

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 14/07/2023

## Dinámica de Estructuras (M63/56/2/3)

**Máster**

Máster Doble: Máster Universitario en Estructuras + Máster Universitario en Rehabilitación Arquitectónica

**MÓDULO**

Módulo Fundamental: Fundamentos de Ingeniería

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

3.60

**Tipo**

Obligatorio

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

No se establecen prerrequisitos, si bien es recomendable que el alumno tenga nociones básicas de ecuaciones diferenciales de segundo orden y cálculo matricial de estructuras.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

- (1) Respuesta dinámica de sistemas lineales de un grado de libertad bajo distintos tipos de cargas. Métodos de superposición. Análisis en el dominio del tiempo. Integral de Duhamel. Introducción al análisis en el dominio de la frecuencia. Transformadas de Fourier.
- (2) Respuesta dinámica de sistemas lineales de múltiples grados de libertad. Método de superposición modal. Coordenadas normales. Desacoplamiento de las ecuaciones del movimiento. Cálculo de la respuesta por superposición de desplazamientos modales.
- (3) Respuesta dinámica de sistemas bajo cargas generales. Métodos paso a paso. Conceptos generales. Métodos de integración numérica. Métodos de Newmark-Beta. Formulación incremental.
- (4) Definición de la acción sísmica mediante acelerogramas y espectros elásticos de respuesta. Método de cálculo sísmico basado en los espectros de respuesta. Caracterización del daño estructural.



## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - 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.
- CB8 - 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.
- CB9 - 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural
- CG02 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño
- CG03 - Calcular la respuesta dinámica de las estructuras, comprender la naturaleza de las cargas sísmicas a las que están sometidas y utilizar metodologías avanzadas de diseño
- CG04 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta
- CG05 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras.
- CE02 - Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales.
- CE07 - Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga.
- CE12 - Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural.
- CE15 - Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los fundamentos de la dinámica y los métodos de cálculo que le permiten evaluar la respuesta



dinámica determinista de estructuras en régimen lineal, bajo cargas generales variables en el tiempo, abarcando:

1. Formulación de las ecuaciones del movimiento.
2. Sistemas con propiedades másicas, de rigidez y de amortiguamiento tanto concentradas como distribuidas.
3. Cálculo de la respuesta de sistemas de un grado de libertad en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
4. Cálculo de la respuesta de sistemas de múltiples grados de libertad mediante el método de superposición modal.

El alumno será capaz de:

5. Obtener manualmente las matrices de rigidez, masa y amortiguamiento globales de estructuras de barras en 2D, a partir de las matrices elementales.
6. Obtener las frecuencias propias y modos propios de vibración de sistemas de múltiples grados de libertad.
7. Obtener manualmente la respuesta dinámica de problemas sencillos aplicando el método de superposición modal.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Respuesta de sistemas de 1 grado de libertad bajo cualquier tipo de cargas dinámica. Análisis en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Transformadas de Fourier. Espectros de respuesta.
- Ecuaciones en elementos monodimensionales sometidas a cargas dinámicas. Sistemas continuos y sistemas discretos.
- Sistemas discretos de N grados de libertad con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento distribuidas y concentradas. Planteamiento de las ecuaciones de equilibrio dinámico.
- Expresiones analíticas de la matriz de rigidez y de las matrices de masas y amortiguamiento consistentes, de una barra y de toda la estructura. Construcción sistemática de las matrices de rigidez, masa y amortiguamiento de toda la estructura empleando la matriz de conexiones.
- Sistemas discretos de N grados de libertad con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento distribuidas y concentradas. Vibraciones libres. Frecuencias y modos propios. Ortogonalidad. Coordenadas normales.



- Método de superposición modal. Matriz de amortiguamiento de Rayleigh. Respuesta en desplazamiento y esfuerzos en cada instante. Caso particular de vector de cargas separables.

## PRÁCTICO

Desarrollo de ejercicios prácticos en clase relacionados con el programa de contenidos teóricos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Chopra Anil K.: Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. New York, Prentice-Hall, 2001.
- Benavent-Climent, Amadeo. “Estructuras sismorresistentes”, Maia Ediciones, 2010.
- Clough y Penzien: Dynamics of Structures. Segunda Edición, Mc Graw Hill, N. Y., 1993
- Humar. Dynamics of Structures. Balkema. 2005.
- Hurty, Rubinstein: Dynamics of Structures. Prentice-Hall, 1964.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Hart, Gary C. y Kevin Wong: Structural dynamics for structural engineers. New York: Wiley, 1999.
- Meskouris, K: Structural dynamics: models, methods, examples. Berlín: Ernst and Sohn, 2000
- Cheng, Franklin Y.: Matrix analysis of structural dynamics: applications and earthquake engineering. New York : Marcel Dekker, 2000.

## ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura.



## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD06 Ejercicios de simulación
- MD09 Realización de trabajos individuales

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

Los estudiantes están obligados a actuar en la pruebas de evaluación de acuerdo con los principios de mérito individual y autenticidad del ejercicio. Cualquier actuación contraria en ese sentido dará lugar a la calificación numérica de cero (artículo 10 de la NCG71/2). En consecuencia, la detección de una acción fraudulenta tanto en un examen como en cualquier actividad individual que se proponga supondrá una calificación final en la asignatura de cero (0.0). **Esto incluye las actividades individuales evaluables para realizar en casa.**

La asistencia a todas las clases tanto teóricas como prácticas es recomendable ya que en el desarrollo de las clases se realizarán actividades que computan en la evaluación continua. En cualquier caso, la asistencia ha de superar el 70% de las horas presenciales para poder optar a la evaluación continua.

La evaluación continua se realizará del siguiente modo:

-EVAL 1.- **Actividades individuales no presenciales (20%)**: Se propondrán trabajos cada una o dos semanas para su realización individual por el alumnado. La presentación de estos trabajos en tiempo y forma será obligatoria para poder presentarse a los exámenes (punto 3). Estos trabajos son individuales, lo cual implica que el alumno se compromete a realizarlos por sus propios medios, sin consultar a otras personas, salvo los profesores de la asignatura en tutorías.

-EVAL 2.- **Actividades individuales trabajo final (25%)**: Se realizará un trabajo final que englobará el temario impartido al alumnado.

-EVAL 3.- **Actividades individuales del máster (5%)**: La asistencia a actividades organizadas por el máster formará parte de la evaluación continua de la asignatura.

-EVAL 3.- **Examen global teórico-práctico (50%)**: Los alumnos que obtengan sobresaliente en las EVAL 1 y 2 no tendrán que hacer la EVAL 3. Para el resto, será condición necesaria aprobar este apartado de forma independiente. La evaluación EVAL 3 constará de cuestiones teóricas (T) y prácticas (P). La media (M) del examen se obtiene mediante la fórmula:

$$M = 0,3 T + 0,7 P$$

**Para aprobar este examen es necesario obtener al menos un 3 en la parte Teórica**



Las calificaciones obtenidas durante el curso en la realización de actividades y estudio no se guardarán para la convocatoria extraordinaria de septiembre, que será únicamente mediante un examen global teórico-práctico.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

En ese caso, la convocatoria extraordinaria consistirá en un único examen teórico-práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro. El examen extraordinario constará de cuestiones teóricas (T) y prácticas (P). La media (M) del examen se obtiene mediante la fórmula:

$$M = 0,3 T + 0,7 P$$

**Para aprobar este examen es necesario obtener al menos un 3 en la parte Teórica**

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

En ese caso, la convocatoria de evaluación única final consistirá en un único examen teórico-práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro. El examen extraordinario constará de cuestiones teóricas (T) y prácticas (P). La media (M) del examen se obtiene mediante la fórmula:

$$M = 0,3 T + 0,7 P$$

**Para aprobar este examen es necesario obtener al menos un 3 en la parte Teórica**

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

