



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Programa de:

Geofísica

DATOS DE LA ASIGNATURA

Departamento:
GEOLOGIA APLICADA

RTF:-- GEO.GF.15.1
Hs. Semanales Clases Teóricas: 4
Hs. Semanales Clases Laboratorio: 2
Hs. Semanales Actividades no presencial: 1,5
Duración: 15 (quince) semanas- 90 h

Bloque: GB – Geológicas Básica

Aprobación HCD: Revisión Fecha:
Aprobación HCD: Revisión Fecha:

Semestre: 5^a – 3^a año

Correlativas Obligatorias:

- Asignaturas: Estadística- Física 2

Correlativas Aconsejadas:

- Asignaturas:

Programa Sintético:

Introducción a la Geofísica. Materia y Energía en el Universo. Gravedad. Sismología. Geotermia. Magnetismo. Estructura superficial de la Tierra.

Métodos de Prospección Geofísica. Obtención, procesamiento e interpretación de los Métodos Potenciales (gravimetría y magnetometría). Naturaleza de las anomalías, su clasificación y origen. Métodos Sísmicos: importancia, historia y objetivos. Refracción Sísmica, perfiles regionales, significado. Sísmica de Reflexión: adquisición, procesamiento, e interpretación.

PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

La asignatura de Geofísica corresponde al tercer año de la carrera de Ciencias Geológicas. A través de esta asignatura el estudiante adquiere los conocimientos fundamentales para comprender el uso de tecnologías indirectas de estudio de las formaciones geológicas, el procesamiento de los datos y la interpretación de la información en relación con el modelo geológico. Así mismo, se pretende que el estudiante sea capaz de utilizar la información de los parámetros geofísicos mapeados para analizar su relación con las características físicas, mecánicas y químicas de los componentes geológicos identificados.

Existen en la actualidad un gran número de técnicas geofísicas y su evolución en el tiempo sigue la velocidad con que avanza la tecnología. El programa de estudio distingue tres grandes grupos de técnicas de prospección: potenciales, electromagnéticos, sísmicos y otros métodos. Dentro del primer grupo se incluyen aquellos métodos más tradicionales de la geofísica que emplean fuentes de potenciales existentes en la naturaleza (gravedad, magnetismo). En el segundo grupo se incluyen aquellos que requieren de la inducción de un potencial externo como son los eléctricos y electromagnéticos que han tenido una gran evolución más recientemente con el advenimiento de procesadores de mayores velocidades. En este grupo se introducen avances como la tomografía eléctrica y georradar. El tercer grupo comprende los tradicionales métodos sísmicos de reflexión y refracción y se extiende a la sismoestratigrafía, la generación de mapas o imágenes en 2D y 3D. En este grupo se ha considerado necesario introducir conceptos de procesamiento de señales, tomografía sísmica y otros métodos como cross-hole, down-hole y análisis espectral de ondas de superficie. Finalmente, se indica un cuarto grupo en donde se presentan técnicas que no se pueden incluir en los grupos anteriores que en el programa se materializa con el estudio de la geofísica de pozo. Para cada una de las técnicas desarrolladas, se plantea un desarrollo conceptual del principio físico del método (eg. propagación de ondas electromagnéticas y propiedades dieléctricas de los materiales), seguidamente se describen las distintas técnicas existentes y como aplica cada uno los principios físicos enunciados previamente, y finalmente se desarrolla un práctico de campo o laboratorio donde el estudiante realiza la medición y/o interpreta los resultados mediante el empleo de herramientas informáticas didácticas provistas por los docentes.

Los conocimientos adquiridos por el estudiante, brindaría las competencias que les permita poder seleccionar y/o recomendar el método de estudio requerido para un problema específico, entender las limitaciones de cada método, realizar una interpretación y proponer un modelo geológico, y finalmente, evaluar cualitativa y cuantitativamente el parámetro geofísico y su relación con las propiedades de los geomateriales.

METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA

Dada la naturaleza de las Ciencias Geológicas en general y de una disciplina particular de éstas: para esta asignatura Geofísica, el Método de Enseñanza no será único, sino una combinación de diferentes métodos.

La asignatura se desarrolla aplicando métodos deductivo, inductivo, lógico, analógico e intuitivo, que permiten avanzar de lo general a lo particular y de lo simple a lo complejo, favoreciendo la comprensión progresiva de los contenidos. La observación, la experiencia y la experimentación conducen al estudiante a formular generalizaciones que explican las leyes científicas y las propiedades físicas de las rocas y su significado geológico.

Las clases son teórico-prácticas y de laboratorio. En las clases teórico-prácticas, el docente expone los temas manteniendo un diálogo constante con los estudiantes, quienes deben asistir con la bibliografía previamente leída y el material de trabajo. Al finalizar la exposición, se entregan ejercicios que se resuelven parcialmente en clase con la orientación del docente, mientras que otros deben completarse como trabajo domiciliario. El docente proporciona material didáctico y bibliografía complementaria, indicando al inicio de cada encuentro las lecturas correspondientes.

En las clases de laboratorio, el docente describe las tareas a realizar y coordina las mediciones y registros experimentales, promoviendo la participación activa de todos los estudiantes. Cada estudiante completa una guía de laboratorio con los resultados e interpretaciones individuales, que deben entregarse en las fechas establecidas. Esta metodología integra la teoría con la práctica, fortaleciendo el razonamiento científico, la observación y la aplicación de los conocimientos adquiridos.

SISTEMA DE EVALUACION

La evaluación estará constituida por un promedio de las notas asignadas a dos exámenes parciales teóricos – prácticos y los trabajos prácticos y de laboratorio individuales.

Las notas de los trabajos prácticos individuales tendrán en cuenta el desarrollo teórico aplicado, la resolución y la puntualidad en la entrega. Las notas de las actividades de laboratorio se fijarán según los informes individuales realizados en relación con los ensayos y experiencias de laboratorio efectuadas.

La evaluación de los parciales tendrá en cuenta: el desarrollo teórico aplicado, el uso de herramientas disponibles y los resultados alcanzados.

Condiciones para la Promoción de la Asignatura:

1. Tener aprobadas las materias correlativas.
2. Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
3. Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a Siete (7).
4. Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este, haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas en cronograma de la cátedra y la nota no deberá ser menor a siete (7).
5. Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.
6. Aprobar los trabajos de Laboratorio con calificación no menor a cinco (5).

Los estudiantes que cumplan con la asistencia y un promedio entre 6,0 y 6,9 podrán acceder a un coloquio integrador para promocionar la materia. Los estudiantes que cumplan con la asistencia y un promedio menor a 6 o reprobren el coloquio serán considerados regulares. Para que el estudiante pueda regularizar la asignatura, debe aprobar los trabajos prácticos y de laboratorio, tener el 80% de la asistencia y tener los parciales aprobados con nota mínima de 4.

CONTENIDOS TEMATICOS

CAPITULO 1. Introducción

Generalidades. Geofísica y prospección. Geofísica pura y aplicada, Importancia de la Geofísica Aplicada a la Ciencias de la Tierra. Significado de la Geofísica para los Geólogos. Clasificación de los métodos y aplicaciones fundamentales de cada uno, limitaciones generales, complementación con observaciones directas. Fuerzas elementales de la naturaleza y su relación con los métodos de prospección geofísica: gravedad, magnetismo y radiometría.

CAPITULO 2. Método Gravimétrico

La Gravedad de la Tierra. Ley de Newton. Constante de G.U. Campo y potencial gravitatorio. Unidades. Campo Gravitatorio Terrestre. Variaciones de la gravedad en la superficie terrestre. Sistemas de referencia. Densidad de las rocas. Anomalías Gravitatorias. El geoide. Relaciones de las lecturas de gravedad al geoide: corrección de aire libre; corrección de Bouguer y corrección topográfica. Anomalía Aire-libre. Anomalía de Bouguer. Isostasia: Hipótesis de Pratt y de Airy. Reducciones isostáticas. Anomalías isostáticas. Interpretación de anomalías. Efecto regional y local. Instrumentos. Medidas absolutas y relativas. Método del péndulo y caída libre. Métodos dinámicos. Métodos estáticos. Gravímetros. Tipos de gravímetros. Descripción de un gravímetro elemental como instrumento de medición de G relativo. Curva de deriva ó "drift" de los gravímetros. Técnicas de operación de campo con gravímetros. Programación de campañas de estudios gravimétricos. Determinación de los datos observados. Construcción de mapas isogálicos. Construcción de mapas residuales y regionales. Métodos gráficos y analíticos. Interpretación de los mapas isogálicos: análisis cualitativos y cuantitativos.

CAPITULO 3. Método Magnetométrico

El campo magnético terrestre. Variaciones secular y diurna del campo magnético terrestre. El campo magnético terrestre en el pasado. Cambios de polaridad. Teorías respecto al origen del campo magnético terrestre. Teoría del campo magnético: polos y fuerzas magnéticas, Magnetismo de rocas, Cálculo de la respuesta magnética de cuerpos geométricos simples polarizados verticalmente, Campo de aplicación de magnetometrías. Instrumentos utilizados en las mediciones del campo magnético; principios de operación. Magnetómetros de núcleo saturado. Magnetómetro nuclear. Magnetómetro de bombeo óptico. Técnicas de operación con magnetómetros terrestres y aéreos. Programación de estudios de campo. Reducción de las lecturas del magnetómetro: corrección diurna. Interpretación de los mapas magnetométricos, análisis cualitativo y cuantitativo. Interpretación mediante cuerpos de geometría sencilla y programas computacionales de inversión, Unicidad de la solución y limitaciones del método. Ejemplos de aplicación de la magnetometría para búsqueda de hidrocarburos y minerales.

CAPITULO 4. Propiedades Electromagnéticas de Suelos y Rocas

Ley de Ohm. Resistividad eléctrica y conductividad : Influencia de la porosidad, Ley de Archie, Factor de Formación, Influencia del grado de saturación y la densidad, Influencia del fluido de saturación, Modelos de Mezcla, Medición en laboratorio. Propagación de Ondas Electromagnéticas: leyes de Maxwell, propagación de ondas, Permitividad dieléctrica compleja, reflexión y refracción, impedancia eléctrica mecanismos de polarización en suelos y rocas, relajación dieléctrica, influencia de la frecuencia de medición, Influencia de fluido de saturación y su concentración, Influencia de la porosidad, modelos de mezclas, Medición en Laboratorio de la permitividad dieléctrica compleja.

CAPITULO 5. Métodos Eléctricos

Sondeo Eléctrico Vertical: Principio del método. Un poco de historia, Procedimientos de campo, Dispositivos Wenner, Schlumberger, y Dipolares. Instrumentos de Medición, Calibración, Tipos de electrodos, Electrodos impolarizables, Interpretación cualitativa y cuantitativa de los gráficos de resistividad. Limitaciones del método. Aplicación de los métodos geoeléctricos en agua. Introducción a la tomografía geoeléctrica, Principios de operación, Introducción al método de Polarización Inducida. Casos históricos de aplicación de los métodos eléctricos a la búsqueda de minerales y agua. Aplicaciones a la minería, hidrogeología y contaminación.

CAPITULO 6. Métodos Electromagnéticos

Propagación de ondas en los medios terrestres, Reflexión y refracción, coeficientes de reflexión y transmisión. Método de Georradar, central de procesamiento, antenas blindadas y biestáticas, penetración, atenuación, límites de detección, valores de permitividad y conductividad para suelos y rocas, planificación y ejecución de la prospección, interpretación de los registros, generación y procesamiento de imágenes. Introducción a los métodos resistivos en el dominio del tiempo y la frecuencia, medición de la conductividad del medio, Gradiómetros. Aplicaciones para mapeos estratigráficos y seguimiento de contaminantes.

CAPITULO 7. Propiedades Elásticas de Suelos y Rocas

Las constantes elásticas: Ondas elásticas; propagación de ondas; ondas dilataciónales y transversales; ondas de Love y Rayleigh. Velocidades de las ondas sísmicas en suelos y rocas. Influencia del agua, relación de la velocidad con la rigidez de los suelos y rocas, influencia de los estados de tensiones (profundidad) modelos de predicción de velocidades, Principio de Huygens. Reflexión y refracción de ondas. Difracción. Impedancia mecánica. Medición de velocidad de compresión y corte de materiales en laboratorio.

CAPITULO 8. Métodos Sísmicos

Descripción de los equipos de medición: sismógrafos, geófonos, adquisición de los registros, conversores, digitalización de la señal. Introducción al procesamiento de señales, transformada de Fourier, aplicaciones a filtros y ganancias, filtros pasabajos y filtros pasaltos. Sísmica de Refracción: Procedimiento de campo, Fuentes energizantes, Obtención de los registros, Determinación de los arribos, Análisis de las dromocronas, Cálculo de profundidades para casos de 2 ó más capas horizontales ó inclinadas. Cálculo de profundidades para capas buzantes: Método del refractor común, método recíproco, Interpretación de fallamientos, escalones y discontinuidades. Introducción a la tomografía sísmica de superficie, aplicaciones en agua. Sísmica de Reflexión: Procedimientos de campo, evaluación de las velocidades mediante el punto medio común, interpretación de los registros, filtros, ganancias en profundidad y promediación, Procesamiento de los registros, correcciones estáticas y migración. Aplicaciones de la reflexión en agua, hidrófonos y bumers. Interpretación de los datos sísmicos, interpretación estructural y sismoestratigráfica de registros, configuración de los reflectores, definición de facies y secuencias, ejemplo de interpretación.

CAPITULO 9. Geofísica Subsuperficial

Perfilajes múltiples de pozo: distintos tipos de perfilajes, aplicaciones y objetivos, ventajas respecto a los métodos de inversión superficiales, Calibrado del pozo, Perfilaje con potencial espontáneo, Resistividad normal corta y larga, Gamma y Gamma-Gamma, Velocidad acústica, neutrón-neutrón y Temperatura: Análisis cualitativos y cuantitativos de los registros, Equipos de medición, control de la calidad de la perforación y precauciones, causas de errores más comunes. Aplicaciones a la descripción de pozos de perforación de agua y petróleo. Métodos de cross-hole, down-hole y up-hole, interpretación simplificada de los datos. Introducción al Perfilómetro, Sonar de barrido lateral. Aplicaciones y ejemplos.

TRABAJOS PRÁCTICOS Y LABORATORIOS

1. Trabajo Practico de Gravimetría e Isostasia
2. Trabajo Practico de Sismogramas y Mecanismos Focales
3. Laboratorio de Propagación de Ondas Sísmicas.
4. Laboratorio de Sísmica de Refracción.
5. Trabajo Práctico de Sísmica de Reflexión.
6. Laboratorio de Prospección Sísmica con Ondas de Superficie.
7. Trabajo Practico sobre Medición de Flujos de Calor. Fechado de Rocas Problemas.
8. Trabajo Practico sobre Campo magnético terrestre. Magnetismo en rocas. Paleomagnetismo. Problemas.
9. Trabajo practico sobre Magnetometría.
10. Laboratorio sobre Propiedades Electromagnéticas.
11. Laboratorio sobre Prospección Geoeléctrica
12. Laboratorio sobre Prospección con Geo Radar.
13. Trabajo Práctico sobre Métodos sísmicos subsuperficiales y geofísica de Pozos.

DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	54
FORMACIÓN PRACTICA:	36
○ Resolución de problemas	12
○ Experimental/laboratorio	12
○ Campo	12
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	90

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD		HORAS
PREPARACION TEÓRICA		60
PREPARACION PRACTICA:		30
	TOTAL DE LA CARGA HORARIA	90

BIBLIOGRAFIA

- Aki, K. y Richards, P. G., 2002. Quantitative Seismology. 2nd Edition. University Science Books.
- Annan, A. P., 1992, "Ground Penetrating Radar Workshop Notes", Sensors & Software Inc., Mississauga, Canada, p.135.
- Cantos Figuerola, J.; 1974. Tratado de Geofísica Aplicada. Librería Ciencia Industria S.L.; Madrid, España.
- Costain, J. K. y Coruh, C., 2004. Basic Theory of Exploration Seismology. Handbook of Geophysical Exploration. Seismic Exploration Vol. 1, Elsevier Ltd.
- Daniels, David J., 2004. Ground Penetrating Radar - 2nd. Edition. The Institution of Electrical Engineers, London, United Kingdom.
- Dobrin, M. y Savit, C., 1988. Introduction to Geophysical Prospecting. McGraw-Hill Book Company.
- Gadallah, M. R. y Fisher, R., 2009. Exploration Geophysics. Springer. Verlag, Berlin.
- Gonzalez, R. C. y Woods, R. E., 2002. Digital Image Processing. Second Edition, Prentice-Hall, Inc.
- Griffiths, D.H. y King, R.F. 1972. Geofísica Aplicada para Ingenieros y Geólogos. Ed. Paraninfo, Madrid. 231 p.
- Howell, B.F. 1962. Introducción a la Geofísica. Ediciones Omega. Barcelona. 433 pgs.
- Jol, H. M., 2009. Ground Penetrating Radar Theory and Applications. First edition, Elsevier Science.
- Keller, G. (1982), "Electrical Properties of Rocks and Minerals" CRC Handbook of Physical Properties of Rocks, Ed. R.S. Carmichel, Vol. 1, pp 217-293.
- Lee, J. S., 2003. High resolution geophysical techniques for small-scale soil model testing. PhD Thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia.
- Lillie, R.J., 1999. Whole Earth Geophysics: An Introductory Textbook for Geologists and Geophysicists. Prentice Hall. 361 p.
- Loke, M.H. (1999), "Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies; A practical guide to 2-D and 3-D surveys", Ed. M.H. Loke, Malaysia. website (www.abem.se).
- Lowrie, W. 2007. Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press, 381 p.
- McCann, D.M., Jackson, P.D. y Fenning, P.J., 1988. Comparison of the Seismic and Ground Probing Radar Methods in Geological Surveying. IEE Proceedings, Vol. 13.5, Pt. F, No. 4.
- Milsom J., (2003), Field Geophysics, John Wiley, university College London, pp.233.
- Milsom, J., 2003. Field Geophysics. John Wiley & Sons Ltd. Third Edition
- Orellana, E. (1982), Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua. Biblioteca Técnica Philips, Editorial Paraninfo, Madrid.
- Santamarina, J. C., Klein, K. A. y Fam, M. A., 2001. Soils and Waves: Particulate Materials Behavior, Characterization and Process Monitoring. John Wiley & Sons, Ltd.
- Sheriff, R.E. y Geldart, L.P., 1995. Exploration seismology. Cambridge University Press; 2 edition.
- Sheriff, R.E.; 1978. A first course in geophysical exploration and interpretation. International Human Resources Developments Corp.; Boston, Mass., U.S.A.
- Teixidó i Ullod, M. T., 2000. Caracterización del Subsuelo Mediante Sísmica de Reflexión de Alta Resolución. Tesis Doctoral de la Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. y Sheriff, R. E., 1990. Applied Geophysics. Cambridge University Press. 2 edition.
- Telford, W.M.; Geldart, L.P.; Sheriff, R.E. y Keys, D.A.; 1976. Applied Geophysics. Cambridge University Press. Londres, Inglaterra.
- Udías, A. y Mezcua, J. 1997. Fundamentos de Geofísica. Editorial Alianza Universidad Textos. 476 p.
- US Army Corp of Engineers, (1995), "Geophysical Exploration for Engineering and Environmental Investigations", EM 1110-1-1802, Washington, DC.
- Yilmaz, Ö. y Doherty, S. M., 1987. Seismic data processing. Society of Exploration Geophysicists.