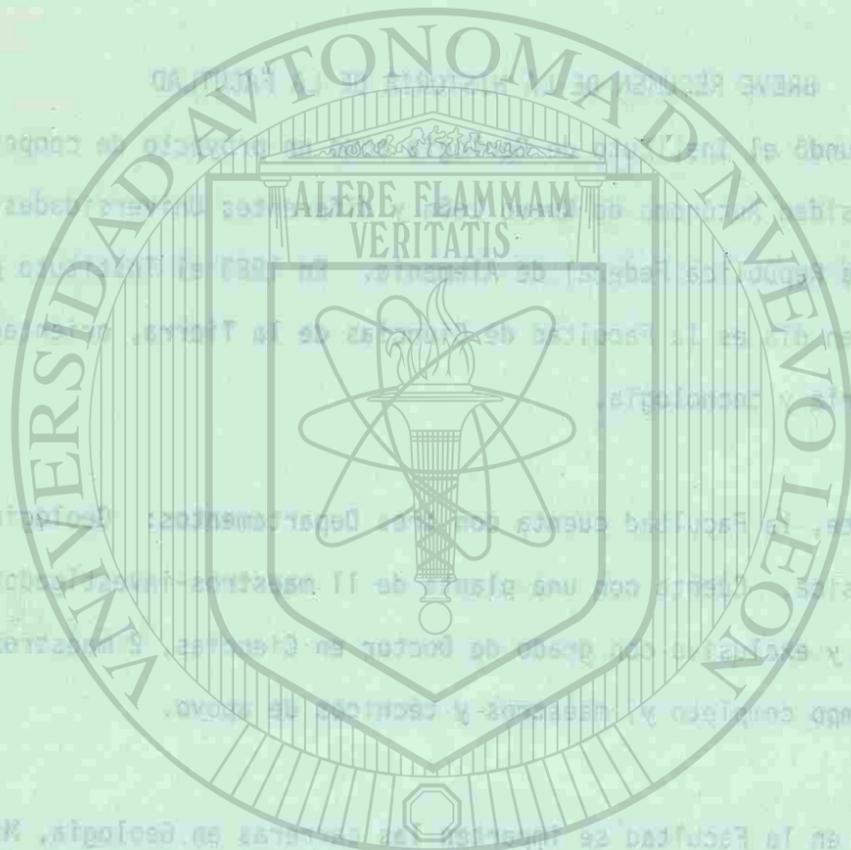
## MATERIAS FUNDAMENTALES

## I. Matemáticas

Semestre	Materia		
6	Físico-Matemáticas II T-48 hrs.		
5	Físico-Matemáticas I T-48 hrs.		
4	Teoría de la Función Variable Compleja. T-64 hrs.		
3	Ecuaciones Diferencia- les. T-80 hrs.	Métodos Numéricos T-48 hrs.	
2	Análisis Matemático II T-96 hrs.	Geometría Analíti- ca. T-48 hrs.	Teoría de la Probabi- lidad y Estadística. T-48 hrs.
1	Análisis Matemático I T-96 hrs.	Algebra Lineal T-64 hrs.	

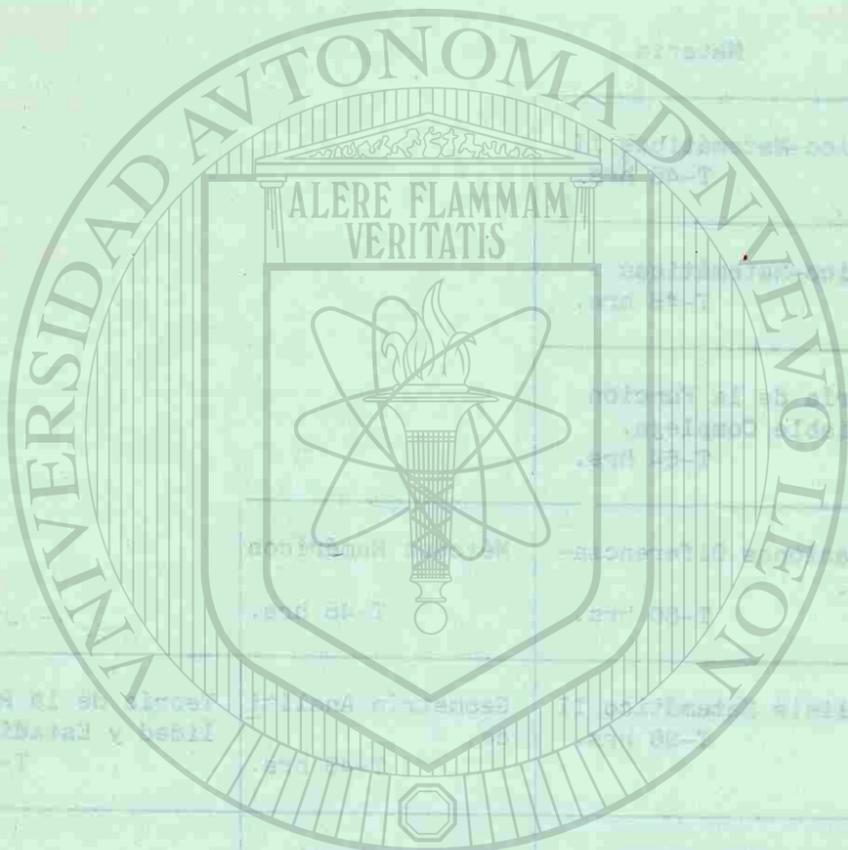
Total Teoría (T) - 640 hrs.

La cuantificación de todos los factores que intervienen en la solución de un problema geológico, hace necesario el uso y desarrollo continuo de modelos físico-matemáticos que nos permitan describir los distintos fenómenos bajo estudio, así como técnicas de procesamiento para obtener de los datos de campo la información buscada sobre las fuentes (causas) geológicas; es por eso que la matemática es una herramienta cuantitativa que nos permite dar soluciones a los problemas que surgen en los campos físicos que están enlazados con causas geológicas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II. Física

Semestre	Materia	Horas
5	Física de la Materia y Nuclear T-96 hrs.	96
4	Optica y Física Atómica T-64 hrs.	64
3	Electricidad y Magnetismo T-96 hrs.	96
2	Mecánica II T-96 hrs.	96
1	Mecánica I T-96 hrs.	96

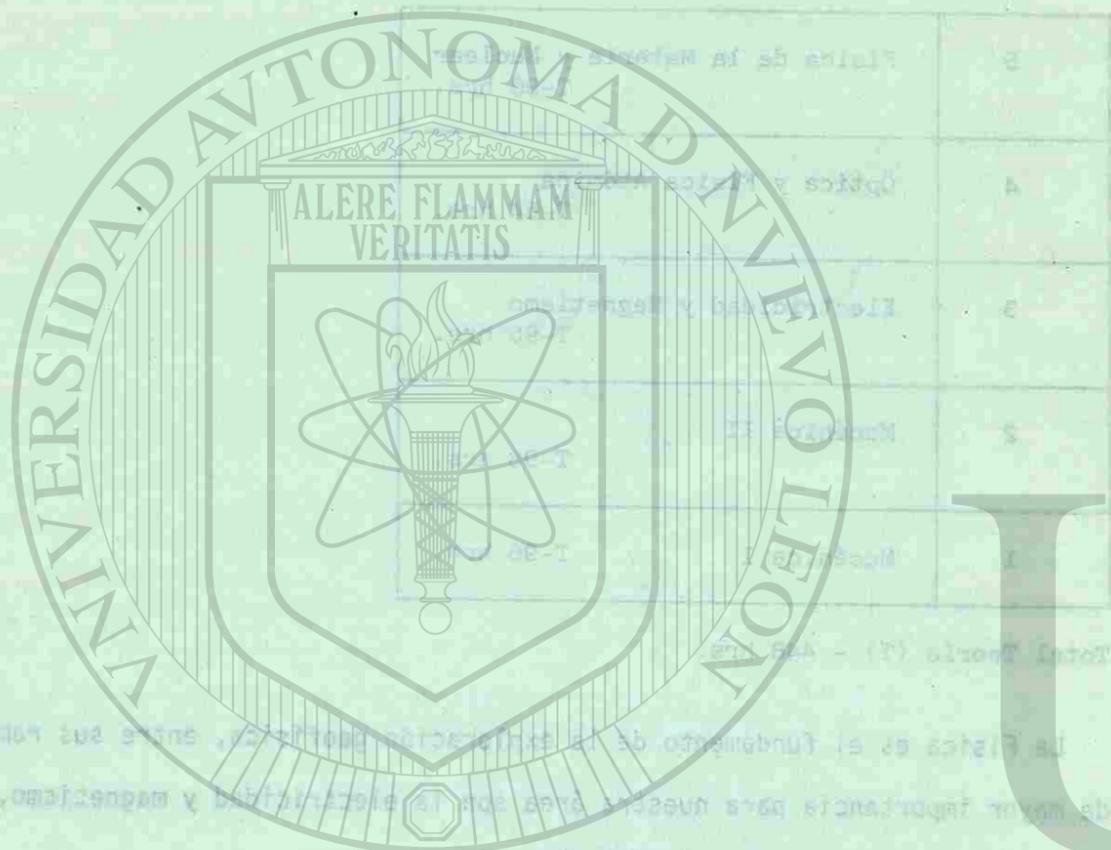
Total Teoría (T) - 448 hrs.

La Física es el fundamento de la exploración geofísica, entre sus ramas la de mayor importancia para nuestra área son la electricidad y magnetismo, y física del estado de la materia y nuclear.

Podemos concluir que el volumen de horas de matemáticas (640 hrs.) y física (448 hrs.), es porque la preparación de los especialistas geofísicos es muy cercana a la área de física.

MATERIAS DE APOYO

I. Complementarias



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Semestre Materias

6	Electrónica T-32 hrs., PL-24 hrs.	Física Experimental T-16 hrs., PL-32 hrs.
5	Análisis Espectral T-32 hrs.	Petrofísica T-39 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días
4	Computación y Programación. T-16 hrs., PL-48 hrs.	Matemáticas Aplicadas a la Geofísica. T-64 hrs.

Total Teoría (T) - 192 hrs., Práctica de Laboratorio (PL) - 136 Hrs., Práctica de Campo (PC) - 2 días.

Computación y Programación. Utilizar los métodos de cálculo matemático para la solución de los problemas directos e inversos con la ayuda de las computadoras.

Matemáticas aplicadas a la geofísica. Utilizar adecuadamente las matemáticas en un enfoque práctico concreto a problemas geofísicos.

Análisis Espectral. Representación de la Transformada de Fourier en funciones periódicas y no periódicas, en lasadas con el análisis espectral que depende de las propiedades de las señales. Utilización de los métodos espectrales para la solución de los problemas directos e inversos, así como problemas de transmisión de señales, procesamiento y discretización de señales geofísicas.

Petrofísica. Selección del complejo de métodos geofísicos en la solución de problemas geológicos, en base a las propiedades físicas de las rocas, medidas en laboratorio y campo.

Electrónica. En las ramas de la geofísica se realizan mediciones de diferentes campos físicos, utilizando equipo electrónico moderno, por lo que hace necesario que los especialistas geofísicos deberán tener un conocimiento general de los principios de construcción de equipo y procedimientos de medición de una señal en general y eléctrica, así como la distribución de señales útiles y ruidos.

Física Experimental. Mediciones de campos físicos y propiedades físicas de la materia. Mediciones de la corriente eléctrica, voltaje, resistividad, densidad, porosidad, velocidad de propagación de las ondas elásticas, temperatura, gradiente de temperatura, radiaciones alfa, gamma, beta, efectos piezoeléctricos y campos magnéticos de la tierra.

II. Organización

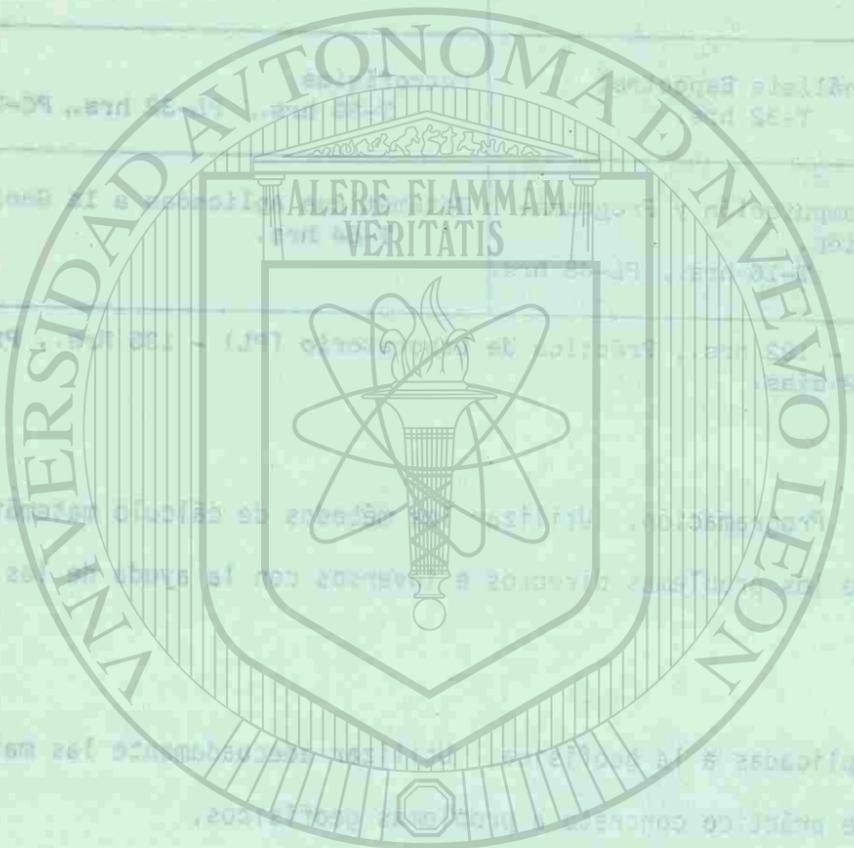
Semestre	Materia
8	Organización y Planeación de los Trabajos Geofísicos. T-32 hrs.
7	Economía de los Trabajos Geofísicos. T-32 hrs.

Total Teoría (T) - 64 hrs.

Economía y Orientación de los Trabajos Geofísicos. La importancia de la exploración geológica y geofísica de los recursos naturales; organización, dirección, planeación, proyección y economía de la exploración geológica y geofísica.

(continúa)

Semestre	Materia
6	Electrónica T-32 hrs., PL-24 hrs.
5	Análisis Experimental T-32 hrs., PL-24 hrs.
4	Geofísica T-32 hrs., PL-24 hrs.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Organización, Planeación y Dirección de los Trabajos Geofísicos. Se estudia en forma detallada la organización, dirección, planeación y proyección de los trabajos geofísicos y los criterios adecuados para obtener una economía efectiva.

III. Química

Semestre	Materia
1	Química General T-64 hrs.

Total Teoría (T) - 64 hrs.

Química General. Conocimiento de los procesos y leyes básicas de la físico-química, que explican las causas de los procesos geológicos y geoquímicos más importante.

IV. Geología

Semestre	Materias	
8	Evolución de la Corteza Terrestre. T-48 hrs.	
7	Hidrogeología T-32 hrs., PL-16 hrs., PC- 1 día	Ingeniería Geológica T-32 hrs., PL-32 hrs., PC-1 día.
6	Geología Regional T-48 hrs., PC-3 días	Tectónica T-32 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días.
5	Procesos Geológicos II T-32 hrs., PC-2 días	

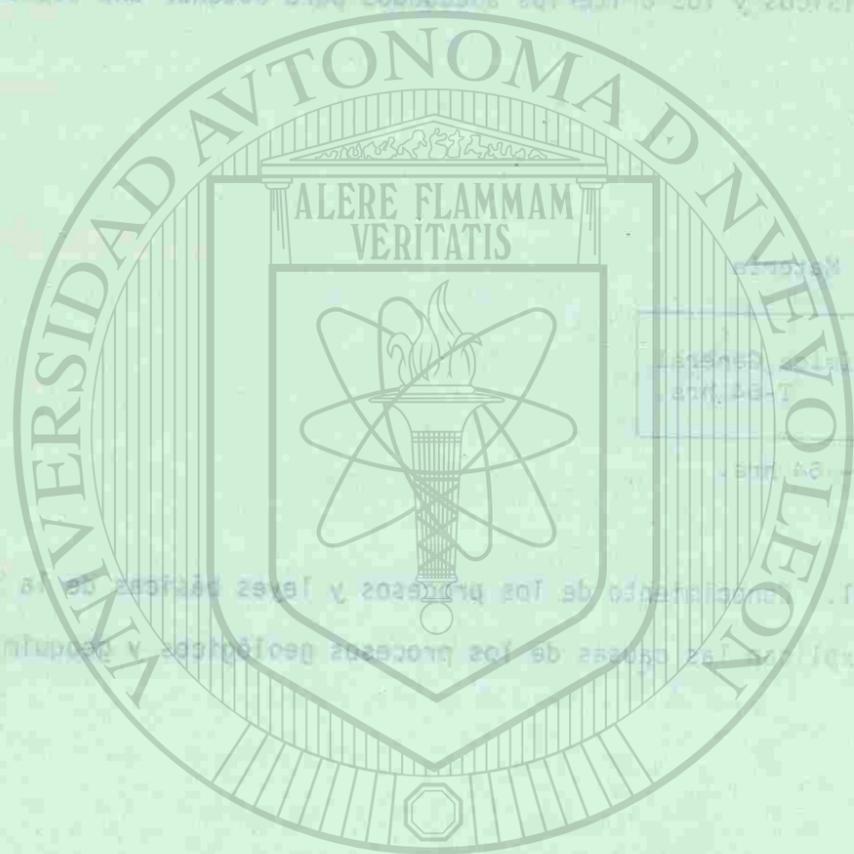
(continuación)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Organización, Planeación y Dirección de los Trabajos Geológicos. Se esta-  
 da en forma detallada la organización, planeación, dirección y supervisión de  
 los trabajos geológicos y los criterios adecuados para obtener una economía  
 efectiva.



III. Geología	1
---------------	---

Total Teoría (T) - 84 hrs.

IV. Geología

Geología Regional	1	T-48 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días
Procesos Geológicos II	2	T-32 hrs., PC-2 días
Geología Estructural	3	T-32 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días
Geología Histórica	4	T-48 hrs., PC-2 días
Geología Básica	5	T-48 hrs.

(continuación)

(continuación)

4	Procesos Geológicos I T-32 hrs., PC-2 días	
3	Geología Estructural T-32 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días	
2	Geología Histórica T-48 hrs., PC-2 días.	Mineralogía y Petrografía T-48 hrs.
1	Geología Básica T-48 hrs.	

Total Teoría (T) - 432 hrs., Práctica de Laboratorio (PL) - 96 hrs., Práctica de Campo (PC) - 15 días.

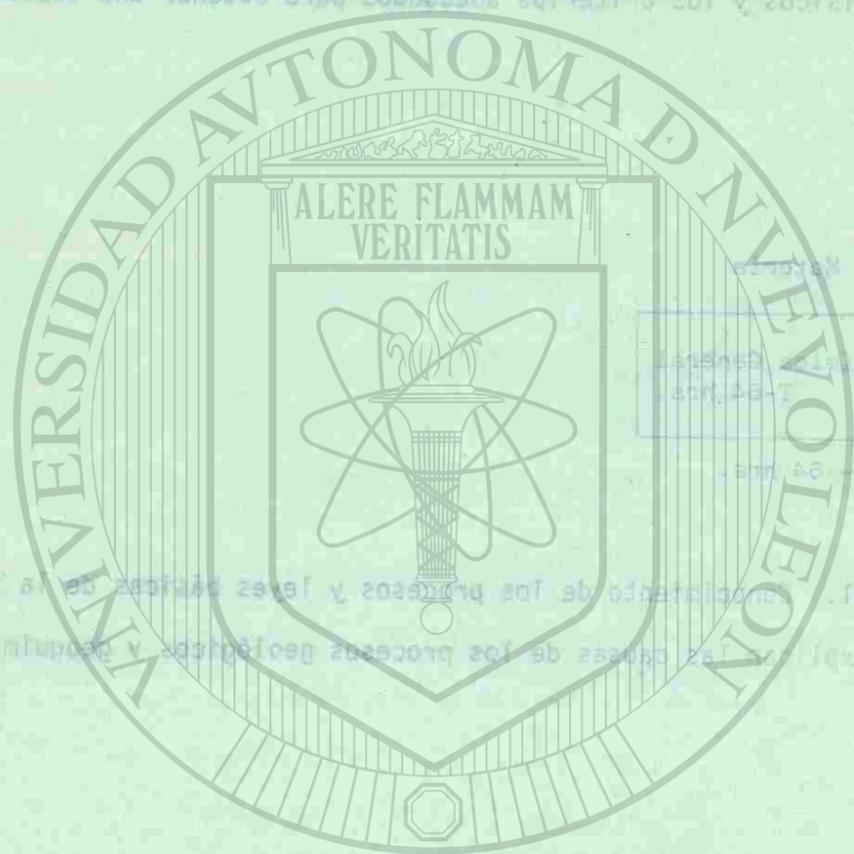
Geología. Conocimiento de los problemas geológicos en la materia, en lo estructural y tectónico. Así como sus procesos geológicos, su historia y evolución de la Tierra, las características cristalópticas de los minerales y sus distintas formas. Entendimiento del ciclo hidrológico de la Tierra, principios hidrogeoquímicos, propiedades hidrogeológicas de las rocas, procesos hidrogeológicos y el estudio de la estructura y estado de las rocas.

MATERIAS DE GEOFISICA

Introducción a la Geofísica. Conocimiento de los campos físicos de la Tierra; naturales (pasivos) y artificiales (activos) y sus parámetros, tanto en la superficie de la Tierra, en su interior, mares, océanos, aire y cosmos. La dependencia de los parámetros del campo (fuerza de la gravedad, tiempo de propagación de las ondas elásticas, temperatura etc.) con la estructura de la Tierra, origen del campo y su cambio de las propiedades físicas de las rocas. Principios de los métodos geofísicos, metodologías y equipo utilizado.

Gravimetría. Su importancia en la exploración geofísica, su lugar en las

Organización, Planeación y Dirección de los Trabajos Geológicos. Se esta-  
 da en forma detallada la organización, planeación, dirección y supervisión de  
 los trabajos geológicos y los criterios adecuados para obtener una economía  
 efectiva.



III. Geología General	1
-----------------------	---

Total Teoría (T) - 84 hrs.

IV. Geología

Geología Regional	1	T-18 hrs., PL-3 días
Procesos Geológicos II	2	T-32 hrs., PC-2 días
Geología Estructural	3	T-32 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días
Procesos Geológicos I	4	T-32 hrs., PC-2 días

(continuación)

(continuación)

4	Procesos Geológicos I T-32 hrs., PC-2 días	
3	Geología Estructural T-32 hrs., PL-32 hrs., PC-2 días	
2	Geología Histórica T-48 hrs., PC-2 días.	Mineralogía y Petrografía T-48 hrs.
1	Geología Básica T-48 hrs.	

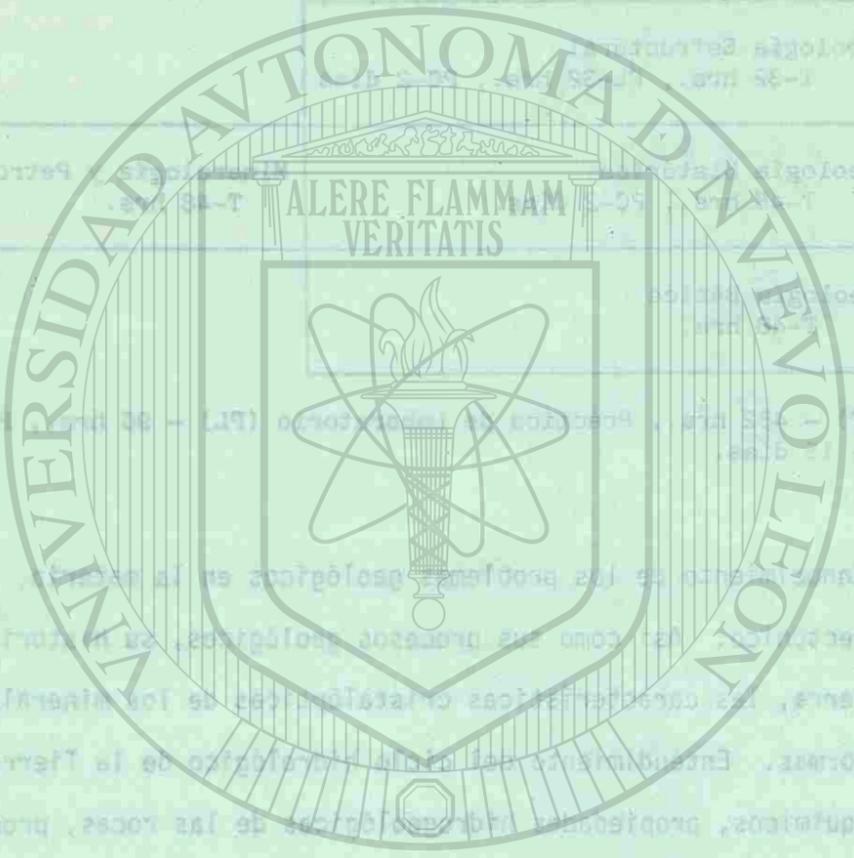
Total Teoría (T) - 432 hrs., Práctica de Laboratorio (PL) - 96 hrs., Práctica de Campo (PC) - 15 días.

Geología. Conocimiento de los problemas geológicos en la materia, en lo estructural y tectónico. Así como sus procesos geológicos, su historia y evolución de la Tierra, las características cristalópticas de los minerales y sus distintas formas. Entendimiento del ciclo hidrológico de la Tierra, principios hidrogeoquímicos, propiedades hidrogeológicas de las rocas, procesos hidrogeológicos y el estudio de la estructura y estado de las rocas.

MATERIAS DE GEOFISICA

Introducción a la Geofísica. Conocimiento de los campos físicos de la Tierra; naturales (pasivos) y artificiales (activos) y sus parámetros, tanto en la superficie de la Tierra, en su interior, mares, océanos, aire y cosmos. La dependencia de los parámetros del campo (fuerza de la gravedad, tiempo de propagación de las ondas elásticas, temperatura etc.) con la estructura de la Tierra, origen del campo y su cambio de las propiedades físicas de las rocas. Principios de los métodos geofísicos, metodologías y equipo utilizado.

Gravimetría. Su importancia en la exploración geofísica, su lugar en las



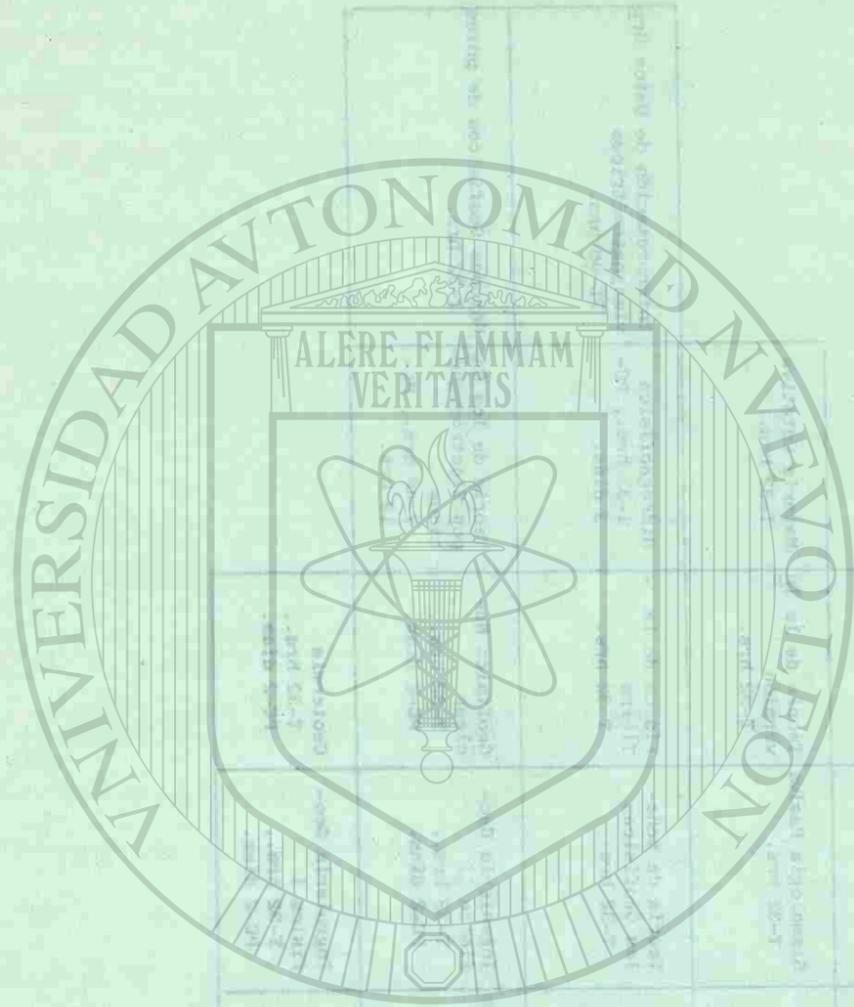
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

MATERIAS DE GEOFISICA

Semestre	Materias		Seminario de Te- sis I PL-32 hrs.
10			
9	Procesamiento de Datos Geofísicos T-48 hrs.	Integración de Datos Geofísicos. T-32 hrs., PL-16 hrs.	Seminario de Te- sis I PL-32 hrs.
8	Geofísica Regional. T-48 hrs., PC-3 días.	Sismometría T-64 hrs.	Materia Optativa PL-32 hrs.
7	Seminario Geofísico PL-32 hrs.	Prospección Sismica T-80 hrs., PL-16 hrs., PC-4 días.	Teoría de la In- versión T-32 hrs.
6	Teoría de Potencial T-48 hrs.	Ondas Elásticas T-64 hrs.	Materia Optativa T-32 hrs.
5	Geoeléctrica T-48 hrs., PL-16 hrs., PC-3 días.	Teoría de la Elasticidad T-64 hrs.	Física de la Tierra T-32 hrs.
		Ingeniería Geofísica I T-32 hrs., PC-2 días.	Interpretación de Datos Gravimagnéticos PL-48 hrs.
		Ingeniería Geofísica II T-32 hrs., PC-2 días.	Teoría de los Campos Electromagnéticos T-48 hrs., PL-16 hrs.
		Geotermia T-32 hrs., PC-2 días.	Métodos Geofísicos de pozos T-32 hrs.

(continuación)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

(continuación)

1	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
2	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
3	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
4	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
5	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
6	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
7	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
8	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
9	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.
10	10-25 hrs.	10-25 hrs.	10-25 hrs.

INSTRUMENTOS DE GEODACIA

Investigaciones con la integración de los métodos geofísicos y trabajos de exploración geológica, y el enlace con las disciplinas adyacentes. Fuerza de la gravedad, medición de la fuerza de la gravedad, potencial gravitacional, variaciones de la fuerza de la gravedad, problema directo e inverso en la prospección gravimétrica, métodos para estudiar el campo gravitacional, procesamiento e interpretación de gradientes horizontales, estudio de la figura de la Tierra y problemas geodésicos, estudio profundo de la corteza terrestre y la parte superior del manto, estudio del manto cristalino y estudio de las rocas ígneas.

(continuación)

4	Gravimetría T-32 hrs., PC-3 días.	Magnetometría T-32 hrs., PC-3 días
2	Introducción a la Geofísica T-32 hrs., PC-2 días.	

Total Teoría (T) - 960 hrs., Práctica de Laboratorio (PL) - 192 hrs., Práctica de Campo (PC) - 27 días.

Como una ciencia basada en la geofísica, en uso al estudio de los fenómenos físicos que ocurren en la Tierra, naturales y artificiales, continuos y variables, estacionarios y no estacionarios, que son útiles para la interpretación de la corteza terrestre.

investigaciones con la integración de los métodos geofísicos y trabajos en exploración geológica, y el enlace con las disciplinas adyacentes. Fuerza de la gravedad, medición de la fuerza de la gravedad, potencial gravitacional, correcciones de la fuerza de la gravedad, problema directo e inverso en la prospección gravimétrica, métodos para estudiar el campo gravitacional, procesamiento e interpretación de gradientes horizontales, estudio de la figura de la Tierra y problemas geodésicos, estudio profundo de la corteza terrestre y la parte superior del manto, estudio del basamento cristalino y estudio de las rocas sedimentarias.

**Magnetometría.** Historia del método en la exploración magnética, principios de las etapas de desarrollo de este método en México, importancia y aplicación en la geología en su etapa moderna. Campo magnético de la Tierra, estructura del campo magnético, campo normal magnético, y su cambio en tiempo, principios del estudio del campo magnético de la Tierra en el pasado (cambios de polos, inversión), la importancia del paleomagnetismo en problemas geológicos. Medición de los elementos del campo magnético terrestre, metodología de trabajo en la prospección magnética, levantamientos aeromagnéticos e hidromagnéticos, formas especiales de trabajo en prospección magnética, procesamiento de datos magnetométricos, fundamentos geológicos en la interpretación de anomalías magnéticas, utilización de la prospección magnética e integración con otros métodos, teoría de inversión de datos magnetométricos.

**Geoeléctrica.** Como una ciencia aplicada de la geofísica, en base al estudio de los diferentes campos electromagnéticos de la Tierra, naturales y artificiales, continuos y variables, estacionarios y no estacionarios, que son utilizados para la investigación de la corteza terrestre.

Teoría de la Elasticidad. Entendimiento de los principios de las ecuaciones mecánicas de cuerpos elásticos (deformación de un cuerpo elástico, tensión, ley de Hooke, ecuaciones de equilibrio elástico y movimiento, deformación de la energía, coeficientes de elasticidad), ecuación de Onda, ondas en medios elásticos homogéneos ideales (fundamentos del campo de desplazamiento, ondas planas, energía de las ondas planas, principio de superposición, ondas esféricas, ondas armónicas, ondas longitudinales y transversales). Influencia de los límites de la frontera en la propagación de las ondas sísmicas, ecuación Eikonal, rayos y frentes de onda, difracción de ondas, ondas en medios anisotrópicos, ondas en medios no elásticos y propiedades de absorción de las rocas.

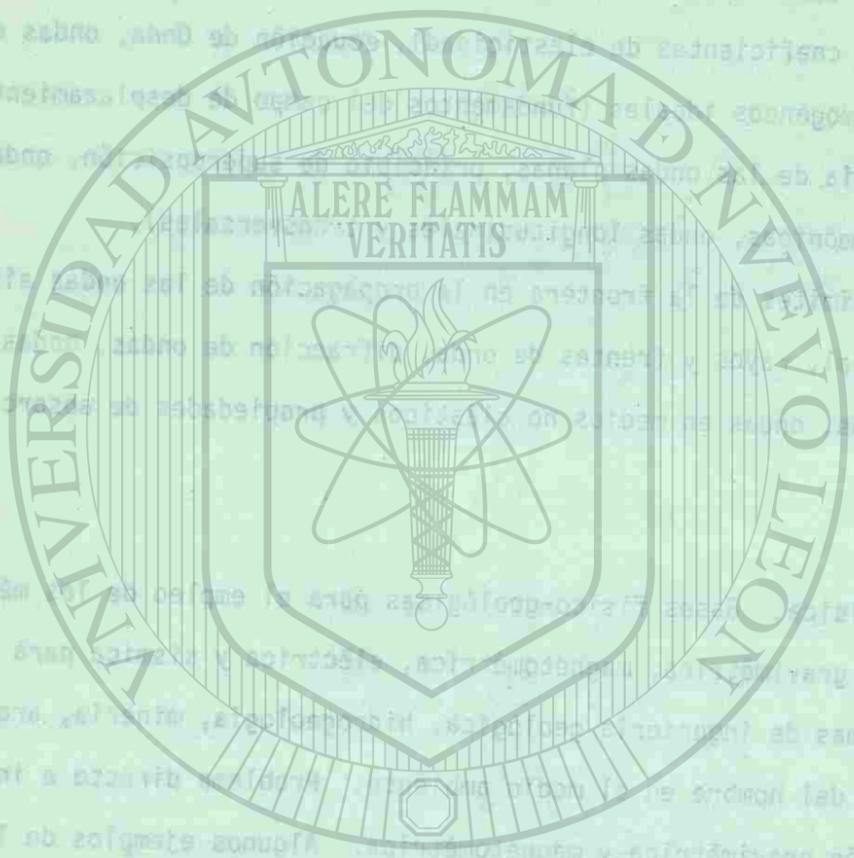
Ingeniería Geofísica. Bases físico-geológicas para el empleo de los métodos de prospección gravimétrica, magnetométrica, eléctrica y sísmica para la solución de problemas de ingeniería geológica, hidrogeología, minería, arqueología e influencia del hombre en el medio ambiente. Problema directo e inverso de la prospección gravimétrica y magnetométrica. Algunos ejemplos de la utilización de la prospección gravimagnetométrica para resolver problemas de ingeniería geofísica. Información complementaria de equipos y metodologías de las mediciones de los campos gravitacional y magnético en movimiento. Los principales métodos de la prospección eléctrica en la ingeniería geofísica. Tareas y métodos de la prospección sísmica. Relaciones teóricas entre parámetros de las ondas elásticas e índices de las propiedades de deformación. Investigaciones periódicas en grandes construcciones (centrales nucleoelectricas, presas, etc.) y procesos de deslizamiento. Investigaciones sismoacústicas acuáticas. Utilización de los métodos sísmicos en ingeniería geológica e hidrogeología y estudio de los procesos geológicos modernos (Carst, deslizamiento, etc.).

Geotermia. Su importancia dentro del mundo moderno y su lugar dentro de las diferentes fuentes de energía. Historia de la geotermia en México y en el mundo. Fundamentos de la geotermia. Flujo de calor de la Tierra. Influencia del agua subterránea. Fases del estado del agua en rocas. Los métodos geofísicos en la exploración geotérmica. Utilización de la energía geotérmica. Aspectos económicos en la explotación. Efectos del flujo de calor de algunos fenómenos geológicos. Métodos geotérmicos en la cartografía geológica y en la búsqueda de yacimientos minerales. Geotermia global. El futuro de la energía geotérmica.

Teoría de Potencial. Los objetivos del curso son dominar los aspectos básicos del análisis vectorial, incluyendo la interpretación geométrica y aplicación física de las operaciones estudiadas, principios de los problemas de la teoría de potencial, modelos elementales del potencial, campos sinusoidales y fundamentos electrodinámicos.

Ondas Elásticas. Representación física de los procesos que se originan en la propagación de las ondas elásticas en la Tierra. Fundamentos de la cinemática de las ondas sísmicas. Teoría y aplicación de la dinámica en los problemas de la prospección sísmica: entendimiento del coeficiente de reflexión, ondas planas y su importancia en la dinámica, ondas planas homogéneas y heterogéneas, ondas esféricas y su reflexión en fronteras planas, que es un punto de reflexión y áreas donde se forman reflexiones, coeficiente de reflexión de capas planas, que es punto ideal, punto físico de las fuentes generadoras del medio, dirección de los rayos. Por que las fuentes puntuales de las ondas esféricas generan ondas Raleigh y las ondas planas no las generan. Origen de ondas esféricas en medios estratificados y absorción de ondas elásticas.

Geofísica Nuclear. La geofísica nuclear como una rama de la geofísica de



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

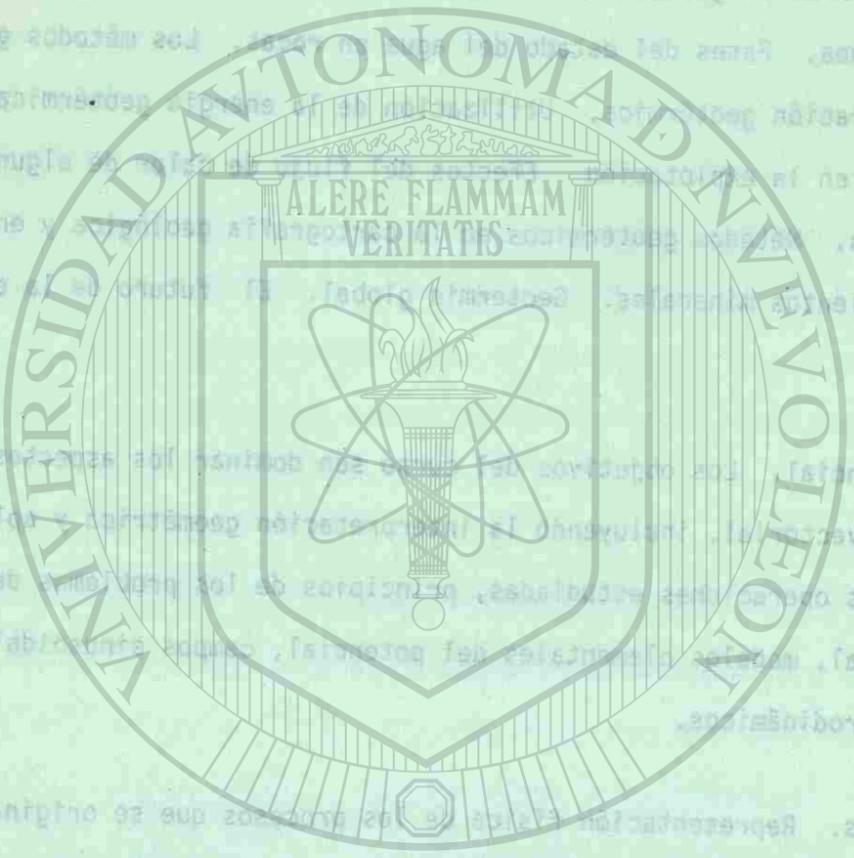
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

exploración. Etapas básicas de la historia del desarrollo de los métodos radiométricos y nucleares de exploración. Importancia mundial y en México de su desarrollo y aplicación. Clasificación general de los métodos de geofísica nuclear, tendencia y desarrollo. Bases físico-geológicas de los métodos radiométricos de investigación de las rocas. Métodos gamma. Métodos de emanación. Métodos gamma-gamma. Métodos de tomografía radioactiva. Métodos de neutrones. Método gamma-neutrón. Registro magnético nuclear.

Teoría de los Campos Electromagnéticos. Se da una base más sólida de los campos electromagnéticos y sus aplicaciones en la prospección eléctrica. Campos artificiales y naturales. Generación de campos galvánico y de inducción. Campos magnetotelúricos. Modelos de campos electromagnéticos utilizados en prospección eléctrica. Modelo fundamental de sondeos electromagnéticos de inducción. Sondeos magnetotelúricos y de variaciones magnéticas. Interpretación de datos electromagnéticos. Interpretación de datos de sondeos eléctricos verticales y sondeos eléctricos dipolares. Interpretación de sondeos magnetotelúricos.

Métodos Geofísicos de Pozos. La importancia y lugar de las investigaciones de pozo en la integración de los trabajos geológico-geofísicos. Relación natural y artificial de los campos físicos. Clasificación de los métodos geofísicos por el tipo de registro. Relación de los métodos geofísicos de campo y de pozo. Método de polarización, método de potencial natural, métodos eléctricos de resistividad. Métodos acústicos en investigaciones de pozo. Integración de los métodos geofísicos de pozo.

Seminario Geofísico. Se exponen los resultados de las prácticas geofísicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

de campo, realizadas por estudiantes de cursos avanzados, se analizan artículos y reportes técnicos de trabajos y proyectos geofísicos, con el objetivo de entender las directrices de los problemas geológicos a resolver. Al finalizar el semestre los estudiantes exponen trabajos realizados por ellos, en el campo, y el material obtenido les sirve de base para sus temas de tesis.

**Prospección Sísmica.** Como una rama de la exploración geofísica. Bases de las etapas de desarrollo. Surgimiento en la rama de la sismología. Etapas analógica y digital de registro. Tres etapas de desarrollo técnico de registro y tres procedimientos de procesamiento de datos sísmicos. Estado moderno de la exploración sísmica. Lugar de la exploración sísmica en la solución de diferentes problemas geológicos. Bases de trabajo en prospección sísmica. Principios físicos de la exploración sísmica, objetivos geológicos y el reflejo de sus propiedades en un campo de ondas elásticas, generalidades del canal sísmico, método de reflexión de ondas, métodos de refracción de ondas, observaciones sísmicas en pozos, procesamiento e interpretación de datos sísmicos y perspectivas del desarrollo de la exploración sísmica.

**Teoría de Señales Geofísicas.** Principios de la teoría de señales geofísicas y su procesamiento digital. Señales continuas y discretas, su transformación, señales discretas y espectros, filtración de señales unidimensionales, filtración bidimensional de los campos geofísicos, resolución de problemas en computadoras, integración de cálculos geofísicos.

**Física de la Tierra.** Particularidades básicas geólogo-geofísicas de la Tierra. Propiedades geológicas de la Tierra. Actividad sísmica de la Tierra. Análisis de la estructura de la Tierra. Campo gravitacional y figura de la Tierra. Densidad y constantes elásticas de la Tierra. Flujo de calor en la

Tierra. Procesos físicos de la Tierra. Particularidades del movimiento de convección.

Hidrogeofísica. Metodologías y técnicas de los métodos geofísicos aplicados a problemas concretos hidrogeológicos. Integración adecuada de métodos geofísicos y su selección racional. Relación entre la hidrogeología e ingeniería geológica y propiedades físicas. Relación de las características geométricas de las estructuras hidrogeológicas y campos físicos. Correlación entre parámetros geofísicos y geológicos. Espacio y tiempo de los campos hidrogeológicos y geofísicos. Integración e interpretación de los resultados de los datos hidrogeológicos y geofísicos. Modelos hidrogeofísicos:

Interpretación de Datos Gravimagnetométricos. Metodologías fundamentales en la interpretación de anomalías gravimétricas y magnéticas. Métodos de transformaciones de campos potenciales y problemas inversos. Algunos aspectos de los métodos estadísticos en la interpretación de anomalías gravitacionales y magnéticas. Aplicación de la prospección gravimétrica y magnetométrica para la solución de problemas geológicos.

Geofísica Regional. Conocimiento de la corteza terrestre profunda y parte superior del manto, su estructura geológica, tectónica y magmatismo, desarrollo histórico y regionalización tectónica en base al análisis de los diferentes campos geofísicos y su correlación con los datos geológicos. Interpretación cuantitativa de datos geológico-geofísicos. Ejemplos de estudios de geofísica regional en el mundo y México.

Sismometría. Se dan las bases de la etapa de desarrollo y estado moderno de la teoría y técnicas de medición en exploración sísmica. Canal sísmico.

Oscilaciones elásticas de los geófonos. Metodología y técnica de grupo. Principios de construcción y características de los amplificadores sísmicos. Sistemas de registro de información tanto analógico como digital. Sistema de registro y conservación de la información en cintas magnéticas. Sistemas de microprocesadores. Formas de registro. Equipos sísmicos modernos.

Sismología Pasiva. Origen y características de los sismos y la sismicidad. Entendimiento de la magnitud e intensidad. Cálculo de la velocidad de desplazamiento de las partículas de las ondas sísmicas. Determinación de la potencia con relación al desplazamiento de las ondas sísmicas. Localización hipocentral. Mecanismo focal. Regionalización sísmica.

Teoría de la Inversión. Fundamentos de los métodos matemáticos y numéricos para la inversión de datos geofísicos. Inversión lineal. Mínimos cuadrados como solución del problema inverso. Estimadores de los parámetros del modelo. Método de inversión de Backus Gilbert. Solución clásica de los problemas inversos y métodos estadísticos.

Procesamiento de Datos Geofísicos. Bases del procesamiento de señales geofísicas con técnicas digitales y solución de problemas concretos en Geofísica. Convolución. Autocorrelación. Transformación de señales discretas. Transformada de Laplace. Filtros inversos (filtros inversos para señales de forma conocida, filtro inverso de Wiener y filtro inverso de pronosticación). Obtención de residuales en campos potenciales, transformada de Hilbert a señales magnéticas, reducción al polo. Cálculo de sismogramas sintéticos con el algoritmo de Baranov. Continuación analítica a campos gravitacionales y magnéticos.

Integración de Métodos Geofísicos. Características principales de los métodos geofísicos y condiciones para su integración. Problemas fundamentales en integración. Principios de los procesos geológicos y campos geofísicos básicos. Problemas de integración en las etapas de producción en los trabajos geofísicos. Efectividad del procesamiento e interpretación con la ayuda del análisis de datos integrales. Utilización de la integración de los métodos geofísicos en la solución de diferentes problemas geológicos. Tendencias y perspectivas del desarrollo de la integración.

#### MATERIAS OPTATIVAS

Se seleccionan dos materias optativas obligatorias, dependiendo de su trabajo de tesis.

- 1) Interpretación de Datos Electromagnéticos
- 2) Interpretación de Datos Sísmicos (punto de reflejo común)
- 3) Fuentes no Explosivas de Ondas Elásticas
- 4) Experimentos Numéricos
- 5) Sismoacústica
- 6) Tomografía

#### PRACTICAS

Las prácticas de los estudiantes geofísicos se desarrollan en tres formas: trabajos de laboratorio; prácticas de campo; y prácticas industriales.

Trabajos de Laboratorio. El ciclo de trabajo de laboratorio se realiza por lo general en cada curso, además es importante que los estudiantes en sus trabajos de laboratorio puedan estudiar los métodos modernos de análisis de objetivos geofísicos, equipos modernos que se utilizan tanto en trabajos de investi-

Integración de Métodos Geofísicos. Características principales de los métodos geofísicos y condiciones para su integración. Problemas fundamentales en integración. Principios de los procesos geológicos y campos geofísicos básicos. Problemas de integración en las etapas de producción en los trabajos geofísicos. Efectividad del procesamiento e interpretación con la ayuda del análisis de datos integrales. Utilización de la integración de los métodos geofísicos en la solución de diferentes problemas geológicos. Tendencias y perspectivas del desarrollo de la integración.

#### MATERIAS OPTATIVAS

Se seleccionan dos materias optativas obligatorias, dependiendo de su trabajo de tesis.

- 1) Interpretación de Datos Electromagnéticos
- 2) Interpretación de Datos Sísmicos (punto de reflejo común)
- 3) Fuentes no Explosivas de Ondas Elásticas
- 4) Experimentos Numéricos
- 5) Sismoacústica
- 6) Tomografía

#### PRACTICAS

Las prácticas de los estudiantes geofísicos se desarrollan en tres formas: trabajos de laboratorio; prácticas de campo; y prácticas industriales.

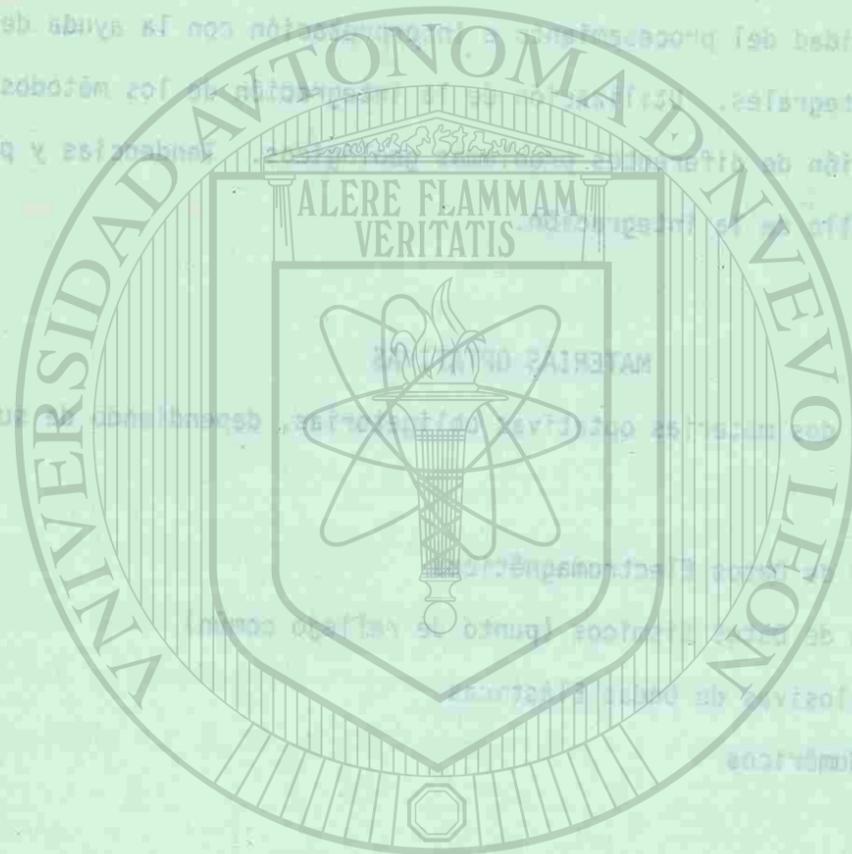
Trabajos de Laboratorio. El ciclo de trabajo de laboratorio se realiza por lo general en cada curso, además es importante que los estudiantes en sus trabajos de laboratorio puedan estudiar los métodos modernos de análisis de objetivos geofísicos, equipos modernos que se utilizan tanto en trabajos de investi-

gación como en producción.

**Prácticas de Campo.** Un papel importante juegan las prácticas de cada curso de geofísica. La práctica en los trabajos de producción e investigación, el geofísico tiene que utilizar uno o más métodos geofísicos. Por eso las prácticas de campo es un caso único, donde el estudiante en el transcurso de un tiempo dado puede conocer y obtener la experiencia de trabajos de campo con varios métodos geofísicos. El objetivo no es solamente adquirir conocimientos teóricos, sino aprender las bases del procesamiento de los distintos sistemas prácticos tanto en la preparación y realización de los diferentes métodos geofísicos, como la organización de los trabajos de campo, realización de distintas observaciones de campo, procesamiento de información geofísica e interpretación física de los datos obtenidos.

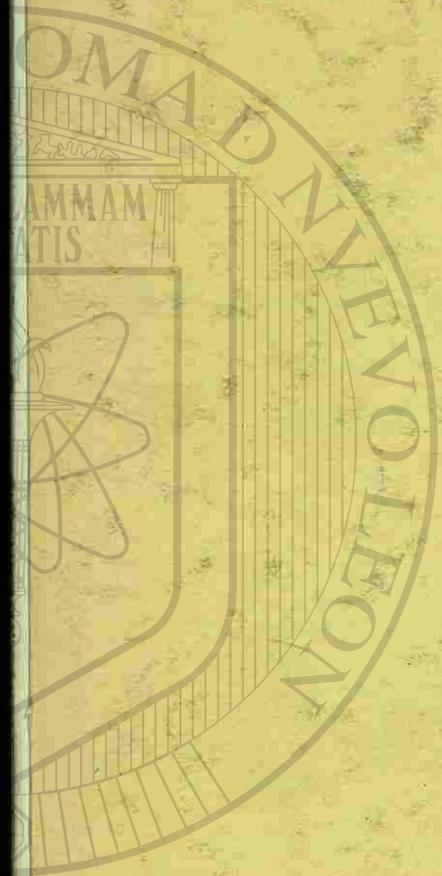
**Prácticas Industriales.** Las prácticas para los estudiantes en la industria, son en dos formas. Primeramente se tiene dos prácticas, una en la industria petrolera y otra en la Comisión Federal de Electricidad. La segunda práctica industrial es la que realiza el estudiante como servicio social en una área de interés para su futura tesis.

Es posible concluir que el presente programa refleja el nivel actual y moderno de la teoría y práctica de exploración e investigación geofísica.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



JUAN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

