

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
GF4102	Prospección Sísmica			
Nombre en Inglés				
Seismic Prospecting				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	4	2	4
Requisitos			Carácter del Curso	
GF4001 (Sismología) GF4029 (Análisis de Señales) GF4006 (Métodos de Exploración Geofísica)			Obligatorio	
Competencia a la que tributa el curso				
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar datos geofísicos y las variables físicas asociadas en el contexto de un modelo del proceso, siguiendo métodos y procesos experimentales. • Ejecutar trabajo de campo planificados, para obtener datos geofísico que podrían ser utilizados para la exploración de recursos naturales y caracterización sísmica de suelos. • Modelar datos geofísicos utilizando métodos experimentales para medir variables asociadas a los fenómenos naturales. • Trabajar en equipos multidisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica. 				
Propósito del curso				
<p>Este curso está orientado a entregar los conocimientos relacionado con la aplicación de ondas elásticas (sísmicas) como método geofísico para la exploración del subsuelo. El método sísmico tiene aplicaciones tales como prospección minera o petrolera, estudio de suelos, y estudio de estructuras geológicas a escala regional.</p> <p>El estudiante llegará a modelar e interpretar datos y modelos obtenidos por el método sísmico, el que se basará en la propagación de ondas elásticas en el interior de una cierta unidad geológica que se desea estudiar. La interpretación de los registros sísmicos, permitirá al estudiante determinar las velocidades de propagación y las discontinuidades en el interior del cuerpo en estudio, y con ello la geometría de las diferentes unidades que lo componen.</p> <p>En el curso se trabajará con datos reales tomados en terreno, con laboratorios y tareas computacionales.</p>				
Resultados de Aprendizaje				
<ul style="list-style-type: none"> • Modela la propagación de ondas elásticas (sísmicas) en medios complejos para su utilización como herramienta en exploración geofísica. • Procesa e interpreta datos sísmicos de terreno a fin de aplicar el método sísmico y comprender sus limitaciones. 				

Metodología Docente	Evaluación General
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clases expositivas, con participación de los estudiantes.. 2. Laboratorios computacionales. 3. Salida a terreno. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controles 2. Tareas computacionales. 3. Tareas teóricas.

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	PROPAGACIÓN DE ONDAS ELÁSTICAS DESDE UNA FUENTE PUNTUAL: ASPECTOS GENERALES	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>1.1 Ecuación de ondas en medios elásticos. Especialización a medio elástico isótropo inhomogéneo general y medio acústico.</p> <p>1.2 Soluciones elementales en un medio homogéneo. Ondas compresionales (P) y de corte (S).</p> <p>1.3 Medio inhomogéneo, aproximación de alta frecuencia o teoría de rayos a partir de la ecuación de ondas.</p> <p>1.4 Caso acústico: Ecuaciones eikonal y de transporte, definición formal de frentes de ondas y rayos, trazado de rayos en medios complejos tridimensionales, solución formal de la ecuación de transporte y definición de función de divergencia geométrica.</p> <p>1.5 Caso elástico: Ecuaciones eikonal y de transporte para ondas P y S, soluciones elementales de teoría de rayos para ondas P y S, geometría del rayo curvatura y torsión, formulas de Frénet.</p> <p>1.6 Principio de Fermat: Punto de vista alternativo para el trazado de rayos.</p>	<p>Al final de la unidad, el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelve la ecuación de ondas en medios elásticos isótropo inhomogéneo general y medio acústico utilizando la conceptualización necesaria según temática. 	<p>AKI, K. & P. RICHARDS, Quantitative Seismology, Theory and Methods. Second Edition, 2002.</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	TRAZADO DE RAYOS Y CÁLCULO DE TIEMPOS DE TRAVESÍA EN LA PRÁCTICA	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>2.1 Diferentes parametrizaciones y algunos casos funciones de velocidad especiales.</p> <p>2.2. Medio unidimensional $V = V(z)$.</p> <p>2.3. Medio bidimensional $V = V(x,z)$.</p> <p>2.4. Métodos numéricos: Integración numérica por método de Runge-Kutta con condiciones iniciales</p>	<p>Al final de la unidad, el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcula curvas camino-tiempo en medios 1D y 2D, con trazado de rayos asociados. • Interpreta curvas camino- 	<p>CERVENY, V., Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, 2001.</p>

<p>conocidas.</p> <p>2.5 Trazado de rayos entre dos puntos (condiciones de borde conocidas), reseña de algunos métodos: prueba y error, bending, aplicación directa de principio de Fermat.</p>	<p>tiempo asociados a datos de campo, a fin de modelarlas usando trazados de rayos sísmicos en medios uni- y bi-dimensionales.</p>	
---	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	MEDIO UNIDIMENSIONAL EN DETALLE	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1. Parámetro de rayo (p), lentitud horizontal y vertical, ley de Snell.</p> <p>3.2. Expresiones generales para el cálculo paramétrico (según parámetro de rayo p) de distancia recorrida y tiempo de travesía, curvas camino tiempo (X-T). Cálculo de factor de divergencia geométrica.</p> <p>3.3 Modelo de N capas planas homogéneas</p> <p>3.4 Curvas camino tiempo para reflexiones desde diferentes interfaces para modelos de capas planas homogéneas, aproximación hiperbólica para distancias pequeñas o incidencia cercana a la normal. Inversión utilizando reflexiones: Fórmula de Dix.</p> <p>3.5 Curvas camino tiempo para refracciones desde diferentes interfaces, inversión para modelos de capas planas homogéneas utilizando refracciones.</p> <p>3.6 Modelo combinado de capas planas homogéneas y de gradiente vertical de velocidad constante.</p> <p>3.7 Fórmulas básicas para el cálculo de curvas camino tiempo en capa con gradiente de velocidad constante.</p> <p>3.8 Curvas camino tiempo para modelo combinado, y su utilización en la determinación de modelos de velocidad versus profundidad por ajuste interactivo de curvas camino-tiempo a datos reales.</p>	<p>Al final de la unidad, el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modela técnicas de curvas camino-tiempo en medios 1D en función del parámetro de rayo, a fin de prospectar unidades geológicas con simetría axial. • Calcula el factor de divergencia geométrica, a fin de prospectar unidades geológicas con simetría axial. • Modela datos sísmicos usando modelos de N capas homogéneas incluyendo ondas reflejadas y refractadas, a fin de prospectar unidades geológicas con simetría axial. • Modela curvas camino-tiempo en forma analítica el caso de una capa con distribución de velocidad lineal con gradiente de velocidad constante, a fin de prospectar unidades geológicas con simetría axial. 	<p>- SHEARER, P. M., Introduction to Seismology, Cambridge, Second Edition, 2009</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	ELEMENTOS DE TOMOGRAFÍA SÍSMICA	2.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>4.1 Planteamiento general del problema, discretización del medio en estudio.</p> <p>4.2 Inversión tomográfica, uso de normas (L_n) como medida de la bondad de la inversión, aproximación de rayos rectos.</p> <p>4.3 Técnicas de reconstrucción algebraica: Back Projection (BP), Algebraic Reconstruction Technique (ART), Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT).</p> <p>4.4 Ejemplo de tomografía bidimensional entre pozos verticales.</p> <p>4.5 Nociones de tomografía bidimensional</p>	<p>Al final de la unidad, el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantea la discretización del campo de velocidad a invertir e identifica los parámetros de la inversión a fin de modelar densas bases de datos sísmicos. • Maneja la técnicas de inversión de Back Projection (BP), Algebraic Reconstruction Technique (ART), Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT), a fin de invertir datos sísmico y obtener modelos de velocidad. • Explica los conceptos generales de la tomografía bidimensional. • Explica los conceptos generales de cálculo de incertezas de la inversión en función de la calidad de los datos reales. 	<p>CLAERBOUT, J., Basic Earth's Imaging, http://sepwww.stanford.edu/sep/prof/index.html</p> <p>- SCALES, J.A., Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, http://samizdat.mines.edu/</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	SÍSMICA DE REFLEXIÓN	5.5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>5.1 Solución elemental de la ecuación de ondas en la aproximación acústica, ondas planas.</p> <p>5.2 Coeficientes de reflexión y transmisión para una interfaz.</p> <p>5.3 Consideración de varias interfaces, coeficientes de reflexión generalizados, reflectividad de un modelo de n capas.</p> <p>5.4 Solución elemental de la ecuación de ondas en la aproximación acústica, ondas planas.</p> <p>5.5 Coeficientes de reflexión y transmisión para una interfaz.</p> <p>5.6 Consideración de varias interfaces,</p>	<p>Al final de la unidad, el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modela los datos de reflexión de alta resolución, con el objeto de producir imágenes del subsuelo en gran detalle. • Analiza la forma de onda de sismogramas para inferir fuertes contrastes de impedancia acústica, logrando aplicar estas técnicas a problemas de prospección de recursos naturales. 	<p>YILMAZ, O., Seismic Data Processing, Society of Exploration Geophysicists, Second Edition, 2001.</p> <p>SCALES, J.A., Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, http://samizdat.mines.edu/</p>

<p>coeficientes de reflexión generalizados, reflectividad de un modelo de n capas. 5.7 Coeficientes de reflexión P-SV en caso elástico general.</p>		<p>- SCALES, J.A., Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, http://samizdat.mines.edu/</p>
---	--	--

Bibliografía	
<p>- AKI, K. & P. RICHARDS, Quantitative Seismology, Theory and Methods. W.H. Freeman and Co., Second Edition, 2002. - CERVENY, V., Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, 2001. - CLAERBOUT, J., Basic Earth's Imaging , http://sepwww.stanford.edu/sep/prof/index.html - SCALES, J.A., Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, http://samizdat.mines.edu/ - SHEARER, P. M., Introduction to Seismology, Cambridge University Press, Second Edition, 2009. - YILMAZ, O., Seismic Data Processing, Society of Exploration Geophysicists, Second Edition, 2001.</p>	

Vigencia desde:	Primavera, 2014
Elaborado por:	Emilio Vera Sommer y Eduardo Contreras Reyes
Revisado por:	Comité Técnico Docente (CTD) Rosa Uribe de la Unidad de Gestión Curricular, SGD