



Nombre de la asignatura					Métodos Electromagnéticos				Clave de la asignatura C0101279	
Área de formación	Docencia frente a grupo según SATCA			Trabajo de Campo Supervisado según SATCA				Carácter de la asignatura		
	HCS	HPS	TH	C	HTCS	TH	C	TC	(<input checked="" type="checkbox"/>) Obligatoria	(<input type="checkbox"/>) Optativa
Sustantiva Profesional	4	1	5	5						

SERIACIÓN

Explícita		Implícita
Asignaturas antecedentes	Asignaturas subsecuentes	Conocimientos previos
Ninguna	Ninguna	Dominio de las Tics, conocimiento de los métodos geofísicos, Electromagnetismo, Geología del Petróleo, Geología Estructural, Geoestadística y Prospecciones



PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura tiene como propósito dotar a las y los estudiantes de las competencias necesarias para que mediante el uso de la teoría de los diversos métodos de exploración electromagnética y su correcta aplicación a casos de estudio prácticos, puedan resolver problemas Geológicos - Geofísicos, modelando la propagación de ondas electromagnéticas en medios complejos, para determinar y delimitar estructuras de interés, mediante la distribución espacial de la resistividad Geoeléctrica del subsuelo.

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Genéricas	Específicas
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Uso de las Tics • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Trabajo en Equipo • Habilidades de Gestión de Información 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modela la propagación de ondas electromagnéticas en medios complejos para determinar la estructura de resistividad eléctrica del subsuelo, usando como herramienta diversos métodos electromagnéticos. ▪ Desarrolla informes sobre el resultado de casos donde se aplica la interpretación de modelos de datos electromagnéticos para caracterizar la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo.



UNIDAD No. 1	Introducción de los Métodos Electromagnéticos	Horas estimadas para cada unidad	
		18	
CONTENIDOS			
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje	
1.1 Generalidades sobre el magnetismo 1.1.1 Ley de las acciones magnéticas 1.1.2 Unidad de intensidad 1.1.3 Campo, Potencial y momento 1.2 Las ecuaciones de Maxwell 1.2.1 Ley de Faraday 1.2.2 Ley de Ampere 1.2.3 Ley de Gauss 1.2.4 Ley Ohm 1.3 Propiedades físicas de las rocas asociadas a los métodos EM 1.3.1 Comportamiento Magnético 1.3.2 Susceptibilidad 1.3.3 Inducción 1.3.4 Permeabilidad 1.3.5 Resistividad 1.3.6 Factores que modifican el comportamiento de las rocas ante un campo.	<i>1.- Comprender los aspectos generales de las distintas variables de estudio, que se abordaran conforme se trate cada uno de los métodos geofísicos que integran el curso.</i>	1. Elaboración de ensayos y reportes de Investigación	



UNIDAD No. 2	Ground Penetrating Radar [GPR]		Horas estimadas para cada unidad
			24
CONTENIDOS			
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje	
<p>2.1 Generalidades</p> <p>2.1.1 Descripción del Método</p> <p>2.1.2 Características, Partes y Accesorios</p> <p>2.1.3 Desarrollo Tecnológico y Evolución del Método</p> <p>2.1.4 Aplicaciones y Limitantes</p> <p>2.1.5 Funcionamiento</p> <p>2.1.6 Principios básicos de funcionamiento</p> <p>2.1.7 Frecuencias</p> <p>2.1.8 Profundidad de resolución</p> <p>2.1.9 Constante dieléctrica y reflexiones</p> <p>2.1.10 Atenuación</p> <p>2.1.11 Propiedades Físicas del medio y Tipos de conductividades</p> <p>2.1.12 Formas de anomalías</p> <p>2.1.13 Reflectores puntuales y planares</p> <p>2.1.14 Ruido externo</p> <p>2.2 Procesado e Interpretación</p> <p>2.2.1 Configuración del equipo</p> <p>2.2.2 Tiempo inicial</p> <p>2.2.3 Procesamiento y Filtrado</p> <p>2.2.3.1 Reflexiones electromagnéticas</p> <p>2.2.3.2 Tipos de Filtros</p> <p>2.2.3.3 Procedimientos</p>	<p>1.- <i>Comprenderá las bases teóricas del método GPR, así como las propiedades físicas del medio de exploración y las oportunidades de aplicación del método.</i></p> <p>2.- <i>Habilidad para el procesado e interpretación de datos de GPR, en un caso práctico, así como la generación de informes.</i></p>	<p>1.- Presentación Grupal de análisis de casos</p> <p>2.- Ejercicios de GPR</p> <p>3.- Reporte ejecutivo de caso de estudio</p>	



<p>2.2.3.4 <i>Remoción de componente principal</i></p> <p>2.2.3.5 <i>Amplificación</i></p> <p>2.2.3.6 <i>Deriva</i></p> <p>2.2.3.7 <i>Pasa banda</i></p> <p>2.2.4 Interpretación</p> <p>2.2.4.1 <i>Picking por perfil</i></p> <p>2.2.4.2 <i>Probabilidad por forma, intensidad y contraste</i></p> <p>2.3 Aplicación Práctica</p> <p>2.3.1 Definición de Caso practico</p> <p>2.3.2 Software</p> <p>2.3.3 Representación en perfiles 2D</p> <p>2.3.4 Representación 3D</p> <p>2.3.5 Integración y Presentación de Reporte Ejecutivo</p>		
---	--	--



UNIDAD No. 3	EL Método Magnetotelúrico [MT]	Horas estimadas para cada unidad
		24
CONTENIDOS		
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje
3.1 Generalidades 3.1.1 Descripción del Método 3.1.2 Antecedentes Históricos del Método 3.1.3 Aplicaciones 3.1.4 Fundamentación Teórica 3.2 Adquisición e instrumentación 3.2.1 Fuentes de Campo 3.2.2 Profundidades de Investigación 3.3 Procesado e Interpretación 3.3.1 Parámetros y Propiedades Físicas Asociadas 3.3.2 Estáticas 3.3.3 Correcciones 3.3.4 Cálculo de la resistividad y la fase 3.3.5 Inversión de Datos 3.3.6 Modelado 3.4 Aplicación Práctica del Método	1.- <i>Comprenderá las bases teóricas del método MT, así como las propiedades físicas del medio de exploración y las oportunidades de aplicación del método.</i> 2.- <i>Habilidad para el procesado e interpretación de datos de MT, en un caso práctico, así como la generación de informes.</i>	1.- Presentación Grupal de análisis de casos 2.- Ejercicios de MT 3.- Reporte de caso de estudio



UNIDAD No. 4	El Método Electromagnético de Fuente Controlada Marino [mCSEM]	Horas estimadas para cada unidad
		24
CONTENIDOS		
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje
<p>4.1 Introducción a los mCSEM</p> <p>4.1.1 Descripción general del Método</p> <p>4.1.2 Evolución académica de los mCSEM</p> <p>4.1.3 La resistividad eléctrica como propiedad física en el método.</p> <p>4.1.4 Relaciones Constitutivas para los mCSEM</p> <p>4.1.5 Ley de Archie</p> <p>4.1.6 Rango de resistividad de las rocas</p> <p>4.2 Adquisición de Datos</p> <p>4.2.1 Dipolo Electrico Vertical</p> <p>4.2.1.1 Fuente</p> <p>4.2.1.2 Receptores</p> <p>4.2.1.3 Configuración de la Exploración</p> <p>4.2.2 Dipolo Electrico Horizontal</p> <p>4.2.2.1 Fuente</p> <p>4.2.2.2 Receptores</p> <p>4.2.2.3 Configuración de la Exploración</p> <p>4.2.3 Acondicionamiento de la Señal</p> <p>4.2.3.1 Frecuencias Utilizadas</p> <p>4.2.3.2 Profundidad de Investigación</p> <p>4.2.3.3 Comparativa con los MT</p>	<p>1.- Comprenderá las bases teóricas del método mCSEM, así como las propiedades físicas del medio de exploración y las oportunidades de aplicación del método.</p> <p>2.- Habilidad para el procesado e interpretación de datos de mCSEM, en un caso práctico, así como la generación de informes.</p>	<p>1.- Presentación Grupal de análisis de casos</p> <p>2.- Ejercicios mCSEM</p> <p>3.- Reporte ejecutivo de integración de métodos de caso de estudio</p>



- | | | |
|--|--|--|
| <p>4.3 Modelado e Inversión de Datos</p> <ul style="list-style-type: none">4.3.1 Geometría Transmisor – Receptor<ul style="list-style-type: none">4.3.1.1 <i>Orientación del Trasmisor</i>4.3.1.2 <i>Orientación de los Receptores</i>4.3.2 Modelado Directo4.3.3 Inversion de Datos<ul style="list-style-type: none">4.3.3.1 <i>Ficheros de Iteracion</i>4.3.3.2 <i>Ficheros de Modelo</i>4.3.3.3 <i>Archivo de Datos</i>4.3.3.4 <i>Respuestas</i> <p>4.4 Interpretación de Datos</p> <ul style="list-style-type: none">4.4.1 Curvas de Resistividad4.4.2 Interpretación de cima y base4.4.3 Metodología N.A.R.4.4.4 Integración de Métodos Geofísicos | | |
|--|--|--|



Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica las situaciones. ▪ Elige la metodología correcta ▪ Diseña la solución. ▪ Presenta Informes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación. ▪ Trabajo en equipo. ▪ Responsabilidad. ▪ Compromiso. ▪ Interés. ▪ Respeto.
Metodología para la construcción del conocimiento	
Actividades de aprendizaje con el docente	Actividades de aprendizaje autónomo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición de temas ▪ Elaboración de mapas conceptuales ▪ Solución de ejercicios ▪ Prácticas guiadas con Software aplicado ▪ Análisis de Casos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigación en medios electrónicos ▪ Ensayos de libros ▪ Lectura de artículos ▪ Solución de ejercicios ▪ Prácticas autónomas



Evidencias de desempeño		
Acreditación	Evaluación	Calificación
<ul style="list-style-type: none">La asignatura se acreditará conforme a la normatividad establecida en el Reglamento Escolar Universitario vigente.El alumno deberá presentar las evidencias de aprovechamiento correspondientes a cada unidad temática,	<ul style="list-style-type: none">Se realizará mediante las evidencias de aprovechamiento al termino de cada unidad	<ul style="list-style-type: none">10% Elaboración de ensayos.20% Presentaciones grupales.20% Solución de ejercicios en clase50% Reportes de resultado de aplicación de casos prácticos



FUENTES DE APOYO Y CONSULTA

BÁSICA

- Bigman D., (2021), *Georadar Básico: Un Manual para Usuarios de Georadar de Penetración (GPR)* . Edicion Kindle: Caprioru.
- Chave A.D., (2018), *The Magnetotelluric Method: Theory and Practice.*, Editorial: Cambridge
- ¹Resnick R., (2001), *Física*. Editorial Compañía Editorial Continental.
- Bjorke J., (2020), *Recovering stratigraphy orientation using TTI 3D CSEM Gauss-Newton inversion.*, Editorial: EMGS, ASA, Norway.
- Inojosa P., (2018), *Data Driven Initial Model Estimation with Application to Marine CSEM Data.*, EAGE Annual

COMPLEMENTARIA

- García, M., (2018), *Airborne Multi-Channel Ground Penetrating Radar for Improvised Explosive Devices and Landmine Detection.*, IEEE
- Rasol M., (2022) *Ground Penetrating Radar System: Principles* . Springer.
- ¹Cantos, J., (1974), *Tratado de geofísica aplicada, Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Minas.*, ISBN: 8440075073
- ¹ Literatura clásica para la construcción del aprendizaje en esta asignatura presenta los fundamentos Física
- ² Literatura clásica para la construcción del aprendizaje en esta asignatura presenta los fundamentos de la adquisición de datos geofísicos.



RESPONSABLE DEL DISEÑO	
Elaborado por	M.C. Gelder Éneo Cámara Beauregard Dra. Adriana Guadalupe Jiménez Vázquez
Fecha actualización	<i>Noviembre del 2023</i>

Nomenclatura

HCS- Horas Clase a la semana.

HPS- Horas Prácticas a la semana (laboratorio, seminarios o talleres).

HTCS-Hora de Trabajo de Campo Supervisado a la semana (Servicio Social, Práctica Profesional, internado, estancias, ayudantías).

TH- Total de Horas.

C- Créditos.

TC-Total de créditos.