

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2026/2027

Identificación y características de la asignatura					
Código	503205				
Denominación (español)	Geofísica				
Denominación (inglés)	Geophysics				
Titulaciones	Grado en Ingeniería en Geoinformación y Geomática				
Centro	Centro Universitario de Mérida				
Módulo	Tecnología Específica				
Materia	Geodesia Física, Espacial y Geofísica				
Carácter	Obligatoria	ECTS	6	Semestre	5
Profesorado					
Nombre		Despacho		Correo-e	
Ma del Carmen Pro Muñoz		24		cpro@unex.es	
Área de conocimiento	Física de la Tierra				
Departamento	Física				
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)					
Competencias / Resultados de aprendizaje					
CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio					
CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio					
CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética					
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado					
CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía					
CG1 - Diseñar y desarrollar proyectos geomáticos y topográficos.					
CG4 - Capacidad para toma de decisiones, de liderazgo, gestión de recursos humanos y dirección de equipos interdisciplinares relacionados con la información espacial.					
CG5 - Determinar, medir, evaluar y representar el terreno, objetos tridimensionales, puntos y trayectorias.					
CG7 - Gestión y ejecución de proyectos de investigación desarrollo e innovación en el ámbito geomático.					

CG8 - Planificación, proyecto, dirección, ejecución y gestión de procesos de medida, sistemas de información, explotación de imágenes, posicionamiento y navegación; modelización, representación y visualización de la información territorial en, bajo y sobre la superficie terrestre.

CE21 - Conocimiento y aplicación de los métodos y técnicas propios de la geodesia física y espacial; geomagnetismo; sismología e ingeniería sísmica; gravimetría.

CT15. Comunicación interpersonal

CT21 - Liderazgo.

Contenidos

Descripción general del contenido:

Sistemas de altitudes

Potencial de la gravedad. Modelos de geopotencial.

Anomalías de la gravedad.

Observaciones de la gravedad.

Ondas sísmicas. Propagación.

Geomagnetismo. Observaciones del campo magnético.

Prospección geofísica. Tomografía eléctrica.

Temario

Denominación del tema 1: Introducción a la Geofísica.

Contenidos del tema 1:

1.1 Geofísica: definición, métodos y objetivos.

1.2 Fuentes bibliográficas.

Denominación del tema 2: Figura de la Tierra y campo de la gravedad.

Contenidos del tema 2:

2.1 Campo y potencial de la gravedad. Unidades. El geoide.

2.2 Potencial de la gravedad en términos de armónicos esféricos.

2.3 Aproximación Tierra esférica.

2.4 Aproximación de primer orden.

2.4.1 Fórmula de Mac Cullagh.

2.4.2 Elipsoide. Coordenadas geodésicas.

2.4.3 Aceleración de la gravedad. Fórmula de Clairaut de primer orden.

2.5 Elipsoides de referencia y fórmulas de la gravedad.

2.6 Aproximaciones de orden superior. Modelos de geopotencial.

2.7 Ejercicios aproximación de primer orden.

Denominación del tema 3: Anomalías de la Gravedad.

Contenidos del tema 3:

3.1 Anomalías de la gravedad. Desviación de la vertical.

3.2 Reducciones gravimétricas.

3.2.1 aire - libre.

3.2.2 Bouguer.

3.2.3 Topográfica.

3.3 Isostasia.

3.3.1 Concepto de isostasia.

3.3.2 Sistema isostático de Airy-Heiskanen. Sistema isostático de Pratt-Hayford. Sistema regional de Vening-Meinesz.

3.3.3 Reducciones y anomalías isostáticas.

3.4 Aplicaciones de las anomalías. Mapas de isoanómalas.

3.5 Ejercicios anomalías de la gravedad.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3:

Práctica 1. Anomalía de la gravedad creada por esferas enterradas. Problemas directo e inverso.

Denominación del tema 4: Sistemas de altitudes.

Contenidos del tema 4:

4.1 Concepto de altitud.

4.2 Número o cota geopotencial.

4.3 Altitud dinámica.

4.4 Altitud normal.

4.5 Altitud ortométrica. Reducción de la gravedad de Poincaré y Prey.

4.6 Comparación de los diferentes sistemas de altitudes.

4.7 Ejercicios sistemas de altitudes.

Descripción de las actividades prácticas del tema 4:

Práctica 2. Levantamiento gravimétrico. Cálculo de anomalías.

Denominación del tema 5: Determinación del geoide.

Contenidos del tema 5:

5.1 Ondulación del geoide. Métodos clásicos y modernos.

5.2 Potencial anómalo. Fórmula de Bruns. Ecuación fundamental de la Geodesia Física.

5.3 Fórmula de Stokes.

5.4 Componentes de la desviación de la vertical. Fórmulas de Vening-Meinesz.

5.5 Evaluación práctica de las fórmulas integrales.

Denominación del tema 6: Medidas absolutas y relativas de la gravedad.

Contenidos del tema 6:

6.1 Medidas absolutas. Métodos de caída libre. Gravímetros de absolutas.

6.2 Medidas relativas. Gravímetros.

6.2.1 Gravímetros astáticos. Gravímetros tipo Worden y tipo LaCoste- Romberg.

6.2.2 Gravímetros superconductores.

6.3 Correcciones a la gravedad medida.

6.4 Red gravimétrica española.

Denominación del tema 7: Ondas sísmicas.

Contenidos del tema 7:

7.1 Clasificación de ondas sísmicas.

7.2 Parámetros elásticos.

7.3 Ecuaciones de onda en un medio elástico. Soluciones.

7.4 Desplazamientos causados por las ondas internas.

7.5 Ejercicios.

Descripción de las actividades prácticas del tema 7:

Práctica 3. Análisis de sismogramas. Identificación de fases. Cálculo de la magnitud.

Denominación del tema 8: Propagación de ondas sísmicas.

Contenidos del tema 8:

8.1 Reflexión y refracción de ondas sísmicas. Ley de Snell.

8.2 Trayectoria y tiempos de recorrido.

8.2.1 Capas planas de velocidad constante.

8.2.2 Variación continua de la velocidad con la profundidad.

8.2.3 Propagación en una Tierra esférica.

8.3 Ejercicios propagación ondas sísmicas.

Denominación del tema 9: Dromocronas y estructura interna de la Tierra.

Contenidos del tema 9:

9.1 Estructura interna de la Tierra. Superficies de discontinuidad.

9.2 Estructura de la corteza.

9.3 Manto superior.

9.4 Manto inferior.

9.5 Núcleo.

9.6 Densidad y parámetros elásticos.

Denominación del tema 10: Parámetros focales de los terremotos.

Contenidos del tema 10:

10.1 Parámetros de localización. Métodos gráficos y numéricos.

10.2 Parámetros de tamaño.

10.2.1 Intensidad, magnitud y energía.

10.2.2 Aceleración.

10.2.3 Momento sísmico escalar.

10.3 Mecanismo de los terremotos. Parámetros de la fractura.

10.4 Clasificación de los terremotos.

10.5 Sismicidad y riesgo sísmico.

10.6 Ingeniería sísmica.

Descripción de las actividades prácticas del tema 10:

Práctica 4. Determinación del epicentro y hora origen de un terremoto. Método gráfico.

Denominación del tema 11: Instrumentación sísmica.

Contenidos del tema 11:

- 11.1 Teoría del sismógrafo mecánico.
- 11.2 Sismógrafo electromagnético. Tipos de registro.
- 11.3 Acelerógrafos.
- 11.4 Redes sísmicas mundiales.

Denominación del tema 12: Introducción al Geomagnetismo.

Contenidos del tema 12:

- 12.1 Campo magnético terrestre. Campo interno y campo externo.
- 12.2 Elementos y geometría.
- 12.3 Campo y potencial creado por un dipolo magnético.

Denominación del tema 13: Campo magnético interno.

Contenidos del tema 13:

- 13.1 Campo geomagnético dipolar.
 - 13.1.1 Elementos magnéticos.
 - 13.1.2 Líneas de campo.
 - 13.1.3 Coordenadas geomagnéticas.
 - 13.1.4 Puntos conjugados magnéticos.
- 13.2 Análisis armónico del campo geomagnético. Campo no dipolar. Campo Geomagnético Internacional de Referencia.
- 13.3 Ejercicios campo magnético interno.

Descripción de las actividades prácticas del tema 13:

Práctica 5. Manejo de magnetogramas. Cálculo del índice trihorario k .

Denominación del tema 14: Campo magnético externo.

Contenidos del tema 14:

- 14.1 Origen.
- 14.2 Variaciones periódicas asociadas al Sol y a la Luna.
- 14.3 Tormentas magnéticas. Auroras.
- 14.4 Magnetosfera. Anillos de radiación de Van Allen

Denominación del tema 15: Observaciones del campo magnético terrestre.

Contenidos del tema 15:

- 15.1 Magnetómetro de protones.
- 15.2 Magnetómetro de bombeo óptico.
- 15.3 Magnetómetro de núcleo saturado (fluxgate).
- 15.4 Magnetómetro criogénico (SQUID).
- 15.5 Observatorios geomagnéticos. Intermagnet.

Denominación del tema 16: Prospección geofísica.

Contenidos del tema 16:

- 16.1 Definición y objetivos. Clasificación de los métodos geofísicos.

16.2 Etapas de una campaña geofísica. Elección del método apropiado.
 16.3 Tomografía eléctrica.
 16.3.1 Resistividad de las rocas. Resistividad aparente.
 16.3.2 Instrumental.
 16.3.3 Trabajo de campo. Interpretación.
 16.4 Prospección con radar de subsuelo (geo-radar).
 16.4.1 Principios y aplicación
 Descripción de las actividades prácticas del tema 16:
 Práctica 6. Tomografía eléctrica: planificación, toma de datos e interpretación.

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	1	1						
2	15	4				2		9
3	15	2			2	2		9
4	12	1			4	2		5
5	3	1						2
6	7	2						5
7	11	2			2	1		6
8	11	3				2		6
9	6	2						4
10	12	3			2			7
11	8	1						7
12	3	1						2
13	12	2			2	2		6
14	3	1						2
15	5	2						3
16	15	3		2	1			9
Evaluación	11	3						8
TOTAL	150	34		2	13	11		90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

Clase expositiva

Resolución de problemas

Aprendizaje basado en proyectos, problemas y casos

Actividades de seguimiento, individual o grupal, del aprendizaje

Resultados de aprendizaje

- Conocer y aplicar de los métodos y técnicas propios de la geodesia física; geomagnetismo; sismología e ingeniería sísmica; gravimetría.
- Conocer los métodos y tecnologías utilizadas para determinar la forma y dimensiones de la Tierra.
- Fomentar una comunicación empática y sincera encaminada al diálogo constructivo.
- Transmitir confianza y mover a otros a la acción.

Sistemas de evaluación

Continúa:

Sistemas de evaluación	Porcentaje
Pruebas orales	0
Pruebas escritas	60
Pruebas prácticas	40
Participación en el aula	0

- La realización de las prácticas es necesaria para superar la asignatura.
- Es necesaria una nota mínima en el examen de 3,75 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura. En caso contrario sólo se considerará la nota del examen

Única prueba final de carácter global

La normativa vigente DOE número 212 del 3 de noviembre de 2020 describe las modalidades de evaluación (art. 4) y las actividades y criterios de evaluación (art. 5). Según esta normativa, aquellos alumnos que, voluntariamente así lo indiquen en el primer cuarto del semestre o hasta el último día del periodo de ampliación de matrícula, si este acaba después de ese periodo, serán evaluados en una prueba global alternativa de carácter teórico-práctico sobre todas las competencias de la asignatura. Los resultados obtenidos por el alumno se calificarán en una escala numérica de 0 a 10.

Bibliografía (básica y complementaria)

- Bufo, E.; Pro, C. y A. Udías. (2010). *Problemas resueltos de Geofísica*. Pearson.
- Bufo, E.; Pro, C. y A. Udías. (2012). *Solved problems in Geophysics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cara, M. (1989). *Geophysique*. Editorial Dunod, París.
- Fowler, C.M.R. (1990). *The Solid Earth*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Poirier, J.P. (2000). *Introduction to the Physics of the Earth's interior*. (2ª Ed). Cambridge University Press.
- Udías, A. y Mezcu, J. (1997). *Fundamentos de geofísica*. Alianza Universidad, Madrid.
- Campbell, W. H. (2001). *Earth magnetism: a guide tour through magnetic fields*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cantos Figuerola, J. (1987). *Tratado de Geofísica Aplicada*. (3ª ed). Litoprint, Madrid.
- Conyers, L.B. y Goodman, D. (1997). *Ground penetrating radar: an introduction for archaeologist*. Rowman and Littlefield Pub Group.
- Heiskanen, W.A. y Moritz, H. (1985). *Geodesia Física*. Instituto Geográfico Nacional e Instituto de Astronomía y Geodesia, Madrid.
- Hofmann-Wellenhof, B. y Moritz, H. (2006). *Physical Geodesy*. Springer Wien New York.
- Lowrie, W. (2011). *A Student's Guide to Geophysical Equations*. Cambridge University Press.

Mattesini, M. (2023). *Basic Principles of Physics Applied to Earth Sciences*. Cambridge Scholar Publishing.

Meyer, T.H. (2010). *Introduction to Geometrical and Physical Geodesy*. Foundations of Geomatics. ESRI Press

Orellana, E. (1982). *Prospección geoelectrica en corriente continua. (2ª ed)*. Paraninfo, Madrid.

Torge, W. (1989). *Gravimetry*. Walter de Gruyter, Berlín.

Udías, A. (1999). *Principles of Seismology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Campus Virtual de la UEx: <https://campusvirtual.unex.es/portal/>
- Instituto Geográfico Nacional. Servidor de Geodesia y Geofísica: <http://www.ign.es/>
- National Geophysical Data Center (EEUU): <http://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html>
- Geology Labs On-Line: <http://www.sciencecourseware.com/>.
- Real Sociedad Española de Física: <http://www.ucm.es/info/rsef/>.
- IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology Consortium): <http://www.iris.edu/>
- International Real-time Magnetic Observatory Network (INTERMAGNET): <http://www.intermagnet.org/index.html>
- Instituto de Astronomía y Geodesia (CSIC-UCM): <http://www.iag.csic.es/>
- International Geoid Service: <http://www.iges.polimi.it/>
- WGS84: <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/index.html>