



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Topografía, geodesia, cartografía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**123000703 - Sismología**

### PLAN DE ESTUDIOS

12AS - Master En Análisis De Riesgo Sísmico Mediante Tecnologías Geoespaciales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|  |    |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos.....                       | 1  |
| 2. Profesorado.....                              | 1  |
| 3. Conocimientos previos recomendados.....       | 2  |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2  |
| 5. Descripción de la asignatura y temario.....   | 3  |
| 6. Cronograma.....                               | 7  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 10 |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 12 |
| 9. Otra información.....                         | 13 |

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 123000703 - Sismología   |
| <b>No de créditos</b>                      | 4 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Obligatoria  |
| <b>Curso</b>                               | Primer curso   |
| <b>Semestre</b>                            | Primer semestre  |
| <b>Período de impartición</b>              | Septiembre-Enero   |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano   |
| <b>Titulación</b>                          | 12AS - Master en Análisis de Riesgo Sísmico Mediante Tecnologías Geoespaciales |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 12 - E.T.S.I. Topografía, geodesia, cartografía                                |
| <b>Curso académico</b>                     | 2025-26  |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                                    | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías *</b>   |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Juan Jose Rueda Nuñez                            | 413             | juanjose.rueda@upm.es     | M - 17:30 - 18:30<br>X - 17:30 - 18:30<br>V - 17:30 - 18:30  |
| Jorge Miguel Gaspar<br>Escribano (Coordinador/a) | 322b            | jorge.gaspar@upm.es       | M - 15:00 - 18:00<br>J - 12:30 - 15:30<br>Solicitar tutoría por correo electrónico (también fuera de este horario) |

---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master en Análisis de Riesgo Sísmico Mediante Tecnologías Geoespaciales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- fundamentos de sismología

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

C1 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de la evaluación del riesgo sísmico, usando tecnologías de la información geoespacial. TIPO: Competencias.

C11 - Gestión de la información. Capacidad de recopilar, generar, analizar, procesar, transformar, almacenar y seleccionar la información relevante para el desarrollo de las actividades de investigación o profesionales. TIPO: Competencias.

K2 - Definir y caracterizar las fuentes sísmicas usando los datos geológicos, geofísicos y geodésicos y de otras TIGs. TIPO: Conocimientos o contenidos.

Sk1 - Aplicar conocimientos de ciencias de la Tierra y tecnologías de la información geoespacial en la evaluación del riesgo sísmico. TIPO: Habilidades o destrezas.

Sk2 - Elaborar bases de datos geoespaciales específicas para aplicaciones de riesgo sísmico a partir repositorios de datos generales. TIPO: Habilidades o destrezas.

Sk5 - Difundir los resultados de estudios e investigaciones de riesgo sísmico en un formato adecuado para su comunicación efectiva. TIPO: Habilidades o destrezas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1 - Este plan está adaptado al RD 822/2021. Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Con la asignatura de Sismología se pretende dotar al alumno de los conocimientos necesarios sobre la generación, propagación y efectos de un terremoto, para poder abordar en otras asignaturas los problemas derivados del riesgo.

Se comienza estudiando y profundizando matemáticamente en la fuente sísmica y la propagación de ondas, se continúa resolviendo el problema de la localización de terremotos y estimación de sus parámetros y se finaliza la asignatura profundizando en los efectos y la forma de evaluarlos. Así mismo, se ha planificado un tema específico para el estudio de la instrumentación sísmica y su calibración.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Propagación de ondas
  - 1.1. Ecuación de movimiento en un medio elástico, homogéneo e isótropo
  - 1.2. Funciones potencial de los desplazamientos
  - 1.3. La ecuación de ondas
  - 1.4. Ondas sísmicas internas
  - 1.5. Desplazamiento de las ondas P y S
  - 1.6. Reflexión y refracción en medios estratificados
  - 1.7. Teoría de rayos
  - 1.8. Ondas sísmicas superficiales, dispersión, velocidad de fase y de grupo

- 1.9. Atenuación geométrica y anelástica
- 1.10. Factor de calidad Q
- 2. Fuente sísmica
  - 2.1. Funciones de Green, tensor momento sísmico
  - 2.2. Fallas y terremotos
  - 2.3. Modelos cinemático y dinámico
  - 2.4. Fuerzas equivalentes
  - 2.5. Fuente puntual
  - 2.6. Modelos de fractura, Haskell y Brune
  - 2.7. Cuadro de radiación
  - 2.8. Representación geométrica de los distintos tipos de falla
  - 2.9. Propagación de la ruptura
  - 2.10. Barreras y asperezas
  - 2.11. Polarización de la onda S
  - 2.12. Directividad de la fuente sísmica
  - 2.13. Espectro en la fuente
  - 2.14. Caída de esfuerzos
  - 2.15. Ley de escala
  - 2.16. Transferencia de esfuerzos de Coulomb
- 3. Determinación de los parámetros focales de un terremoto y estimación de la intensidad
  - 3.1. Localización de hipocentros, métodos absolutos y relativos
  - 3.2. Técnicas de array
  - 3.3. Limitaciones en la localización, estructura, geometría de la red
  - 3.4. Determinación de la magnitud, escalas, relaciones
  - 3.5. Momento sísmico
  - 3.6. Magnitud momento
  - 3.7. Intensidad sísmica, escalas, estimación
  - 3.8. Energía
  - 3.9. Mecanismo focal

- 3.10. Inversión del tensor momento sísmico
- 3.11. Determinación de la distribución del deslizamiento en el plano de falla
- 4. Instrumentación sísmica
  - 4.1. Sismómetro mecánico, electromagnético y de banda ancha
  - 4.2. Ecuación del movimiento
  - 4.3. Funciones de respuesta
  - 4.4. Calibración
  - 4.5. Corrección instrumental
  - 4.6. Redes Sísmicas
  - 4.7. Sistemas de alerta temprana
  - 4.8. Redes GNSS para la medida de la deformación
- 5. Parámetros del movimiento fuerte
  - 5.1. Desplazamiento, velocidad y aceleración
  - 5.2. Interpretación y análisis de acelerogramas
  - 5.3. Espectros de Fourier y de respuesta
  - 5.4. Parámetros del movimiento: aceleración, velocidad y desplazamiento pico
  - 5.5. Parámetros espectrales
  - 5.6. Intensidad sentida
  - 5.7. Intensidad de Arias
  - 5.8. CAV
  - 5.9. Mapas de sacudida
- 6. Efecto local en el registro de las ondas sísmicas
  - 6.1. Importancia del conocimiento del efecto local en ingeniería
  - 6.2. Fundamentos de la amplificación o atenuación de las ondas por la geología y la topografía
  - 6.3. Carácter no lineal del efecto local
  - 6.4. Caracterización del efecto local: VS30 y otros parámetros
  - 6.5. Definición y métodos de obtención directa de VS30 (SPT, crosshole, downhole), métodos no invasivos (relación de amplitudes, dispersión de ondas superficiales: SASW, MASW, ReMi)
- 7. Iniciativas nacionales e internacionales relacionadas con sismología. Fuentes de datos

7.1. Global Earthquake model (GEM), Euromediterranean seismological Center (CSEM), Red Iris, USGS, otros

7.2. Búsqueda de datos sísmicos en las redes: formas de onda, catálogos

7.3. Iniciativas para vigilancia sísmica: apps, cuestionarios on-line, aplicaciones en red

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad tipo 1   | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza  | Actividades de evaluación |
|-----|--|------------------|---|---------------------------|
| 1   |  |                  |   |                           |
| 2   | <p><b>Clase tema 1</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase tema 2</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 2</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 3</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |                  | <p><b>Clase tema 1</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase tema 2</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 2</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 3</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutoría grupal</b><br/>Duración: 02:00<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> |                           |
| 3   | <p><b>Prácticas tema 3</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>   |                  | <p><b>Prácticas tema 3</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>  |                           |
| 4   | <p><b>Prácticas tema 3</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 4</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 4</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>  |                  | <p><b>Prácticas tema 3</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 4</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 4</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tutoría grupal</b><br/>Duración: 02:00<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>  |                           |

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
| 5 | <p><b>Clase tema 5</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas tema 5</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>            |  | <p><b>Prácticas tema 5</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 5</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>                   |   |
| 6 | <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>   |  | <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tutoría grupal</b><br/>Duración: 02:00<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> |   |
| 7 | <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 01:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 7</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |  | <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 02:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas tema 6</b><br/>Duración: 01:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Clase tema 7</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>        |   |
| 8 | <p><b>Examen tipo test</b><br/>Duración: 01:00<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>  |  |  | <p><b>examen tipo test</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 01:00</p> <p><b>entrega memoria de prácticas</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> <p><b>examen tipo test (mod. virtual)</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 01:00</p> |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 9  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  | examen oral con tribunal, rúbrica y acta<br>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br>Evaluación Global<br>Presencial<br>Duración: 02:00 |

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción                     | Modalidad                               | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas               |
|------|---------------------------------|---|---------------|----------|-----------------|-------------|--------------------------------------|
| 8    | examen tipo test                | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial    | 01:00    | 20%             | 5 / 10      | K2<br>C1<br>C11<br>Sk1<br>Sk2<br>Sk5 |
| 8    | entrega memoria de prácticas    | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00    | 80%             | 5 / 10      | K2<br>C1<br>C11<br>Sk1<br>Sk2<br>Sk5 |
| 8    | examen tipo test (mod. virtual) | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial    | 01:00    | 20%             | 5 / 10      | K2<br>C1<br>C11<br>Sk1<br>Sk2<br>Sk5 |

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción                              | Modalidad                                    | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas               |
|-----|--|--|------------|----------|-----------------|-------------|--------------------------------------|
| 17  | examen oral con tribunal, rúbrica y acta | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | K2<br>C1<br>C11<br>Sk1<br>Sk2<br>Sk5 |

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción                              | Modalidad  | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas               |
|--|--|------------|----------|-----------------|-------------|--------------------------------------|
| examen oral con tribunal, rúbrica y acta | PI: Técnica del tipo<br>Presentación<br>Individual | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | K2<br>C1<br>C11<br>Sk1<br>Sk2<br>Sk5 |

## 7.2. Criterios de evaluación

Un alumno supera una prueba si obtiene una calificación de 5,0 o más puntos.

Se entregará un documento individual por cada una de las prácticas realizadas. En este documento se recogerá al menos la metodología, los datos obtenidos, el procesado y el análisis de los resultados.

Es obligatoria la asistencia a las clases prácticas y es un requisito necesario realizar todas las entregas.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| Agustín Udías y Julio Mezcuca.<br>Fundamentos de geofísica. Alianza<br>Universidad. 476 pp.          | Bibliografía |               |
| Keiiti Aki and Paul G. Richards.<br>Quantitative Seismology. University<br>Science Books. 700 pp.    | Bibliografía |               |
| Peter M. Shearer. Introduction to<br>Seismology. Cambridge University<br>Press. 396 pp.              | Bibliografía |               |
| Agustín Udías. Principles of<br>Seismology. Cambridge University<br>Press. 475 pp.                   | Bibliografía |               |
| Frank Scherbaum. Of Poles and<br>Zeros. Kluwer Academic Publishers.<br>256 pp.                       | Bibliografía |               |
| Jens Havskov and Gerardo Alguacil.<br>Instrumentation in Earthquake<br>Seismology. Springer. 365 pp. | Bibliografía |               |

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura va a ser impartida íntegramente por el Prof. Juan Rueda