



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO (ARGENTINA)
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN PETRÓLEO

Cátedra de GEOFISICA APLICADA

Carrera de *Ingeniería en Petróleo*

Profesor a cargo: Néstor Acosta

Jefe de Trabajos Prácticos: Maximiliano Pérez Frasetti

Materia correlativa: Geología II.
Cursado Anual.

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

Entendimiento de los campos físicos de la Tierra y de las anomalías de campo que pueden dar información con fines de prospección o de desarrollo petrolero. Conocimiento de las metodologías y herramientas geofísicas que pueden utilizarse para investigación, exploración y minería. Discernimiento acerca de la conveniencia científica, técnica y económica de las aplicaciones a elegir ante distintas problemáticas. Desarrollo de criterios prácticos en la toma de decisiones en el campo y en gabinete, incluyendo la salud ocupacional y la preservación medioambiental.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Métodos gravimétricos; instrumental.
Magnetometría; instrumental.
Métodos eléctricos.
Sismología; leyes fundamentales.
Prospección sísmica.
Sísmica de reflexión; instrumental.
Procesamiento de datos.
Interpretación de secciones sísmicas.

PROGRAMA ANALÍTICO:

Tema 1: La ciencia Geofísica.

Fuerzas fundamentales de la Naturaleza. Definición. Su relación con la Física, la Geología, la Geoquímica y el cateo de hidrocarburos. Subdisciplinas de la hidrosfera y la atmósfera. Ciencias afines. Acción e interacción de los campos físicos de la Tierra. Parámetros geodésicos y orbitales. Geodinámica de las capas sólidas, líquidas y gaseosas. Geofísica aplicada. Concepto de Anomalía. Desarrollo histórico de los métodos geofísicos. Modalidades prospectivas. Condiciones que favorecen o aconsejan su empleo. Cuidado medioambiental.

Tema 2: Prospección Gravimétrica.

Campo y potencial gravitacional y gravitatorio. Gravedad teórica. Geoide. Gravedad absoluta y relativa. Unidades de campo. Variaciones de la gravedad. Densidad de rocas y minerales. Adquisición de datos, compensación de polígonos. Correcciones: Deriva instrumental y Mareas Terrestres, Latitud, Aire Libre, Bouguer, Topográfica. Densidad superficial: Nettleton y otros métodos. Mapas y perfiles de anomalía de Bouguer. Curvas isoanómalas. Gravedad regional e interpretación del residual: métodos gráficos y analíticos. Anomalías isostáticas. Interpretación cuantitativa: efectos de cuerpos sencillos y modelado o inversión de masas complejas. Deconvolución.



Tema 3: Instrumental y Aplicaciones Gravimétricas.

Mediciones absolutas o geodésicas: péndulo, caída libre. Mediciones relativas: gravímetros estables e inestables, su calibración. Balanzas de torsión y gradiómetros. Microgravimetría. Mediciones en pozos. Aplicaciones a la prospección petrolera y estudio de cuencas sedimentarias. Gravimetría marina, aérea y satelital.

Tema 4: Prospección Magnetométrica.

Campo y potencial geomagnético. Origen de los campos interno y externo. Variaciones temporales. Propiedades magnéticas de las rocas y minerales. Clasificación. Magnetización inducida y remanente. Paleomagnetismo. Susceptibilidad. Permeabilidad. Declinación. Inclinación. Unidades de campo. Correcciones del método, deriva. Mapas y perfiles de anomalías magnéticas. Anomalías someras y profundas. Efectos verticales y horizontales de masas anómalas. Métodos de interpretación e inversión.

Tema 5: Instrumental y Aplicaciones Magnetométricas.

Aparatos antiguos: brújulas, inductores, variómetros, balanza de torsión. Magnetómetros modernos: discriminador de flujo, precesión protónica, vapor de álcali, Overhauser y otros. Aeromagnetometría. Mediciones en pozos, herramientas de cable y de sarta de perforación; cuentacuplas, susceptibilidad magnética de rocas, resonancia magnética nuclear. Aplicaciones al estudio de reservorios, la prospección petrolera (micromagnetismo) y el estudio de cuencas y depósitos contaminantes. Imágenes satelitales.

Tema 6: Prospección Geoeléctrica. Métodos de Campo Natural.

Campos terrestres naturales y artificiales. Propiedades electromagnéticas de minerales y rocas. Resistividad y clases de conductividad. Resistividad aparente.

Corrientes telúricas y magnetotelúricas, audiofrecuencias magnéticas y otros, aplicaciones prospectivas. Potencial espontáneo, de mineralización y fondo, electroquímico y electrocinético. Electrodo empleados, aplicación en superficie y sondeos petroleros. Interpretación del perfil de pozo.

Tema 7: Métodos Geoeléctricos de Corriente Continua.

Inyección de corriente. Dispositivos tetraelectródicos y dipolares. Sondeo eléctrico vertical. Calicatas geoeléctricas. Mapeo de líneas equipotenciales. Métodos especiales: con electrodos lineales, excitación de masa, tomografías y 3D. Registros en fondo marino. Trabajos de campo. Curvas patrones. Interpretación cuali y cuantitativa.

Aplicaciones de impacto ambiental y otras. Dispositivos y métodos en pozos petroleros: perfil normal y lateroperfil, microrresistivo, de buzamientos, imágenes de pozo, etc. Investigación a distintas distancias de la pared del pozo. Cálculos de arcillosidad y saturación de fluidos.

Tema 8: Métodos Electromagnéticos y de Polarización Inducida.

Corriente alterna. Condiciones de empleo. Componentes vectoriales. Métodos de emisor fijo: Inclinación de Campo, Turam y otros. Métodos de emisor móvil: Slingram, EM en el Dominio del Tiempo y otros; registros aéreos. Calicatas EM y Sondeos de Frecuencia. Métodos y herramientas inductivas de pozo y su aplicación. Tomografías electromagnéticas y 3D.

Métodos de superficie y pozo basados en la constante dieléctrica: Georradar y Herramienta de Propagación.

Métodos de Polarización Inducida. Potencial de electrodos y de membrana. Mediciones en el dominio del tiempo y de la frecuencia. PI espectral. Interpretación y aplicaciones petroleras y otras.

Métodos geoeléctricos y geoquímica.

Tema 9: Prospección Radiométrica.

Radioactividad natural. Período de semidesintegración y vida media. Equilibrio radioactivo. Tipos de radiaciones.

Radioactividad de minerales y rocas. Ionización, efectos fotoeléctrico y Compton. Geocronología. Detectores: de ionización, Geiger-Müller, centellómetros, espectrómetros, lámparas fluorescentes y otros. Prospección de superficie, aérea y por sondeos. Aplicaciones en prospección petrolera. Vinculación con métodos geoquímicos.

Perfilajes de rayos gamma, espectrométricos, de densidad y neutrónicos. Identificación mineralógica espectral.

Trazadores radiactivos entre pozos.



Tema 10: Prospección Geotérmica.

Origen del calor interno de la Tierra, formas de propagación, vinculación al vulcanismo. Gradiente Geotérmico y Geoterma. Conductividad térmica de minerales y rocas. Flujo calórico. Mediciones terrestres y oceánicas. Datos de pozo. Ajuste de mediciones, perfiles y mapas geotérmicos. Aplicaciones a estudios de cuencas, desarrollo de yacimientos y madurez de hidrocarburos.

Tema 11: Sismología y Estructura de la Geósfera.

Terremotos, origen y escalas de medición. Propagación de las ondas sísmicas. Propiedades elásticas de las rocas: coeficientes de Poisson, Young, cizalla e incompresibilidad. Leyes de transmisión de ondas: principios de Fermat y Huygens, ley de Snell. Tipos de ondas sísmicas: P, S y superficiales. Velocidades. Sismogramas. Impedancia acústica. Ondas refractadas y reflejadas. Amplitud, fase y frecuencia. El interior de la Tierra, discontinuidades de la geósfera. Tectónica de placas. Imágenes sismológicas.

Tema 12: Prospección Sísmica de Refracción.

Angulo crítico para refracción y reflexión de ondas P y S. Registros de campo. Dromocronas verticales y horizontales. Cálculo de velocidades y espesores. Capas horizontales e inclinadas: perfil y contraperfil. Limitaciones del método, omisión de capas. Refracción 3D. Registros de ondas S y superficiales con microtemblores. Aplicaciones en el mar, en prospección petrolera, de impacto ambiental y estudios de cuencas sedimentarias.

Tema 13: Instrumental Sísmico, Seguridad y Medioambiente.

Fuentes emisoras: caída de pesos (martillos, golpeadores, etc.), explosivos, dinos, vibradores, cañones de aire y agua, vapor, electrochoques y otros. Receptores: geófonos e hidrófonos. Sismógrafos. Cajas electrónicas, telemetría. Cuidado medioambiental. Salud y seguridad laboral durante los trabajos de campo.

Tema 14: Adquisición Sísmica de Reflexión.

Evolución histórica de los registros sísmicos. Familia de punto común medio y apilamiento o suma. Relación señal/ruido, pruebas de ruido y señal. Determinación de parámetros de campo. Supresión de reflexiones múltiples y de ruidos superficiales. Distribución de apartamientos, arreglos de emisores y receptores. Metodología en registros terrestres y marinos. Tendidos tridimensionales, bin, salvos y franjas de registro. Técnicas recientes.

Tema 15: Procesamiento Sísmico de Reflexión.

Ondículas. Autocorrelación y correlación cruzada. Transformada de Fourier. Demultiplexeo. Recuperación de amplitudes (convencional y verdadera amplitud). Edición de trazas. Correcciones estáticas. Deconvolución. Análisis de velocidades y corrección dinámica por retardo normal (y buzante). Apilamiento. Filtros. Migración bi y tridimensional, después y antes de suma. Deconvolución predictiva, estáticas residuales, realce de frecuencias, corrimiento de fase y otras aplicaciones no convencionales. Conversión a profundidad.

Tema 16: Acústica y Sísmica de Pozo.

Sonar lateral y de subfondo. Perfil acústico de pozo y su calibración. Otras aplicaciones: perfil de cemento, imágenes de pozo, sónico dipolar (ondas S y de Stonley). Sismograma sintético, utilidad. Ley y prueba de velocidades, aplicaciones. Perfil sísmico vertical convencional, con apartamientos y desplazamientos, utilidad de cada uno. Registro durante la perforación. Tomografía sísmica.

Tema 17: Interpretación Sísmica de Reflexión.

Seguimiento de horizontes y fallas. Impedancias y líneas de tiempo geológico. Engaños sísmicos. Mapeo, isócronos e isocronopáquicos. Mapas de isovelocidades y estructurales sísmicos. Interrelación entre datos geofísicos, geológicos y de pozos. Radio de Fresnel, resolución horizontal y vertical. Estructuras complejas. Cotejo con datos geoquímicos. Estratigrafía sísmica y secuencial, criterios y aplicaciones. Programas de computadora, interpretación interactiva.



Tema 18: Métodos Especiales de Sísmica de Reflexión.

Atributos de la traza sísmica: de amplitudes, frecuencias, velocidades y traza compleja. Anomalías de amplitud, polaridad, fase y frecuencia, aplicaciones. Manchas brillantes, oscuras y de velocidades anómalas. Inversión de trazas. Modelado sísmico. Cubo de varianza. Mapas de buzamiento, azimut, regionales y residuales. Métodos geoestadísticos. Redes neurales. Detección directa de hidrocarburos, variación de amplitudes con la oblicuidad. Interferometría. Artificios de proceso.

Sísmica repetitiva o 4D. Empleo de ondas de corte. Microsísmica. Sísmica de reflexión somera, aplicaciones. Sísmica ultraprofunda, estudios de corteza y manto superior.

BIBLIOGRAFÍA: (C) en biblioteca Central (D) en biblioteca del Dto Ingeniería Química

Título: The Solid Earth	Año: 1997	(C)
Autor: Fowler	Editorial: Cambridge	
Básica para: 11	Complementaria para: 2, 3, 9, 10, 12, 13, 15, 18	
Título: Fundamentos de Geofísica	Año: 1997	(C) (D)
Autor: Udías y Mezcúa	Editorial: Alianza	
Básica para: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11	Complementaria para: 6, 7, 8, 9, 12	
Título: Selección de Textos de la Cátedra	Año: 2005	(C) (D)
Autor: varios	Editorial: varias	
Básica para: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Complementaria para: -	
Título: Tratado de Geofísica Aplicada	Año: 1972	(C)
Autor: Cantos Figuerola	Editorial: Librería de Ciencia e Industria	
Básica para: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11	Complementaria para: 12, 13, 14, 15	
Título: Geofísica Aplicada para Ings y Geólogos	Año: 1972	(C)
Autor: Griffiths y King	Editorial: Paraninfo	
Básica para: 2, 3, 4, 5	Complementaria para: 1, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15	
Título: Geofísica Minera	Año: 1971	(C)
Autor: Parasnis	Editorial: Paraninfo	
Básica para: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Complementaria para: 11, 12, 13	
Título: Cours de Geophysique	Año: 1958	(C) (D)
Autor: Favre	Editorial: Institute Français du Petrole	
Básica para: -	Complementaria para: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13	



Título: Encyclopedic Dictionary Applied Geophysics	Año: 1991	(C) (D)
Autor: Sheriff	Editorial: Society of Exploration Geophysics	
Básica para: -	Complementaria para: todos los temas	
Título: Guía Práctica Interpret. Res. Magn. Nuclear	Año: 2000	(C)
Autor: varios	Editorial: Halliburton	
Básica para: 5	Complementaria para: -	
Título: Nuclear Magn. Res. Terminology Glossary	Año: 1996	(C)
Autor: varios	Editorial: Western Atlas	
Básica para: -	Complementaria para: 5	
Título: La Radioactividad de las Rocas	Año: 1969	(C)
Autor: Coppens	Editorial: EUdeBA	
Básica para: 8	Complementaria para: -	
Título: Fundamentos de Interpretación de Perfiles	Año: 1972	(C)
Autor: varios	Editorial: Schlumberger	
Básica para: 6, 7, 8, 9	Complementaria para: -	
Título: Well Service Systems	Año: 1980	(C)
Autor: varios	Editorial: Gearhart Industries	
Básica para: 6, 7, 8, 9	Complementaria para: -	
Título: Introducción al Perfilaje	Año: 1984	(C) (D)
Autor: varios	Editorial: Welex	
Básica para: 6, 7, 8, 9	Complementaria para: -	
Título: Geophysical Exploration and Interpretation	Año: 1985	(C)
Autor: Sheriff	Editorial: Society of Exploration Geophysicists	
Básica para: 1, 2, 3, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18	Complementaria para: 16	
Título: Introduction to Geophysical Prospecting	Año: 1961	(C)
Autor: Dobrin	Editorial: Mc.Graw-Hill	
Básica para: 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 14	Complementaria para: 6, 7, 8, 13, 15, 17	



Título: Exploración Sismológica	Año: 1991	(D)
Autor: Sheriff y Geldart	Editorial: Limusa	
Básica para: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Complementaria para: -	
Título: Sismicidad en la Provincia de San Juan	Año: 1981	(C)
Autor: Volponi	Editorial: Univ. Nacional de Cuyo	
Básica para: -	Complementaria para: 11	
Título: Apuntes de Sismología y Sísmica	Año: 1996	(C) (D)
Autor: Bocaccio y otros	Editorial: YPF	
Básica para: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Complementaria para: 11	
Título: Curso de Sismología Aplicada	Año: 1959	(D)
Autor: Olhovich	Editorial: Reverté	
Básica para: -	Complementaria para: 11, 12, 13, 14	
Título: La Geofísica de la Década del 80	Año: 1983	(D)
Autor: Nelson	Editorial: Y.P.F.	
Básica para: -	Complementaria para: 12, 13, 14	
Título: Sísmica de Pozo y Perfil Sónico	Año: 1996	(C) (D)
Autor: varios	Editorial: Western Atlas	
Básica para: 16	Complementaria para: -	
Título: Sísmica de Pozo	Año: 1990	(C) (D)
Autor: varios	Editorial: Schlumberger	
Básica para: 16	Complementaria para: -	
Título: Interpretation of Three Dimens. Seismic Data	Año: 1986	(C) (D)
Autor: Brown	Editorial: Society of Exploration Geophysicists	
Básica para: 17, 18	Complementaria para: 14, 15, 16	
Título: Pitfalls in Seismic Interpretation	Año: 1973	(D)
Autor: Tucker	Editorial: Society of Exploration Geophysicists	
Básica para: 17	Complementaria para: -	



Título: Seismic Technologies	Año: 2001	(D)
Autor: Varios	Editorial: Hart's Exploration and Production	
Básica para: -	Complementaria para: 15, 16, 17, 18	

SITIOS EN LA RED

<https://seg.org> (Sociedad de Exploracionistas Geofísicos de los Estados Unidos)

<https://eaeg.org> (Asociación Europea de Exploracionistas Geofísicos)

<https://spe.org> (Asociación de Ingenieros en Petróleo de los Estados Unidos)

<https://bakerhughes.com> (Perfilaje de Pozo, Baker Hughes)

<https://www.geoactive.com/interactive-petrophysics> (Librería de Perfiles de Pozo y otras. Senergy, IP)

<https://kingdom.ihs.com/> (Programas de Interpretación Sísmica, Kingdom, IHS)

ACTIVIDADES:

- 01 Teoría sobre geofísica general y presentación de ejemplos aplicados.
- 02 Teoría de prospección gravimétrica y práctica de sus correcciones y densidad.
- 03 Teoría de gravímetros e interpretación y práctica de deriva, modelos e interpretación.
- 04 Teoría de prospección magnetométrica y práctica de correcciones y mapeo.
- 05 Teoría de magnetómetros e interpretación y práctica de modelos y resonancia de pozo.
- 06 Teoría de prospección geoelectrica con campo natural y práctica de potencial espontáneo.
- 07 Teoría de prospección geoelectrica en c.c. y práctica de SEV Wenner y Schlumberger.
- 08 Teoría de prospección electromagnética y práctica de métodos Turam y Slingram.
- 09 Teoría de polarización inducida y práctica en los dominios del tiempo y la frecuencia.
- 10 Teoría de perfiles EM dieléctricos y examen parcial unidades 1-7.
- 11 Teoría de electroperfiles de pozo y práctica de perfiles y cálculos de saturación en pozos.
- 12 Teoría de prospección radiométrica y práctica de interpretación en superficie.
- 13 Teoría de detectores y aplicaciones y práctica de perfilaje integrado de pozo.
- 14 Teoría de prospección geotérmica y práctica de cálculos de pozos.
- 15 Teoría de madurez térmica y práctica de mapeo de datos geotérmicos.
- 16 Teoría de sismología y presentación de ejemplos de sismicidad.
- 17 Teoría de ondas e interior terrestre y práctica de cálculos sismológicos.
- 18 Teoría de prospección por refracción y examen parcial unidades 8-11.
- 19 Teoría de aplicaciones de refracción y práctica de dromocronas horizontales y buzantes.
- 20 Teoría de instrumental sísmico y visualización de ruido y señal en registros.
- 21 Teoría de adquisición por reflexión y práctica de zonas iluminadas.
- 22 Teoría de procesamiento y práctica de procesos sísmicos de reflexión.
- 23 Teoría de prospección acústica y práctica de sónicos en pozos.
- 24 Teoría de sísmica de pozo y práctica de pruebas de velocidad y VSP.
- 25 Teoría de interpretación sísmica y examen parcial unidades 12-16.
- 26 Teoría de sismoestratigrafía y práctica de interpretación en papel.
- 27 Teoría de procesos interactivos y práctica de interpretación en estación de trabajo.



- 28 Teoría de métodos especiales de reflexión y práctica de proyecto de interpretación 3D.
- 29 Teoría de aplicaciones petroleras especiales y práctica de mapeo en computadora.
- 30 Teoría de sísmica somera y ultraprofunda y presentación proyecto en equipo unidades 17 y 18. Opcionalmente visitas guiadas al campo y/o empresas geofísicas.

HORARIOS DE CLASES:

Clases teóricas, martes de 17:45 a 20:15

Clases prácticas, jueves de 20:00 a 22:30

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA:

Clases teóricas con presentación y explicación de temas, más una discusión abierta a las inquietudes.

Ejercitación práctica realizada individualmente y luego analizada grupalmente en cuanto a su ejecución e interpretación de resultados. Se realizan cálculos, gráficos diversos, mapas, perfiles e informes escritos según el temario abordado.

Manejo de programas interactivos en estaciones de trabajo (DOS y opcionalmente UNIX) bajo supervisión docente. Elaboración de proyectos grupales incluyendo consultas de bibliografía básica, lectura de artículos publicados, trabajo en equipo y exposición conjunta audiovisual y escrita de las conclusiones acerca de diversas aplicaciones.

Salidas de campo y/o empresas donde se desarrollan actividades geofísicas aplicadas a la industria petrolera, en cada caso con presentación de informe individual.

CONDICIONES PARA LA APROBACIÓN DEL CURSADO:

Para los alumnos regulares asistencia a un mínimo de 85% de las clases prácticas, entrega y aprobación escritas del 75% de las prácticas realizadas, que incluyen cálculos, gráficos e informes según cada caso. Y además la aprobación de los tres exámenes parciales escritos más una presentación audiovisual que abarcan la totalidad del temario práctico anual, con fecha y temario preestablecido en cada uno en acuerdo con los alumnos y una fecha de recuperación para cada parcial. En casos excepcionales, debidamente justificados, puede autorizarse la realización de exámenes prácticos orales.

La supervisión continua del proceso de aprendizaje encuentra en estas evaluaciones un adecuado complemento integrador.

Los alumnos libres tienen asistencia opcional a clases prácticas en calidad de oyentes, pero sólo si su presencia no afecta en lo más mínimo el normal desenvolvimiento de las clases de los alumnos regulares.

CONDICIONES PARA LA APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA:

Alumnos regulares: una vez aprobado el cursado, la condición es la aprobación de un examen final teórico oral, que puede ser realizado por escrito en alguna situación excepcional.

Alumnos libres: aprobación de un examen final práctico escrito y otro teórico oral, en ese orden, pudiendo ser orales o escritos ambos en alguna situación excepcional. Los exámenes se rinden el mismo día en horarios consecutivos salvo situación excepcional convenida, quedando el teórico condicionado a la aprobación del examen práctico.

El programa también puede ser consultado en:

<https://www.ing.unp.edu.ar/sistemas/programas/details.html?idPrograma=2521>

Año 2025