



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53000946 - Proyecto Y Construcción De Estructuras Sismorresis

PLAN DE ESTUDIOS

05AR - Master Universitario En Ingeniería Sismica: Dinamica De Suelos Y Estructura

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 4. Descripción de la asignatura y temario..... | 3 |
| 5. Cronograma..... | 6 |
| 6. Actividades y criterios de evaluación..... | 8 |
| 7. Recursos didácticos..... | 10 |
| 8. Otra información..... | 11 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|--|
| Nombre de la asignatura | 53000946 - Proyecto y Construcción de Estructuras Sismorresis |
| No de créditos | 3 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Primer semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 05AR - Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura |
| Centro responsable de la titulación | 05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales |
| Curso académico | 2025-26 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|--|-----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Amadeo Benavent Climent (Coordinador/a) | | amadeo.benavent@upm.es | - - |

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

2.2. Personal investigador en formación o similar

| Nombre | Correo electrónico | Profesor responsable |
|----------------------|----------------------|--------------------------|
| Chtcot Brito, Ronnie | ronnie.chtcot@upm.es | Benavent Climent, Amadeo |

2.3. Profesorado externo

| Nombre | Correo electrónico | Centro de procedencia |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Ramon Alvarez Cabal | ralvarez@intemac.es | Ad Honorem |

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE14 - El conocimiento de la normativa técnica y legal a aplicar.

CE16 - El diseño y proyección de sistemas reales con todos los elementos que los componen.

CG1 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CG2 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CG3 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CG4 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG6 - Liderazgo de equipos

CG7 - Creatividad

CG8 - Organización y planificación

CG9 - Gestión de la información

3.2. Resultados del aprendizaje

RA34 - Comprensión del origen de la normativa moderna basada en prestaciones

RA32 - Modelización y análisis de estructuras industriales

RA14 - Tendencias actuales en la Ingeniería Sísmica y Dinámica de Estructuras

RA33 - Modelización y análisis de estructuras de edificación

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

La preocupación por mejorar la resistencia sísmica de las estructuras es un asunto que ha preocupado a las sociedades desde hace más de 3000 años, pero la ingeniería sísmica moderna considerada como el resultado de esfuerzos científicos multidisciplinarios es relativamente joven. Sus inicios en cada país han estado relacionados con la ocurrencia de un sismo dañino. En ese sentido podríamos hablar del sismo de Kanto en 1923 para la ingeniería sísmica en Japón, el de San Francisco en 1906 para EEUU o el de Messina de 1908 para Italia. Esta demora también se vio reflejada en la redacción de códigos y provisiones de diseño frente a la acción sísmica. Las observaciones de los daños sufridos por los edificios después de estos grandes terremotos llevo a la comunidad científica a prescribir unas recomendaciones de diseño sismorresistente. La primera norma que hace una recomendación cuantitativa de las fuerzas sísmica a considerar en el diseño de los edificios es la redactada por el comité ingenieril constituido después del terremoto de Messina de 1908, en la que se estableció la metodología conocida como el porcentaje de g (% g). Es decir, qué fuerza lateral equivalente, expresada como porcentaje de la aceleración de la gravedad, debe ser capaz de resistir nuestra estructura para resistir un sismo. Esta metodología fue adoptada por muchas normas de la época como la primera norma internacional Uniform Building Code (1928), la japonesa, Japanese Building Law (1924), las californianas (1933) e incluso la tardía norma española MV-101

de 1963. Pero esta metodología ignora de manera consciente la influencia del periodo fundamental de la estructura en la respuesta, a pesar de las evidencias científicas que ya existían en la época de esta dependencia. No es hasta 1943 que se introdujo en la norma sísmica de los Ángeles un coeficiente sísmico en función de la altura del edificio. Habrá que esperar hasta los años 50 para generalizar una herramienta de diseño fundamental en la ingeniería sísmica actual: el espectro de respuesta como una manera práctica de caracterizar los terremotos y sus efectos en las estructuras. Con la proliferación del ordenador en los años 70 del siglo XX se inician numerosos estudios apoyados en cálculos no lineales para comprender el comportamiento de las estructuras dañadas por terremotos severos, y las propiedades de los materiales bajo la acción de cargas dinámicas de tipo cíclico. Estos estudios conducen a recomendaciones de proyecto importantes como evitar la formación de mecanismos frágiles, y ponen de manifiesto la necesidad de movilizar la ductilidad para conseguir estructuras seguras frente a terremotos severos con un coste económico razonable. Este bagaje de conocimientos, afianzado por una creciente investigación experimental con mesas sísmicas, da lugar en los años 80 al paradigma del proyecto por capacidad desarrollado por Paulay en Nueva Zelanda. En los años 90, y especialmente tras los terremotos de Northridge (EEUU, 1994) y Kobe (Japón 1995), se produce una intensificación del esfuerzo internacional cooperativo en investigación. Este esfuerzo se realiza en torno a un nuevo paradigma denominado Proyecto Sismorresistente Basado en Prestaciones, que constituye el marco actual en el que se está desarrollando la ingeniería sísmica. Este marco actual no solo tiene como objeto salvar vidas, sino mitigar y controlar explícitamente los daños sísmicos y sus consecuencias ante terremotos de distintas intensidades.

El núcleo fundamental del curso será el estudio y discusión de las distintas filosofías actuales de diseño sismorresistente. Desde los métodos tradicionales de diseños basados en fuerzas promulgadas por las normas actuales hasta las metodologías más innovadoras de diseño basadas en el balance de energía, pasando por las metodologías actuales en desplazamiento. A continuación, se plantearán los principios de diseño por capacidad necesarios para asegurar una jerarquía de deformaciones inelásticas dúctiles con énfasis en el detallado de las estructuras de hormigón armado y acero según Eurocódigo 8. Por último, se abordará la problemática de los componentes no estructurales en los edificios, su interacción con la estructura y su diseño basado en prestaciones para mitigar sus daños y los daños generados por estos.

El objetivo fundamental de esta asignatura es el que el estudiante consiga dominar la concepción, cálculo, diseño y ejecución de estructuras sismorresistentes, aplicando las normas técnicas y constructivas de manera que le permita identificar y justificar los criterios de proyecto y ejecución que requieren las construcciones realizadas en zona sísmica. Se pretende que el alumno pueda desarrollar una base conceptual que le permita entender y aplicar correctamente la normativa y los resultados numéricos de los métodos de cálculo convencionales e innovadores. El curso proporciona una visión panorámica de las tecnologías actuales, los conceptos fundamentales, los procedimientos de cálculo y las herramientas informáticas aplicadas al cálculo sismorresistente.

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Criterios heurísticos de proyecto Sismorresistente
3. Modelización del sistema resistente lateral
4. Definición de la acción sísmica mediante espectros
5. Métodos basados en fuerzas
6. Proyecto Sismorresistente de estructuras de Hormigón Armado
7. Proyecto sismorresistente de estructuras de acero estructural
8. Métodos basados en desplazamientos
9. Métodos basados en energías
10. Componentes no estructurales

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|--|------------------|--|---|
| 1 | Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 2 | Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 3 | Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 4 | Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Práctica 1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 5 | Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 6 | Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 7 | Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 8 | Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Práctica 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 9 | Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 10 | Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 11 | Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Práctica 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 |
| 12 | tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |

| | | | | |
|----|---|--|---|---|
| 13 | Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | Evaluación global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial 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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|-------------|---|---------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 4 | Practica 1 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 10% | 5 / 10 | CG1 CG2 CG3 CG7 CG8 CG9 CG6 CG4 CE14 CE16 |
| 8 | Práctica 2 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 10% | 5 / 10 | CG1 CG2 CG3 CG7 CG8 CG9 CG6 CG4 CE14 CE16 |
| 11 | Práctica 3 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 10% | 5 / 10 | CG1 CG2 CG3 CG7 CG8 CG9 CG6 CG4 CE14 CE16 |

6.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-------------|-----------|------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
|-----|-------------|-----------|------|----------|-----------------|-------------|------------------------|

| | | | | | | | |
|----|-------------------|-------------------------------------|------------|-------|-----|--------|--|
| 17 | Evaluación global | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 70% | 5 / 10 | CG1 CG2 CG3 CG7 CG8 CG9 CG6 CG4 CE14 CE16 |
|----|-------------------|-------------------------------------|------------|-------|-----|--------|--|

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Evaluación global | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 5 / 10 | CG6 CG1 CG4 CG3 CG8 CG9 CE14 CG7 CG2 CE16 |

6.2. Criterios de evaluación

CONVOCATORIA ORDINARIA

Para superar la asignatura habrá que obtener un 5 sobre 10 mediante las siguientes actividades de evaluación:

- Prácticas en grupo (30% de la nota). Nota mínima 5 sobre 10. Esta es una actividad de evaluación progresiva recuperable en el examen final.
- Examen global de los conocimientos adquiridos (70% de la nota). Nota mínima 5 sobre 10.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Examen global de los conocimientos adquiridos. Nota mínima 5 sobre 10.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|--|
| Eurocódigos | Bibliografía | Normativa Sismorresistente Europea |
| FEMA 356 | Bibliografía | Normativa sismorresistente Norteamericana |
| El terremoto de Lorca. Efectos en los edificios | Bibliografía | Libro de divulgación. Disponible en pdf de descarga gratuita desde la web del Consorcio de Compensación de Seguros |

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

El examen será presencial para todos los estudiantes.

En la enseñanza a distancia esta previsto emplear la plataforma MICROSOFT TEAMS,

Esta asignatura, y el Máster en su conjunto, está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 así como con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres.

Bibliografía recomendada

- Anil K. Chopra. Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering. Pearson, 1995. ISBN 013156174X
- Amadeo Benavent Climent. Estructuras sismorresistentes. Maia, 2010. ISBN 9788492724178
- Luis M Bozzo Rotondo y Alex H Barbat. Diseño sismorresistente de edificios. Reverté, 1999.
- Ray W Clough y Y PENZIEN. Dynamics of Structures. 1975.
- Thomas Paulay y MJ Nigel Priestley. Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings. 1992.
- A Scarlat. Approximate methods in structural seismic design. CRC Press, 1995. ISBN 0419187502.
- Robert E Englekirk. Seismic design of reinforced and precast concrete buildings. John Wiley & Sons, 2003.
- Jerome J Connor. Structural Motion Control. Pearson Education, Inc, 2003
- Miguel Ángel Hacar and Enrique Alarcón Álvarez. Elementos de dinámica aplicada a las estructuras. Volumen 1 y 2. Edix, 1971.
- Jagmohan Humar. Dynamics of structures. CRC press, 2012.
- Hiroshi Akiyama. Earthquake-resistant limit-state design for buildings. University of Tokyo Press, 1985.

- Ministerio de Vivienda. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento, 2006.
- Comité Europeo de Normalización. Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorre- sistentes. UNE, 2018
- Comité Europeo de Normalización. Eurocódigo 2: Diseño de estructuras de hormigón. UNE, 1992.
- Federal Emergency Management Agency. FEMA 356 Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington DC, 2000.
- Federal Emergency Management Agency. FEMA P-58: Seismic Performance Assess- ment of Buildings. Washington, Federal Emergency Management Agency, 2012.

Artículos y revistas

- Earthquake Engineering and Structural Dynamics
- Earthquake Spectra
- Bulletin of Earthquake Engineering
- Soil Dynamics and Earthquake Engineering ? Journal of Earthquake Engineering
- Engineering Structures
- Earthquakes and Structures