



Universidad Guadalajara

Programa de Estudio

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

División

Centro Universitario del Sur.

Departamento

Ciencias de la Naturaleza.

Academia

Ciencias de la Tierra.

Programa(s) educativo(s)

Ingeniería en Geofísica

Denominación de la unidad de aprendizaje:

Exploración Geoeléctrica

Clave de la materia:	Horas de teoría:	Horas de práctica:	Carga horaria global:	Valor en créditos:
IB741	48	32	80	8

Tipo de curso:		Nivel en que se ubica:	Prerrequisitos:
C = curso	X	Técnico Medio	Geología, física, programación.
CL = curso laboratorio		Técnico Superior	
L = laboratorio		Universitario	
P = práctica		<b>Licenciatura</b>	
T = taller		Especialidad	
CT = curso - taller		Maestría	
N = clínica		Doctorado	
M = módulo			
S = seminario			

Área de formación:

Eje Especializante

Perfil docente:

Ing. en Geofísica, Geotecnista o Geólogo o posgrados en áreas a fin. Experiencia docente y en trabajo de campo de 2 a 4 años, preferentemente manejo y programación instrumental para la adquisición de datos.

Elaborado por:

Mtro. Juan Manuel Sandoval Hernández

Actualizado por:

Mtro. Juan Manuel Sandoval Hernández

Fecha de elaboración:

16/junio/2020

Fecha de última actualización:

16/junio/2022

Fecha de última evaluación:

16/junio/2022

Fecha de aprobación por Colegio Departamental:

16/junio/2020	16/junio/2022	16/junio/2022	
---------------	---------------	---------------	--

## 1. PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La Exploración Geoeléctrica pertenece al área de formación especializante de la Ingeniería en Geofísica, con cuatro horas a la semana, dos teóricas y dos prácticas. El programa de la asignatura de Ing. en Geofísica está diseñado para contribuir en el ejercicio profesional del estudiante en la aplicación de métodos eléctricos, basados en fenómenos físicos inyectando corriente eléctrica, soportados por la ley de Ohm, entre otros, aplicada a la investigación del subsuelo, la clasificación de tipos de suelo y caracterización geológica. Se interpreta las propiedades de las rocas asociado a capas de diferentes estratos geológicos, utilizando arreglos dipolares.

Su importancia radica en proporcionar las bases teóricas para establecer la relación matemática de la resistividad eléctrica con la diferencia de potencial, relacionarla con porosidad de las rocas o con la inversa de la resistividad (conductividad). Permite en términos prácticos analizar y clasificar el tipo de roca, modelar anomalías, caracterización de estratos, con las diferentes técnicas como: tomografías, SEV, calicatas; aplicando los diversos arreglos dipolares más comunes. Es base para la interpretación de capas permeables e impermeables en la interpretación de mantos acuíferos.

Esta unidad de aprendizaje tiene como finalidad que el alumno sea capaz de interpretar y comprender cuándo aplicar las Metodologías Geoeléctricas, además caracterizar deberá interpretar en términos geológicos los parámetros de resistividad de las rocas, o en la búsqueda de material sólido o líquido, minerales, cavidades que se consideren susceptibles al fenómeno físico que fundamenta dicha metodología.

## 2. OBJETIVO GENERAL

Lograr que el alumno comprenda cuando aplicar metodologías eléctricas, conozca el fundamento físico-teórico para realizar investigaciones en campo interpretando y asociando las anomalía en términos geológicos.

## 3. CAMPO DE APLICACIÓN PROFESIONAL DE LOS CONOCIMIENTOS

Aplica la exploración en estudios de, aprovechamiento de recursos minerales, análisis de riesgos geológicos en, estudios geohidrológicos y estudios de daños ambientales.

## 4. UNIDAD DE COMPETENCIA

Comprende el panorama de aplicación de la exploración Geoeléctrica, tipos de técnicas, aplicaciones, justifica los fundamentos teóricos, que le permitirán realizar la interpretación de datos, logrando cuantificar las propiedades, características del subsuelo, así como evaluar aprovechamientos, riesgos y monitoreo de daños, en base a las metodologías marcadas en el curso.

## 5. SABERES:

<b>Prácticos</b>	Las habilidades prácticas que debe saber el alumno es: desarrollar proyectos, selecciona método de acuerdo al fundamento físico sensible al problema. Tiene la capacidad de desarrollo de investigación, organiza, coordina y obtiene datos en campo. Es capaz de autoaprendizaje al comprender uso y operación eficiente de cualquier instrumento Geoeléctrico.
<b>Teóricos</b>	El alumno conoce los fundamentos teóricos de la física que soportan la metodología Geoeléctrica, diferencia capacidades de métodos y técnicas para abordar el tipo de anomalía, así como tienen la competencia de identificar metodologías complementarias para sustentar resultados.
<b>Formativos</b>	Se desarrolla en un ambiente de trabajo colaborativo, organiza equipo de trabajo con seguridad y responsabilidad, fundamenta adecuadamente proyectos consultando investigaciones científicas.

## 6. CONTENIDO TEMÁTICO (TEÓRICO-PRÁCTICO)

### UNIDAD I:

#### 1. Conceptos básicos

##### 1.1. Prospección eléctrica

###### 1.1.1. Definición

###### 1.1.2. Clasificación de los métodos de prospección eléctrica

###### 1.1.3. Desarrollo histórico

##### 1.2. Resistividad eléctrica

###### 1.2.1. Definición

- 1.2.2. Clases de conductividad eléctrica
- 1.2.3. Factores que afectan las resistividades de la roca
- 1.3. Ecuaciones fundamentales
- 1.4. Concepto de resistividad aparente
  - 1.4.1. Concepto de dispositivo electródico
  - 1.4.2. Electrodo puntual en un semiespacio homogéneo e isótropo
  - 1.4.3. Resistividad aparente
- 1.5. Método de medición de resistividad aparente
  - 1.5.1. Sondeo eléctrico vertical
  - 1.5.2. Perfilaje eléctrico
  - 1.5.3. Tomografía eléctrica

## **UNIDAD II:**

- 2. Método del sondeo eléctrico vertical (SEV)
  - 2.1. Método estratificado
    - 2.1.1. Definición e importancia del medio estratificado
    - 2.1.2. Clasificación de los cortes geoelectrónicos
  - 2.2. Distribución del potencial en la superficie de un medio estratificado
  - 2.3. La función Kernel y su relación a los parámetros del subsuelo
    - 2.3.1. La relación de recurrencia de Pekeris
    - 2.3.2. La función de transformación de resistividades
    - 2.3.3. Propiedades de la función Kernel
  - 2.4. Dispositivo para SEV
    - 2.4.1. Schlumberger
    - 2.4.2. Wenner
  - 2.5. Funciones de resistividades aparente
    - 2.5.1. Tipos de funciones
    - 2.5.2. Propiedades
    - 2.5.3. Cálculo numérico de la función de resistividad aparente (FRA)
      - 2.5.3.1. Expresión de la FRA en una integral de convolución.
      - 2.5.3.2. Determinación del operador de filtraje
      - 2.5.3.3. Aplicación práctica
  - 2.6. Parámetros de Dark Zarrouk
    - 2.6.1. Resistencia transversal unitaria
    - 2.6.2. Conductancia longitudinal unitaria
    - 2.6.3. Seudo-Anisotropía
    - 2.6.4. Principio de supresión
  - 2.7. Práctica del sondeo eléctrico vertical
    - 2.7.1. Planteamiento del problema
    - 2.7.2. Elección del método y modalidad
    - 2.7.3. Programación del trabajo y de campo
    - 2.7.4. Ejecución
    - 2.7.5. Concepto de interpretación
  - 2.8. Interpretación de sondeos eléctricos verticales
    - 2.8.1. El traslape en las curvas de resistividad aparente
      - 2.8.1.1. Concepto de traslape
      - 2.8.1.2. Discusión sobre las diferentes técnicas con la corrección del traslape
    - 2.8.2. Interpretación cualitativa
      - 2.8.2.1. Análisis de perfiles de resistividad aparente
      - 2.8.2.2. Análisis de perfiles de isoresistividad aparente
      - 2.8.2.3. Análisis de mapas de tipos de curvas
      - 2.8.2.4. Análisis de mapas conductancia longitudinal
      - 2.8.2.5. Análisis de mapas de isoresistividad aparente
    - 2.8.3. Interpretación cuantitativa
      - 2.8.3.1. Métodos empíricos
      - 2.8.3.2. Métodos gráficos
        - 2.8.3.2.1. Métodos de superposición
        - 2.8.3.2.2. Método del punto auxiliar.

- 2.9. Efecto en la interpretación cuando el modelo estratificado no se cumple
  - 2.9.1. Efecto de contactos verticales
  - 2.9.2. Efecto de la inclinación verticales
  - 2.9.3. Efecto de la anisotropía
  - 2.9.4. Efecto de la variación continua de la resistividad eléctrica
  - 2.9.5. Efecto del relieve del terreno
- 2.10. Integración de la información geofísica
- 2.11. El sondeo eléctrico vertical y sus aplicaciones
- 2.12. Sondeos dipolares
  - 2.12.1. Dispositivos dipolares
  - 2.12.2. Trabajo de campo con sondeos dipolares
  - 2.12.3. Interpretación
    - 2.12.3.1. Cualitativa
    - 2.12.3.2. Cuantitativa

### **UNIDAD III:**

#### **3. Tomografía eléctrica**

- 3.1. Definición
- 3.2. Dispositivos electródicos
  - 3.2.1. Dispositivo Wenner
  - 3.2.2. Dispositivo Wenner-Schlumberger
  - 3.2.3. Dispositivo Dipolo-Dipolo
  - 3.2.4. Dispositivo Polo-polo
  - 3.2.5. Dispositivo Polo-dipolo
- 3.3. La tomografía eléctrica con respecto a otras técnicas de corriente continua
  - 3.3.1. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)
  - 3.3.2. Perfilaje eléctrico
  - 3.3.3. La técnica de tomografía con respecto a otras técnicas
- 3.4. Práctica del método de tomografía eléctrica
  - 3.4.1. Ventajas y desventajas de los diferentes dispositivos eléctricos
  - 3.4.2. Consideraciones a tomar en cuenta para un estudio de campo
  - 3.4.3. Planeación de un estudio de campo
  - 3.4.4. Ejecución de un trabajo de campo
  - 3.4.5. Interpretación
- 3.5. Interpretación de la tomografía eléctrica
  - 3.5.1. Interpretación cualitativa
    - 3.5.1.1. Construcción y análisis de pseudosecciones resistividad aparente
  - 3.5.2. Interpretación cuantitativa
    - 3.5.2.1. Paquetes de inversión de resistividad aparente
    - 3.5.2.2. Interpretación de imágenes eléctricas
  - 3.5.3. Factores de influencia sobre las imágenes eléctricas
    - 3.5.3.1. Efectos topográficos
    - 3.5.3.2. Efecto del rumbo del perfil
  - 3.5.4. Integración de la información geofísica y geológica
- 3.6. Aplicación de la información geofísica y geológica

## **7. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

Las actividades teóricas y formativas se realizarán en el aula de clase de manera presencial, en primera instancia el profesor expondrá el tema programado para que el alumno comprenda los fundamentos teóricos y matemáticos de la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo. Por su parte, los alumnos en equipo y mediante investigación en fuentes científicas exponen y defienden casos de estudio (problemática, desarrollo de investigación, sustento teórico, instrumentación, procesamiento y discusión de resultados).

En lo práctico profesor capacitará en la operación de los instrumentos geofísicos y software de equipo de cómputo del Laboratorio de Geofísica, desarrollando prácticas de adquisición de datos, procesamiento, interpretación y discusión de análisis grupal de resultados por parte de los alumnos.

Se proyecta reporte final con el desarrollo de trabajo en equipo mediante la estrategia de **aprendizaje basado en problemas**, dicho reporte se construirá por secciones durante el curso. Primeramente, con la elaboración de un protocolo de investigación (como enfrentar el problema), finalizando con reporte final de investigación.

- a) Analizar y entender el problema a investigar.
- b) Clarificar los conceptos.
- c) Antecedentes, investigar casos de estudios en: libros, revistas científicas, publicaciones, tesis.
- d) Usar conocimientos previos para generar ideas y explicar el fenómeno físico.
- e) Organización de las ideas, construir hipótesis.
- f) Objetivos de aprendizaje, definir qué es lo que se necesita investigar y entender.
- g) Estudio independiente, Cada estudiante trabaja con los objetivos de aprendizaje.
- h) Elección de técnica y tipo de arreglo, adecuado para la resolución del problema dado.
- i) Interpretación geofísica y geológica
- j) Evaluación (mediante exámenes y tareas).

Y el aprendizaje **basado en proyectos** (Se anexa el apartado de Planeación e Instrumentación Didáctica).

- a) Informar sobre el proyecto: formar grupos, presentar y definir el proyecto y dar a los alumnos indicaciones básicas sobre el diseño, procedimiento y metodología.
- b) Planificar: los estudiantes hacen el plan de trabajo, deciden la técnica y arreglo a seguir.
- c) Realizar: Llevan a cabo la investigación del proyecto y cálculos necesarios para obtener datos con arreglo específico, procesar e interpretar datos del problema.
- d) Defender: Los estudiantes presentan y defienden el proyecto ante el grupo.

## 8. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

<b>UNIDAD I. 8.1. Evidencias de aprendizaje</b>	<b>UNIDAD I. 8.2. Criterios de desempeño</b>
Protocolo del Proyecto de investigación y Evaluación teórica, tareas	El protocolo de investigación debe contener citas en estilo APA y bibliografía, para fundamentar antecedentes y metodología. Se evalúa defensa del protocolo, presentación, redacción y ortografía.
<b>UNIDAD II. 8.3. Evidencias de aprendizaje</b>	<b>UNIDAD II. 8.4. Criterios de desempeño</b>
Desarrollo de la investigación y procesamiento, tareas	En los reportes de práctica se evalúa formato, desempeño de logística, resultados, presentación, participación, organización, cumplimiento de objetivos, reflexiones personales. Además de la actitud y responsabilidad en el desempeño del trabajo de campo.
<b>UNIDAD III. 8.5. Evidencias de aprendizaje</b>	<b>UNIDAD III. 8.6. Criterios de desempeño</b>
Entrega del proyecto final, examen teórico final.	Se evalúa presentación ante grupo y del reporte físico, ortografía, entrega en tiempo y forma, discusión y defensa de resultados.

## 9. CALIFICACIÓN

Todas las evidencias de aprendizaje son los elementos para otorgar la calificación; por lo tanto, el 95% de la valoración numérica, se reparte entre cada una de las evidencias. Se considera actividades extracurriculares la participación o apoyo en proyectos de investigación concernientes a la carrera (deberá entregar un reporte del apoyo que brindó y lo aprendido en dicha actividad).

35% Examen.

30% Tareas y prácticas (ensayos y reportes)  
30% Proyecto de investigación (proyecto final)  
05% Actividades extracurriculares, solo con calificación aprobatoria (reportes)

## 10. ACREDITACIÓN

**Periodo ordinario.** De conformidad con el artículo 20 del Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara, para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario, establecido en el calendario escolar aprobado por el Consejo General Universitario, se requiere:

- I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente, y
- II. Tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso.

**Periodo extraordinario.** De conformidad con el artículo 27 del Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos de la Universidad de Guadalajara, para que el alumno tenga derecho al registro de la calificación en el periodo extraordinario, se requiere:

- I. Estar inscrito en el plan de estudios y curso correspondiente.
  - II. Haber pagado el arancel y presentar el comprobante correspondiente.
  - III. Tener un mínimo de asistencia del 65% a clases y actividades registradas durante el curso.
- Se exceptúan de este caso las materias de orden práctico que requerirán la repetición del curso (Art. 23 RGEYPA).

## 11. BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1) Prospección Geoeléctrica en corriente continua, Orellana, S.E., 2ª edición, Paranino, 1982.
- 2) Geotomo software, Malaysia "Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least-squares method, Geoelectrical Imaging 2D & 3D", febrero 2010.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1) Principles of Direct Current Resistivity Prospecting, Kunetz G., Berlín, Cerbruder Borntraegger, 1966

## 12. RECURSOS COMPLEMENTARIOS (páginas web, MOOCs, plataformas, objetos de aprendizaje, etc.)

<https://www.coursera.org>