



## Guía docente 250830 - 250830 - Sismología

Última modificación: 25/01/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL TERRENO (Plan 2015). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2023

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** YEUDY FELIPE VARGAS ALZATE

**Otros:** JOSE ORIOL CASELLES MAGALLON, LUIS GONZAGA PUJADES BENEIT, YEUDY FELIPE VARGAS ALZATE

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La asignatura consta de 45 horas lectivas. Se dedican 27 horas a clases teóricas y 12 horas a problemas y prácticas. 6 horas se dedican a otras actividades evaluables. Los estudiantes deben realizar cuatro prácticas de curso. Se utiliza material de apoyo mediante el campus virtual ATENEA.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conceptualizar los suelos y las rocas como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y de Fluidos.  
 Caracterizar el entorno geológico y su interacción con obras civiles.  
 Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio.  
 Analizar, discriminar e integrar en estudios y proyectos la información geológica y geotécnica disponible.  
 Aplicar los conocimientos de la mecánica de suelos y de rocas al desarrollo del estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y otras construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea su naturaleza y estado y cualquiera que sea la finalidad de la obra en consideración. (Competencia específica de las especialidades Ingeniería Geotécnica e Ingeniería Sísmica y Geofísica).  
 Evaluar el riesgo sísmico. Plantear y dimensionar medidas de reducción del riesgo. (Competencia específica de la especialidad Ingeniería Sísmica y Geofísica).  
 Identificar todo tipos de estructuras y sus materiales. Diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil. (Competencia específica de la especialidad Ingeniería Sísmica y Geofísica).  
 Analizar las estructuras mediante la aplicación de métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las sollicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Realizar evaluaciones de integridad estructural. (Competencia específica de la especialidad Ingeniería Sísmica y Geofísica).  
 Realizar estudios de peligrosidad sísmica. (Competencia específica de la especialidad Ingeniería Sísmica y Geofísica).

- \* Comprende, a nivel de aplicaciones avanzadas, los conceptos teóricos y prácticos de la sismología.
- \* Conoce y es capaz de tratar las diferentes formas de registro de ondas sísmicas a nivel global, regional y local así como la instrumentación usada en campo cercano y lejano y también la instrumentación de edificios y estructuras.
- \* Conoce los métodos y técnicas de evaluación de la peligrosidad sísmica y es capaz de realizar estudios aplicados de peligrosidad sísmica.
- \* Conoce y aplica técnicas de reconocimiento del subsuelo mediante instrumentos y técnicas geofísicas no destructivas.
- \* Tiene una visión global de cómo abordar los principales problemas que competen a la sismología para la ingeniería y a la ingeniería sísmica.

- El fenómeno sísmico: causas y efectos.
- Principales ondas y fases sísmicas.
- Mecanismo de los terremotos.
- Tamaño de los terremotos: magnitud e intensidad.
- Fórmulas empíricas.

Introducir al estudiante en los conceptos, métodos y aplicaciones de la sismología, con especial énfasis en aquellos aspectos relacionados con la sismología para la ingeniería y con la ingeniería sísmica.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo pequeño	9,8	7.83
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas grupo mediano	9,8	7.83

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### 01 Introducción

**Descripción:**

Aspectos históricos. La sismología en el mundo. Asociaciones e instituciones científicas. Observatorios sismológicos. Instituciones de servicio en España, en Cataluña y en el mundo.

**Objetivos específicos:**

Conocer la sismología en la historia y en el mundo.

**Dedicación:** 4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

### 02 el Fenómeno sísmico

**Descripción:**

Tectónica global, regional y local. Tectónica de placas. Importancia de la tectónica regional y local. Regímenes compresivos, distensivos y de desgarre. el tensor de esfuerzos regional y local.

Terremotos históricos. El terremoto de Lisboa de 1755. Dualidad del estudio de los terremotos: ciencia e ingeniería, sismología e ingeniería sísmica.

**Objetivos específicos:**

Conocer las causas de los terremotos en los diferentes ambientes tectónicos.

Conocer las principales características de los terremotos y sus efectos.

**Dedicación:** 10h 48m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h 18m

### 03 Fases sísmicas

**Descripción:**

Ecuación del movimiento. Medio infinito, semi-infinito y estratificado. Ondas internas y ondas superficiales.

Principales fases sísmicas observadas en la Tierra. Ondas internas: Sismos próximos, lejanos y de la zona de sombra. Ondas refractadas y reflejadas. Fases de sismos profundos. Ondas superficiales Rayleigh y Love. Otras ondas sísmicas. Anatomía de los sismogramas.

Geometría de la llegada de las ondas internas: SV, SH, SVV, SVH, PV, PH, ángulos de incidencia de la onda P, acimut, ángulo de polarización de la onda S.

Determinación de un epicentro a partir de datos de una sola estación usando las polaridades y amplitudes de las onda P, tiempos de llegada de las ondas P y S y tablas de tiempos de viaje de las ondas internas. Se sugieren tres aproximaciones: gráfica, modelos de velocidades y uso de tablas. Dar las coordenadas geográficas del epicentro y la hora origen. Discutir el problema de la determinación de la profundidad.

Analizar con detalle el movimiento del suelo que causa una onda superficial tipo Rayleigh. Determinar el azimut epicentro estación.

**Objetivos específicos:**

Conocer los principales ondas que se propagan en medios continuos infinitos, semi-infinitos y estratificados.

Conocer las principales fases sísmicas observadas en la Tierra.

Estudiar la geometría de la llegada de las ondas internas P y S.

Aprender a hacer una determinación epicentral.

Caracterizar el movimientos del suelo causados por las ondas sísmicas.

**Dedicación:** 20h 24m

Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 11h 54m

#### 04 El tamaño de los terremotos

**Descripción:**

Concepto de intensidad macro-sísmica. Principales escalas. Las escalas MM'56 y EMS'98.

Magnitud, momento sísmico y energía. Magnitud de ondas internas y de ondas superficiales. Fórmulas estándar. Fórmulas de magnitud local. Ecuaciones y fórmulas empíricas.

Determinar la magnitud de un terremoto a partir de una onda de Rayleigh. Emplear fórmulas empíricas para estimar los otros parámetros que definen el tamaño del terremoto: intensidad, magnitud de ondas internas, momento sísmico y energía.

**Objetivos específicos:**

Conocer la cuantificación macro-sísmica del tamaño de los terremotos.

Conocer, a nivel aplicado, los principales parámetros utilizados para determinar el tamaño de los terremotos.

Aprender a estimar la magnitud de un sismo y otros parámetros con ella relacionados.

**Dedicación:** 21h 36m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 12h 36m

#### 05 Atenuación sísmica y macrosísmica

**Descripción:**

Isosistas. Variación de la intensidad con la distancia. Leyes de atenuación. Aplicaciones estudios de peligrosidad sísmica.

Otros parámetros instrumentales del máximo movimiento del suelo. Parámetros espectrales: espectros de respuesta. Relaciones empíricas. Principales leyes de atenuación. Relación con la peligrosidad sísmica.

**Objetivos específicos:**

Aprender sobre leyes de atenuación macro-sísmica.

Conocer las leyes de atenuación de otros parámetros sísmicos instrumentales.

**Dedicación:** 9h 36m

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 5h 36m

#### 06 El Mecanismo de los terremotos

**Descripción:**

Introducción histórica al mecanismo de los terremotos. El rebote elástico. Parámetros de la falla causante: azimut, buzamiento y deslizamiento. Falla conjugada. Fallas normales, inversas y de cizalla.

El problema inverso. Modelos simplificados: par de fuerzas, doble par sin momento resultante. Modelo radiativo de ondas P y de ondas S. La esfera focal. proyección estereográfica. Mecanismo de ondas P: azimut, ángulo de emergencia y polaridad. Planes conjugados. Representación gráfica. Mecanismos múltiples. Relación tectónica-mecanismo focal. Métodos avanzados de inversión de formas de onda. Catálogos de mecanismos focales.

Determinar un mecanismo a partir de las primeras llegadas de ondas P.

**Objetivos específicos:**

Conocer y entender los fundamentos del mecanismo de la fuente de los terremotos.

Saber estimar mecanismos focales a partir de las polaridades de las llegadas de las ondas P.

Aprender a determinar un mecanismo focal y parámetros asociados.

**Dedicación:** 19h 12m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 30m

Aprendizaje autónomo: 11h 12m



## 07 Otros temas

### Descripción:

Parámetros de interés en la ingeniería sísmica. Respuesta y espectros de respuesta. La peligrosidad y el riesgo sísmico. El daño sísmico. El diseño sismo-resistente.

Realización y discusión de problemas.

### Objetivos específicos:

Introducir al estudiante en la ingeniería sísmica.

Realización y discusión de problemas

### Dedicación: 7h 11m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se basa en la evaluación de los problemas y de las prácticas realizadas por los estudiantes, pero también se tiene en cuenta la asistencia y la nota de un examen. La nota final es una media ponderada de las notas de la evaluación continuada de problemas y prácticas y de la nota del examen.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza alguna de las actividades programadas, se considerará como puntuación cero.

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

- Aki, K.; Richards, P.G. Quantitative seismology. 2nd ed. Sausalito: University Science Books, 2002. ISBN 0935702962.
- Lee, W.H.K [et al.] (eds.). International handbook of earthquake and engineering seismology: Part A (2002): Part B (2003).. Amsterdam [etc.]: Academic Press, 2002-2003. ISBN 0124406521 (PART A) ; 0124406580 (PART B)..

### Complementaria:

- Udías, A.; Buforn, E. Principles of seismology. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. ISBN 9781107138698.
- Shearer, P.M. Introduction to seismology. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521708425.
- Payo, G. Introducción al análisis de sismogramas. Madrid: Instituto Geográfico Nacional, 1986. ISBN 8450540097.
- Kulhánek O. Anatomy of seismograms. Amsterdam: Elsevier, 1990. ISBN 0444883754.