



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Arquitectura

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

33000481 - Vulnerabilidad Y Resistencia Frente A Sismo

PLAN DE ESTUDIOS

03BA - Master Universitario En Estructuras De La Edificacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	33000481 - Vulnerabilidad y Resistencia Frente a Sismo
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	03BA - Master Universitario en Estructuras de la Edificación
Centro responsable de la titulación	03 - Escuela Técnica Superior De Arquitectura
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jorge Conde Conde		jorge.conde@upm.es	Sin horario. Sin horario. Tutelas personales a demanda. Horario acordado con el Profesor

Valero Pascual Gallego		valero.pascual@upm.es	Sin horario. Sin horario. Tutelas personales a demanda. Horario acordado con el Profesor
Alejandro Bernabeu Larena (Coordinador/a)		alejandro.bernabeu@upm.es	Sin horario. Sin horario. Tutelas personales a demanda. Horario acordado con el Profesor

* 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

- Fundamentos De Las Teorías De Estructuras Y Del Análisis Numérico

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Master Universitario en Estructuras de la Edificación no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB08 - 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

CB09 - 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

CB10 - 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.

CE02 - Capacidad para proponer, esquematizar, y justificar abreviadamente soluciones estructurales viables, considerando los recursos y medios disponibles, las alternativas factibles, y la adecuación a los requisitos y constricciones del proyecto, incluyendo todas las disciplinas que en él concurren.

CE07 - Conocimiento de las publicaciones, fuentes de información, y bases de datos relevantes de instituciones profesionales o académicas y capacidad de uso de estas para abordar problemas avanzados teóricos o prácticos en el proyecto y validación de estructuras.

CE08 - Conoce las propiedades estructurales de los materiales habitualmente empleados en edificación así como de nuevos materiales y combinaciones de ellos, y es capaz de especificar técnicamente sus condiciones de uso, así como para el diseño de los ensayos de control apropiados para su verificación.

CG04 - Capacidad de trabajo autónomo: Que los estudiantes sean capaces de establecer prioridades, organizar el trabajo en el tiempo disponible, y trabajar bajo presión

CG09 - Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

CT05 - Establece procesos de búsqueda, selección, discriminación y organización de la información necesaria para el proyecto y para su potencial reuso futuro.

CT07 - Se adapta de manera agil a entornos laborales cambiantes en el marco internacional.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA39 - Conocimiento de la normativa española y europea sobre materiales y estructuras de edificación, en el proyecto y la evaluación de estructuras de acuerdo a las exigencias básicas de seguridad estructural (resistencia, estabilidad y aptitud al servicio).

RA38 - El alumno podrá abordar el modelado MEF de estructuras empleando programas comerciales de manera crítica.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Objetivos de la asignatura:

- Reconocer los problemas del análisis dinámico y las diferencias y similitudes con el análisis estático.
- Entender el carácter de la acción sísmica y la representación habitual de la misma, incluyendo los conceptos de amenaza y riesgo sísmico.
- Comprender el comportamiento de los edificios ante los distintos tipos de excitación dinámica, y la influencia de las variables relevantes en la respuesta.
- Conocer la normativa vigente, particularmente en Europa, y aplicar los conceptos de diseño contenidos en la misma, incluyendo estrategias que empleen elementos pasivos.

5.2. Temario de la asignatura

1. I. Acción sísmica y respuesta de los edificios

- 1.1. Sismicidad y Peligrosidad sísmica
- 1.2. Factores que determinan la acción sísmica
- 1.3. Modelización de la acción sísmica y métodos de análisis.
- 1.4. Introducción a la acción sísmica en edificios
- 1.5. Ejemplos de proyectos recientes en zonas sísmicas

2. II. Dinámica y respuesta SDOF

- 2.1. Características del sistema de un grado de libertad (masa, rigidez, periodo, amortiguamiento crítico, amortiguamiento). Definición de masa involucrada en sismo. Modelo SAP.
- 2.2. Estimación de la respuesta a vibración forzada, influencia del amortiguamiento. Modelo SAP.
- 2.3. Caracterización de la ductilidad y factor de comportamiento del sistema según NCSE y EC8.
- 2.4. Construcción manual del espectro elástico y de respuesta según NCSE y EC8. Introducción en SAP.
- 2.5. Evaluación de la respuesta espectral con y sin ductilidad. Aceleraciones y desplazamientos. Cortante basal. Coeficiente de cortante. Desplome relativo. SAP.
- 2.6. Obtención de esfuerzos y verificación de secciones para el caso elástico y dúctil. Aplicación del método de capacidad.
- 2.7. Curva pushover para un grado de libertad. Estimación manual. Obtención con SAP.
- 2.8. Análisis dinámico directo con SAP. Comparación con resultados espectrales.

3. Dinámica y respuesta SDOF

- 3.1. Presentación de las ecuaciones del movimiento para sistemas MDOF. Propiedades de rigidez, masa, amortiguamiento.
- 3.2. Vibraciones libres pórtico plano. Modos de vibración, periodos. Implementación en SAP.
- 3.3. Breve teoría del análisis modal. Resumen de conceptos y ecuaciones fundamentales. Tratamiento del amortiguamiento.
- 3.4. Análisis modal espectral. Resumen. Modos participantes.
- 3.5. Implementación del análisis modal en SAP.
- 3.6. Evaluación de la respuesta espectral con y sin ductilidad. Aceleraciones y desplazamientos. Cortante basal. Coeficiente de cortante. Desplome relativo. SAP.

- 3.7. Obtención de esfuerzos y verificación de secciones para el caso elástico y dúctil. Aplicación del método de capacidad.
- 3.8. Análisis pushover. Estimación manual. Obtención con SAP.
- 3.9. Análisis dinámico directo con SAP. Comparación con resultados espectrales.
- 4. Respuesta sísmica de edificios
 - 4.1. Análisis de vibración 3D.
 - 4.2. Excentricidades mínimas. Implementación práctica en SAP.
 - 4.3. Efectos tridimensionales en sismo. Combinaciones. Regla 30%. Ejemplo en SAP.
 - 4.4. Combinaciones de sismo con efectos de otras acciones. Envoltentes.
 - 4.5. Análisis de esfuerzos en elementos. Vigas. Pilares.
 - 4.6. Criterios de regularidad en planta y alzado
 - 4.7. Combinaciones de sismo y otras acciones.
 - 4.8. Componentes verticales
 - 4.9. Efectos de segundo orden
 - 4.10. Ductilidad global y local. Diseño por capacidad.
 - 4.11. Diafragmas.
 - 4.12. Juntas.
 - 4.13. Limitación del daño.
- 5. V. Configuración estructural
 - 5.1. Criterios generales de diseño para estructuras sismorresistentes: estructura horizontal
 - 5.2. Criterios generales de diseño para estructuras sismorresistentes: estructura vertical
 - 5.3. Desempeño sísmico y criterios de aceptación
 - 5.4. Aislamientos sísmicos de base
 - 5.5. Disipadores sísmicos
 - 5.6. Elementos no estructurales
 - 5.7. Criterios específicos para evaluación e intervención en estructuras existentes

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Sismo. Acción sísmica y respuesta de los edificios. Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Sismo. Seminario dinámica con experimentos. Duración: 02:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	Sismo. Dinámica y respuesta SDOF. Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sismo. Ejercicios. Duración: 02:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Práctica guiada 1 Pórticos simples (1 grado de libertad) Pórticos metálicos. Verificación sísmica TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:45
3	Sismo. Dinámica y respuesta MDOF. Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sismo. Ejercicios. Duración: 02:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Práctica Guiada 2 Edificio de pórticos de hormigón Método simplificado de fuerzas estáticas equivalentes TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:45
4	Sismo. Respuesta sísmica de edificios. Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sismo. Ejercicios. Duración: 02:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Práctica Guiada 2 Edificio de pórticos de hormigón Análisis modal espectral TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:45
5	Sismo. Configuración estructural. Duración: 02:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sismo. Presentación prácticas. Compendio. Evaluación Duración: 02:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Análisis estático equivalente y análisis modal espectral de una estructura sencilla. Evaluación de la acción sísmica y de las hipótesis de carga. EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 01:00
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

13				
14				
15				
16				
17				

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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Práctica guiada 1 Pórticos simples (1 grado de libertad) Pórticos metálicos. Verificación sísmica	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:45	30%	4 / 10	CB08 CT05 CB09 CB10 CE08 CT07 CE02 CE07 CG04 CG09
3	Práctica Guiada 2 Edificio de pórticos de hormigón Método simplificado de fuerzas estáticas equivalentes	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:45	25%	4 / 10	CB08 CT05 CB09 CB10 CE08 CT07 CE02 CE07 CG04 CG09
4	Práctica Guiada 2 Edificio de pórticos de hormigón Análisis modal espectral	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:45	25%	4 / 10	CB08 CT05 CB09 CB10 CE08 CT07 CE02 CE07 CG04 CG09
5	Análisis estático equivalente y análisis modal espectral de una estructura sencilla. Evaluación de la acción sísmica y de las hipótesis de carga.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	4 / 10	CB08 CB10

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Práctica guiada 1 Pórticos simples (1 grado de libertad) Pórticos metálicos. Verificación sísmica	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:45	30%	4 / 10	CB08 CT05 CB09 CB10 CE08 CT07 CE02 CE07 CG04 CG09
3	Práctica Guiada 2 Edificio de pórticos de hormigón Método simplificado de fuerzas estáticas equivalentes	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:45	25%	4 / 10	CB08 CT05 CB09 CB10 CE08 CT07 CE02 CE07 CG04 CG09
4	Práctica Guiada 2 Edificio de pórticos de hormigón Análisis modal espectral	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:45	25%	4 / 10	CB08 CT05 CB09 CB10 CE08 CT07 CE02 CE07 CG04 CG09
5	Análisis estático equivalente y análisis modal espectral de una estructura sencilla. Evaluación de la acción sísmica y de las hipótesis de carga.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	4 / 10	CB08 CB10

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Prácticas guiadas en clase sobre análisis dinámico y análisis sísmico (estático equivalente y modal espectral)

Examen final de la asignatura (conocimientos teórico prácticos)

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02	Bibliografía	
Eurocódigo 8. Proyecto de estructuras sismorresistentes	Bibliografía	
Paulay, T. y Priestley, M.J. N., ?Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings?, John Wiley&Sons, Nueva York, 1992	Bibliografía	
Paulay, T.; Simplicity and confidence in seismic design: The fourth Mallet-Milne lecture, 1993	Bibliografía	
Seismic Design for Architects. Andrew Charleson	Bibliografía	
Chopra, Anil K. Dynamics of structures. 4ed. New Jersey: Prentice Hall, 2012.	Bibliografía	
Udías A. (1999). ?Pinciples of seismology? Cambridge University Press, Cambridge.	Bibliografía	
Arnold, Christopher and Reitherman, Robert (1982). Building configuration and seismic design. John Wiley & Sons, New York.	Bibliografía	

FEMA P-751. 2009. NEHRP, Recommended Provisions	Bibliografía	
Naeim, F. Kelly, J. 1996. Design of seismic isolated structures, 1st Ed., Wiley, New York	Bibliografía	
Mander, J. B., Priestley, M. J. N., and Park, R. (1988). "Theoretical stress-strain model for confined concrete." Journal of Structural Engineering ASCE, 114(8), 1804-1825.	Bibliografía	
Mander, J., Priestley, M., and Park, R. (1988). "Observed Stress?Strain Behavior of Confined Concrete." Journal of Structural Engineering ASCE, 114(8), 1827-1849.	Bibliografía	
Popovics, S. (1973). " A numerical approach to the complete stress strain curve for concrete." Cement and concrete research, 3(5), 583-599.	Bibliografía	
Paulay, T. and Priestley, M.J.N. (1993). Seismic design of concrete and masonry structures.	Bibliografía	
Moehle, Jack P., Ghodsi, Tony, Hooper, John D., Fields, David C., and Gedhada, Rajnikanth (2011). "Seismic design of cast-in-place concrete special structural walls"	Bibliografía	Seismic design of cast-in-place concrete special structural walls and coupling beams: A guide for practicing engineers
Moehle, Jack P., Hooper, John D., and Lubke, Chris D. (2008). "Seismic design of reinforced concrete special moment frames: a guide for practicing engineers,"	Bibliografía	Seismic design of reinforced concrete special moment frames: a guide for practicing engineers

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Dos de los profesores de la asignatura son miembros de la comunidad EELISA DISCOVERY de la Universidad Politécnica de Madrid. Dentro del compromiso de esta Comunidad con los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) de la agenda 2030 de la ONU, esta asignatura se centra en los siguientes

Objetivo 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles

Meta 11.4. Protección del patrimonio cultural y natural

Meta 11.5. Reducción del número de muertes por desastres y reducción de vulnerabilidad

Meta 11.6. Reducción del impacto ambiental en ciudades

Meta 11.B. Aumento de la reducción de riesgos de desastres en ciudades

El compromiso con los ODS se plasma en las siguientes competencias de la asignatura:

CB08 - 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.

CG09 - Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural

dentro de una sociedad basada en el conocimiento.