

## Guía docente

### 250520 - ENGSISM - Ingeniería Sísmica

Última modificación: 07/10/2020

**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:** **Curso:** 2020 **Créditos ECTS:** 5.0  
**Idiomas:** Castellano, Inglés

#### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** MARCOS ARROYO ALVAREZ DE TOLEDO

**Otros:** MARCOS ARROYO ALVAREZ DE TOLEDO, JOSE ORIOL CASELLES MAGALLON, ALFONSO RODRIGUEZ DONO, YEUDY FELIPE VARGAS ALZATE

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

##### Específicas:

8211. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo al proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería de Minas.

8217. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.

8241. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.

##### Transversales:

8560. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

8561. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

#### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La asignatura consta de 45 horas de clase presencial. Se dedican 20 horas a clases teóricas, 20 horas a problemas y prácticas, incluyendo análisis y tratamiento de señales sísmicas en plataforma MatLab y 5 horas a trabajos dirigidos. Los estudiantes deben realizar un trabajo de curso sobre señales sísmicas de un gran terremoto. El trabajo se puede realizar en formato individual o en grupo. Se utiliza material de apoyo mediante el campus virtual ATENEA.



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.

Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.

Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas.

Conocimientos a nivel de especialización en ingeniería del terreno que deben permitir aplicar técnicas y metodologías de nivel avanzado. El objetivo es profundizar en la capacidad para proyectar y construir cualquier estructura geotécnica como podría ser el diseño estable de taludes y túneles, así como intensificar conocimientos del terreno relacionados con la ingeniería de las infraestructuras y la ingeniería sísmica.

Geomecánica e ingeniería del terreno, proyecto y construcción geotécnicas, estabilidad de taludes, Ingeniería del terreno en relación a las infraestructuras, Ingeniería sísmica.

Introducir al estudiante en los campos de la Sismología para la Ingeniería y de la Ingeniería Sísmica con un énfasis especial en los aspectos relacionados con la definición de la acción sísmica.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	19,5	15.59
Horas actividades dirigidas	6,0	4.80
Horas grupo pequeño	9,8	7.83
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo mediano	9,8	7.83

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### 01 Introducción

**Descripción:**

Objetivos de la asignatura. Introducción histórica. Sismología de los terremotos y de la ingeniería. Ingeniería Sísmica.

**Objetivos específicos:**

Definir los parámetros, conceptos y términos propios de la sismología y de la ingeniería sísmica.

**Dedicación:** 2h 24m

Grupo grande/Teoría: 1h

Aprendizaje autónomo: 1h 24m



## 02 Elementos de análisis espectral.

### Descripción:

Análisis espectral I.

### Objetivos específicos:

Revisión de aspectos matemáticos y numéricos de análisis de señales orientados al tratamiento de sismogramas y acelerogramas

**Dedicación:** 4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

## 03 Análisis de acelerogramas

### Descripción:

Campo cercano: efectos de los sismos sobre las estructuras y sobre el terreno. Casos reales. Dominio del tiempo: acelerogramas, velocigramas y desplazigramas. Problema de la línea base y corrección. Duración acotada y aceleración máxima (PGA). Otras formas de cuantificar el tamaño de un movimiento sísmico fuerte.

Espectros de Fourier: amplitud i fase. Efectos de periodo largo. Filtrado. Corrección de la línea base.

### Objetivos específicos:

Conocer a nivel práctico los parámetros que definen la severidad de un terremoto en un lugar.

Conocer y analizar el acelerograma en el dominio de las frecuencias. Detectar y corregir efectos de periodo largo sobre la línea base .

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## 04 Respuesta y espectros de respuesta

### Descripción:

Respuesta de un sistema lineal de un grado de libertad.

Acceleración, velocidad i desplazamiento de respuesta.

Equació del moviment. Resposta d'acceleració, velocitat i desplaçament. Valors màxims. aproximació de petits esmorteïments.

### Objetivos específicos:

Conocimiento de la respuesta de un sistema lineal de un grado de libertad.

Entender, a nivel cualitativo y cuantitativo, el concepto de espectro de respuesta como el valor máximo de la respuesta de un sistema lineal amortiguado de un grado de libertad.

**Dedicación:** 9h 36m

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 5h 36m

## 05 Efectos locales

### Descripción:

Introducción. Importancia de los efectos locales. Casos. Efectos de la topografía superficial, geometría del subsuelo y de suelo: amplificación.

Métodos de estimación de los efectos de suelo: analíticos y empíricos. Métodos analíticos: programas de cálculo. Métodos empíricos: lugar de referencia y cocientes espectrales. El método de Nakamura. Casos prácticos.

### Objetivos específicos:

Introducir a los estudiantes en la evaluación de los efectos de amplificación de la acción sísmica debido a la geología y / o topografía locales.

Introducir a los estudiantes en la evaluación de los efectos de amplificación de la acción sísmica debido a la geología y / o topografía locales.

**Dedicación:** 9h 36m

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 5h 36m

## 06 Espectros de diseño

### Descripción:

Espectros suavizados. Definición de la acción sísmica en las normas sísmicas. La norma sísmica española NCSE-02. La norma sísmica europea EC08.

### Objetivos específicos:

Conocer cómo se define la acción sísmica en las normativas sísmicas

**Dedicación:** 4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

## 07 Temas avanzados

### Descripción:

Registro de la aceleración: componentes horizontales y vertical. Formas de definir la acción sísmica horizontal.

Influencia de la orientación del registro. Medidas independientes de la orientación. Importancia de la orientación del edificio.

El análisis dinámico incremental. Acelerogramas reales, sintéticos e híbridos. Técnicas de ajuste de acelerogramas a espectros de diseño. El ajuste espectral.

### Objetivos específicos:

Discutir y analizar los efectos de la direccionalidad en la definición de la acción sísmica y en el daño esperado.

Saber generar acelerogramas compatibles con espectros de diseño.

**Dedicación:** 9h 36m

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 5h 36m



## 08 Prácticas

### Descripción:

Análisis espectral de un sismograma. Espectros de amplitud y de fases.  
Acondicionamiento de las señales sísmicas en el dominio del tiempo. Interpolación y filtrado.  
Intensidades espectrales de Arias y de Housni  
Espectros de diseño. NCSE-02 y EC8.  
Orientación del trabajo de curso  
Análisis de acelerogramas I: velocigramas y desplazigramas  
Análisis de acelerogramas II: Espectros de respuesta  
Cálculo y comparación entre los espectros de respuesta y los espectros de Fourier.  
Análisis modal de un edificio  
Modificar un acelerogramas de forma que su espectro de respuesta sea compatible con un determinado espectro de diseño

### Objetivos específicos:

Aprender a analizar las series numéricas que definen los datos de aceleración de forma sencilla mediante programación Matlab.  
Interpolación y filtración de señal sísmicas.  
Obtener las intensidad de Arias y de Housner.  
Espectros de diseño. NCSE-02 y EC8.  
Orientación del trabajo de curso  
Integración de la Acelerogramas. Problema de la línea base.  
Obtención de espectros de respuesta.  
Verificar que el espectro de respuesta no amortiguada de velocidad es comparable con el espectro de amplitudes de Fourier de la aceleración.  
Entender la influencia de la orientación del sensor sobre la definición correcta de la acción sísmica. Entender la influencia de la orientación del edificio sobre el daño esperado.  
Aprender a modificar acelerogramas de forma que su espectro de respuesta sea compatible con un determinado espectro de diseño.

### Dedicación: 45h 36m

Grupo mediano/Prácticas: 9h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 10h  
Aprendizaje autónomo: 26h 36m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación del curso tiene en cuenta los siguientes aspectos: asistencia a clase; realización de ejercicios; realización de trabajo de curso; examen escrito.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza alguna de las actividades en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

- Lee, W.H.K. [et al.] (ed.). International handbook of earthquake and engineering seismology. Amsterdam: Academic, 2002-2003. ISBN 0124406521.  
- Chopra, A.K. Dynamics of structures : theory and applications to earthquake engineering [en línea]. 5th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2020 [Consulta: 08/02/2021]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5811586>. ISBN 9781292249209.

### Complementaria:

- Brigham, E.O. The fast Fourier transform and its applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1988. ISBN 0133075052.



- Sarria, A. Ingeniería sísmica. Bogotá: Ediciones Uniandes, 1990. ISBN 9789589057131.