

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G1978 - Cálculo de Estructuras

Grado en Ingeniería Civil  
Obligatoria. Curso 3

Curso Académico 2022-2023

### 1. DATOS IDENTIFICATIVOS

Título/s	Grado en Ingeniería Civil			Tipología v Curso	Obligatoria. Curso 3
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos				
Módulo / materia	ANÁLISIS Y TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS COMÚN A LA RAMA CIVIL				
Código y denominación	G1978 - Cálculo de Estructuras				
Créditos ECTS	6	Cuatrimestre	Cuatrimestral (2)		
Web					
Idioma de impartición	Español	English friendly	No	Forma de impartición	Presencial

Departamento	DPTO. INGENIERIA ESTRUCTURAL Y MECANICA				
Profesor responsable	RAFAEL DIEZ ALMAGRO				
E-mail	rafael.diez@unican.es				
Número despacho	E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Planta: + 2. DESPACHO (2065)				
Otros profesores	GUILLERMO CAPELLAN MIGUEL JAVIER SANCHEZ HARO				

### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Conocimientos básicos de Matemáticas (Cálculo diferencial e integral y Álgebra matricial), y de Mecánica Clásica relativos a Cálculo vectorial, Geometría de masas y Estática, así como los conceptos fundamentales de Resistencia de Materiales.

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

<b>Competencias Genéricas</b>
Capacitación científico- técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas.
Capacidad para proyectar, inspeccionar y dirigir obras en su ámbito.
<b>Competencias Específicas</b>
Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.
<b>Competencias Básicas</b>
Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
<b>Competencias Transversales</b>
Capacidad de recurrir y aplicar el pensamiento lógico y crítico en su análisis de problemas y toma de decisiones.
Conocer y utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs).
Capacidad para desarrollar una motivación orientada al logro y automotivación.
Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar e internacional.
Capacidad de innovar, con iniciativa y espíritu emprendedor.
Capacidad de desarrollar un sentido creativo e integrarlo en su planteamiento de soluciones.

### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Comprende la realidad estructural y de los modelos y métodos de cálculo que la idealizan.
- Comprende la realidad de las cargas que actúan sobre una estructura y su correcta consideración en los modelos y programas estructurales.
- Comprende los métodos convencionales y matriciales de cálculo de estructuras, y su adaptación a los programas de cálculo.
- Conoce la tipología y comprende el comportamiento resistente de los tipos estructurales más comunes (estructuras articuladas y reticuladas planas) teniendo capacidad para su análisis.
- Analiza críticamente de los resultados de un cálculo y los utiliza prácticamente en el dimensionamiento de estructuras reales.
- Utiliza programas de cálculo de estructuras y conoce la teoría que los fundamenta. Asume los principios de incertidumbre y riesgo en el cálculo de estructuras.

### 4. OBJETIVOS

- Adquirir el conocimiento de la realidad estructural y su idealización mediante los modelos estructurales adecuados.
- Entender la realidad de las acciones que soporta una estructura y su adecuada consideración en el modelo correspondiente.
- Aprender a calcular una estructura por el método convencional de flexibilidad y su aplicación práctica al estudio de las celosías de cualquier tipo.
- Entender el concepto de inestabilidad de los elementos bajo cargas de compresión y aplicarlo en el diseño de las celosías.
- Aprender a calcular una estructura por el método convencional de rigidez y su aplicación práctica en el cálculo de vigas continuas y entramados de cualquier tipo.
- Aprender el concepto de línea de influencia a fin de aplicarlo en el estudio de las estructuras bajo la acción de cargas móviles, en particular en el cálculo de los puentes.
- Aprender la técnica general de cálculo matricial de estructuras mediante el método de la matriz de rigidez y su aplicación práctica a los tipos estructurales más usuales: celosías, entramados y emparrillados.
- Conocer las características de los programas comerciales de cálculo de estructuras y su utilización práctica en el cálculo de algunos ejemplos sencillos.

**5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES**

ACTIVIDADES	HORAS DE LA ASIGNATURA
<b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>	
HORAS DE CLASE (A)	
- Teoría (TE)	36
- Prácticas en Aula (PA)	18
- Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)	
- Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)	6
- Prácticas Clínicas (CL)	
Subtotal horas de clase	60
<b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>	
- Tutorías (TU)	4
- Evaluación (EV)	8
Subtotal actividades de seguimiento	12
<b>Total actividades presenciales (A+B)</b>	<b>72</b>
<b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>	
Trabajo en grupo (TG)	
Trabajo autónomo (TA)	78
Tutorías No Presenciales (TU-NP)	
Evaluación No Presencial (EV-NP)	
<b>Total actividades no presenciales</b>	<b>78</b>
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>150</b>

6. ORGANIZACIÓN DOCENTE													
CONTENIDOS		TE	PA	PLE	PLO	CL	TU	EV	TG	TA	TU- NP	EV- NP	Semana
1	<p>1. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS</p> <p>1.1. Conceptos de estructura y modelo estructural, y diferencias entre ambos. Tipos de elementos estructurales y su idealización para el cálculo. Modelos estructurales:</p> <p>estructuras compuestas por elementos 1-D, 2-D y 3-D.</p> <p>Características de las cargas y acciones reales, y su idealización. Tipos de solicitaciones. Relaciones utilizadas en el cálculo de estructuras: ecuaciones de equilibrio, compatibilidad y constitutivas. Métodos de análisis.</p> <p>Estructuras compuestas por elementos 1-D: hipótesis y simplificaciones.</p>	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	<p>2. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS POR EL MÉTODO DE EQUILIBRIO</p> <p>2.1. Estructuras compuestas por elementos 1-D. Conceptos de isostatismo e hiperestatismo. Incógnitas básicas del método. Concepto de matriz de equilibrio. Aplicación al cálculo de celosías planas isostáticas. Características de las celosías reales y su idealización. Cálculo de esfuerzos.</p> <p>2.2. Concepto de matriz cinemática: cálculo de movimientos.</p> <p>2.3. Método alternativo para el cálculo de movimientos: teorema de la fuerza unidad.</p> <p>2.4. Características de las acciones de tipo cinemático: acciones térmicas, asientos y defectos de montaje.</p> <p>2.5. Caso particular de celosías canónicas.</p>	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	8,00	0,00	0,00	2-3
3	<p>3. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS POR EL MÉTODO DE FLEXIBILIDAD</p> <p>3.1. Características e incógnitas básicas del método. Concepto de matriz de flexibilidad. Aplicación al cálculo de vigas continuas: teorema de los tres momentos.</p> <p>3.2. Aplicación al cálculo de celosías hiperestáticas. Determinación del grado de hiperestatismo. Cálculo de esfuerzos y movimientos.</p> <p>3.3. Acciones de tipo cinemático. Generalización del teorema de la fuerza unidad.</p>	4,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,50	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	4-5

<p>4</p> <p>4. ESTRUCTURAS GEOMÉTRICAMENTE NO LINEALES</p> <p>4.1. Introducción al estudio del fenómeno de pandeo. Características de los elementos esbeltos sometidos a esfuerzos axiales de compresión. Elementos ideales: hipótesis y simplificaciones.</p> <p>4.2. Carga crítica de Euler: concepto y cálculo. Concepto de longitud equivalente de pandeo. Esbeltez mecánica e hipérbola de Euler.</p> <p>4.3. Características de los elementos reales y su diferencia con la teoría de Euler: carga de pandeo.</p> <p>4.4. Aplicación práctica: cálculo a pandeo de las barras de una celosía de acuerdo con el Eurocódigo.</p>	5,00	2,50	0,00	0,50	0,00	0,50	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	6-7
<p>5</p> <p>5. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS POR EL MÉTODO DE RIGIDEZ</p> <p>5.1. Características e incógnitas básicas del método. Concepto de matriz de rigidez. Aplicación al análisis de entramados planos.</p> <p>5.2. Conceptos de intraslacionalidad y traslacionalidad. Cálculo directo de entramados intraslacionales mediante el método de la matriz de rigidez: obtención de movimientos y esfuerzos.</p> <p>5.3. Efecto de las acciones de tipo cinemático: asientos y acciones térmicas.</p> <p>5.4. Las vigas continuas como caso particular de los entramados intraslacionales.</p>	5,00	2,50	0,00	1,50	0,00	0,50	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	8-9
<p>6</p> <p>6. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE RIGIDEZ AL ANÁLISIS DE ENTRAMADOS TRASLACIONALES</p> <p>6.1. Entramados traslacionales: concepto de grado de traslacionalidad y determinación práctica.</p> <p>6.2. Cálculo indirecto de entramados traslacionales: obtención de esfuerzos y movimientos.</p> <p>6.3. Acciones de tipo cinemático: acciones térmicas y asientos.</p> <p>6.4. Método matricial directo de la matriz de rigidez: técnica de los grados de libertad.</p>	5,00	2,50	0,00	0,50	0,00	0,50	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	10-11

7	7. EFECTO DE LAS CARGAS MÓVILES EN EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS: LÍNEAS DE INFLUENCIA Y ENVOLVENTES. 7.1. Conceptos de línea de influencia y envolvente. 7.2. Teorema de Maxwell: aplicación al cálculo de líneas de influencia en estructuras isostáticas. 7.3. Cálculo de líneas de influencia en estructuras hiperestáticas. Caso particular de vigas continuas. 7.4. Envoltentes de solicitaciones pésimas debidas a trenes de carga y sobrecargas. 7.5. Aplicaciones prácticas en el dimensionamiento de estructuras: puentes, naves industriales, edificios, etc.	5,00	2,50	0,00	1,50	0,00	0,50	1,00	0,00	15,00	0,00	0,00	12-13
8	8. CÁLCULO MATRICIAL DE ESTRUCTURAS: MÉTODO MATRICIAL DE RIGIDEZ 8.1. Matrices de rigidez locales de elementos 1-D: celosías, entramados, emparrillados. 8.2. Matrices de rigidez locales de elementos 2-D: introducción al método de los elementos finitos. 8.3. Matrices de transformación y ensamblaje de la matriz de rigidez global de una estructura. Introducción de las condiciones de contorno. Apoyos concordantes y no concordantes. 8.4. Cálculo de movimientos y esfuerzos. 8.5. Características y utilización de los programas comerciales de computador basados en el método de la matriz de rigidez. Aplicaciones prácticas.	5,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	0,00	15,00	0,00	0,00	14-15
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>36,00</b>	<b>18,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4,00</b>	<b>8,00</b>	<b>0,00</b>	<b>78,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

Esta organización tiene carácter orientativo.

TE	Horas de teoría
PA	Horas de prácticas en aula
PLE	Horas de prácticas de laboratorio experimental
PLO	Horas de prácticas de laboratorio en ordenador
CL	Horas de prácticas clínicas
TU	Horas de tutoría
EV	Horas de evaluación
TG	Horas de trabajo en grupo
TA	Horas de trabajo autónomo
TU-NP	Tutorías No Presenciales
EV-NP	Evaluación No Presencial



## 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

Descripción	Tipología	Eval. Final	Recuper.	%
Evaluación 1	Examen escrito	No	Sí	30,00
Calif. mínima	4,00			
Duración	4 horas			
Fecha realización	Al concluir el bloque 5			
Condiciones recuperación	En el examen final ordinario			
Observaciones	El examen constará de 2-3 ejercicios prácticos o teórico-prácticos correspondientes a los bloques 1 a 5.			
Evaluación 2	Examen escrito	Sí	Sí	40,00
Calif. mínima	4,00			
Duración	5 horas			
Fecha realización	En la fecha correspondiente al examen final ordinario.			
Condiciones recuperación	En el examen extraordinario, en el que las condiciones de evaluación serán las mismas que las del examen ordinario.			
Observaciones	El examen constará de 3-4 ejercicios prácticos o teórico-prácticos correspondientes a los bloques 6 a 8.			
Prácticas individuales	Trabajo	No	No	20,00
Calif. mínima	0,00			
Duración				
Fecha realización	A lo largo del curso			
Condiciones recuperación				
Observaciones				
Prácticas de laboratorio	Evaluación en laboratorio	No	No	10,00
Calif. mínima	0,00			
Duración				
Fecha realización	A lo largo del curso			
Condiciones recuperación				
Observaciones				
<b>TOTAL</b>				<b>100,00</b>
Observaciones				

Para la presentación a cada uno de los exámenes es obligatoria la entrega por parte de los alumnos de las prácticas de ordenador y laboratorio que se establezcan al principio del curso.

En relación con los acuerdos adoptados en la sesión ordinaria de la Junta de Escuela celebrada el día 10 de Junio de 2010, se establece que, con respecto a las actividades de evaluación que tengan el carácter de recuperables,

- Como criterio general y salvo que en esta guía se especifique una cosa diferente, un alumno sólo podrá presentarse a la recuperación de aquellas actividades que no hay superado, es decir, en las que no haya obtenido una calificación mínima de cinco sobre diez.
- Como criterio general y salvo que en esta guía se especifique una cosa diferente, en el período de recuperación el procedimiento de evaluación de una actividad será el mismo que el de la actividad que la origina.

Nota: Según el real decreto RD 1125/2003 sobre el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, los resultados obtenidos por el alumno en cada una de las materias del plan de estudios se calificarán en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

0,0-4,9: Suspenso

(SS).

5,0-6,9:

Aprobado (AP).

7,0-8,9: Notable

(NT).

9,0-10:

Sobresaliente (SB).

Únicamente por causas debidamente justificadas (ej. restricciones sanitarias) las pruebas de evaluación podrán organizarse a distancia, previa autorización de la Dirección del Centro

#### Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial

Los estudiantes matriculados a tiempo parcial podrán examinarse de toda la asignatura en el examen final, con los mismos requisitos exigidos al resto de los estudiantes en dicho examen.

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

### BÁSICA

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS. José Ramón González de Cangas y Avelino Samartín Quiroga. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1999). ISBN-84-380-0155-6

CÁLCULO MATRICIAL DE ESTRUCTURAS. Avelino Samartín Quiroga y José Ramón González de Cangas. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (2001). ISBN-84-380-0179-3

### Complementaria

MATRIX METHODS OF STRUCTURAL ANALYSIS. R. K. Livesley. Ed Pergamon Press (1975). ISBN-0-08-018888-5

## 9. SOFTWARE

PROGRAMA / APLICACIÓN	CENTRO	PLANTA	SALA	HORARIO
ROBOT	E.T.S. Ingenieros de Caminos		B1	

#### 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita
- Comprensión oral
- Expresión escrita
- Expresión oral
- Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

**Observaciones**