



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000384 - Analisis Experimental De Estructuras

PLAN DE ESTUDIOS

04AG - Master Universitario En Ingenieria De Caminos, Canales Y Puertos

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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000384 - Analisis Experimental de Estructuras
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	04AG - Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Antonio Jose Madrid Ramos	Lab. Structures	antoniojose.madrid@upm.es	J - 10:30 - 13:30 V - 16:00 - 19:00
Carlos Zanuy Sanchez (Coordinador/a)	Lab. Structures	carlos.zanuy@upm.es	J - 11:00 - 14:00 V - 11:00 - 14:00
Ivan Muñoz Diaz	Lab. Structures	ivan.munoz@upm.es	X - 11:00 - 14:00 J - 11:00 - 14:00

Carlos Martin De La Concha Renedo	Lab. Structures	carlos.martindelaconcha@upm.es	M - 11:00 - 12:00 J - 11:00 - 12:00
Jose Manuel Soria Herrera	9th Floor	jm.soria@upm.es	M - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00
Gonzalo Sanz-Diez De Ulzurrun Casals	Lab. Structures	g.ulzurrun@upm.es	J - 11:00 - 14:00 V - 11:00 - 14:00

* 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

- Elasticidad Aplicada

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE38 - Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural.

CGP11 - Capacidad para el proyecto, ejecución e inspección de estructuras (puentes, edificaciones, etc.), de obras de cimentación y de obras subterráneas de uso civil (túneles, aparcamientos), y el diagnóstico sobre su integridad. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CT1 - Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.

CT3 - Capacidad de comunicación técnica oral y escrita en lengua inglesa. Desarrolla la competencia transversal

1ª de la normativa UPM.

CT8 - Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA85 - SO2 The student acquires the fundamentals of static and dynamic experimental techniques in structural engineering, and understands the structural implications of taken measurements.

RA84 - SO1 The student knows the fundamentals and applications of the most relevant transducers for instrumentation of structures.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

This course deals with the fundamentals and applications of experimental techniques in structural engineering. The course is divided into three parts: the first part is aimed at the study of sensors and equipment for instrumentation; the second part deals with the design of load tests in bridges and buildings; dynamic testing techniques are studied in the third part.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to instrumentation
 - 1.1. Definitions
 - 1.2. Transducers. Types of transducers
 - 1.3. Characteristics of transducers
2. Signal conditioning
 - 2.1. Basics of Electrotechnics. Background
 - 2.2. Electric circuits in signal conditioning
 - 2.3. Signal amplification
3. Strain measurement
 - 3.1. Working principle of strain gages
 - 3.2. Configuration of strain gages

- 3.3. Characteristics of strain gages
- 3.4. Conditioning circuits for strain gages
- 4. Load measurement
 - 4.1. Load cells
 - 4.2. Equipment for load application
- 5. Displacement measurement
 - 5.1. Potentiometers
 - 5.2. Inductive transducers. LVDT
 - 5.3. Rotation measurement
- 6. Acceleration measurement
 - 6.1. Dynamic measurements
 - 6.2. Accelerometers. Definition and types
- 7. Load tests in bridges
 - 7.1. Fundamentals and methodology
 - 7.2. Codes and standards
- 8. Load tests in buildings
 - 8.1. Fundamentals and methodology
 - 8.2. Codes and standards
- 9. Frequency domain analysis
 - 9.1. Fourier analysis
 - 9.2. Single-degree-of-freedom systems
 - 9.3. Multiple degree-of-freedom systems
 - 9.4. Analysis of discrete signals
- 10. Equipment for dynamic analysis
 - 10.1. Key characteristics of equipment for dynamic measurements
 - 10.2. Types of excitation
 - 10.3. Transducers
 - 10.4. Data acquisition systems
- 11. In-service condition monitoring

11.1. Analysis of measurements taken under in-service conditions

11.2. In-service monitoring

12. Modal analysis

12.1. Theoretical analysis vs. Experimental analysis

12.2. Estimation of frequency response functions

12.3. Estimation of modal parameters

12.4. Operational modal analysis

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Unit 1 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Unit 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Unit 2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Unit 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Unit 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Unit 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Units 3-4 Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Units 1-3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00
5	Unit 5 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Units 4-5 Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Units 1-3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00
6	Unit 6 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Units 4-5 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00

7	<p>Unit 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 7 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Unit 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 8 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>
9	<p>Unit 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 9 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>Unit 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 9 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Unit 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 10 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Unit 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 10 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Unit 11 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 11 Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Units 10-11 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>
14	<p>Unit 12 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 12 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Unit 12 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial</p>

				Duración: 03:00
15	<p>Unit 12 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Unit 12 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>
16	<p>Units 9-12 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Unit 12 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
17	<p>Oral presentations Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Final exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00</p> <p>Final exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00</p>

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
4	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11
5	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11
6	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11
8	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11
13	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11
14	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11

15	Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The assignments will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	5.7%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11
17	Final exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60.1%	3.5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Final exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Final exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE38 CT1 CT3 CT8 CGP11

7.2. Criterios de evaluación

Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Students' work 40%

Description: Resolution and submission of assigned tasks (exercises and case-studies) along the course. Necessary material for the tasks will be available at the Moodle platform and from the laboratory classes. The assignments will mainly consist of practical exercises based on the lectures and laboratory classes.

Evaluation criteria: The assignments will be ranked from 0 to 10 as a weighted average from the results of the exercises and case-studies. Weight values will be according to the difficulty and work required by the exercises.

Place and period: The submission system will be through the Moodle platform. The exercises and case-studies shall be completed according to the schedule and conditions announced during the course. The required knowledge will be explained in the lectures and laboratory classes.

EM2. Final exam 60%

Description: The final exam will consist of two parts, with duration of 1-1.5 hours each. The first part will consist of applied theory. The second part will include two practical exercises.

Evaluation criteria: The final exam will be ranked from 0 to 10. The weight of each part can be around 40-60%.

Place and period: To be determined by the Head of Studies

Result of the evaluation through "continuous assessment"

The final score will be the weighted average of the results obtained in EM1 and EM2 according to the indicated weights. It is required at least 3.5 points at each part to pass the subject by continuous assessment.

The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5.

Students with a score less than 5 will not pass the subject and will have another opportunity in the second examination period (extraordinary).

Evaluation through "final exam only"

Description: The exam will be the same final exam done by the students under the evaluation through "continuous assessment" (EM2).

Evaluation criteria: The same as the one indicated above for the final exam EM2, thereby resulting in a score from 0 to 10.

Place and period: To be determined by the Head of Studies.

Result of the evaluation through "final exam only"

The final score will be the one obtained in the final exam.

The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5.

Students with a score less than 5 will not pass the subject and will have another opportunity in the second examination period (extraordinary).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle platform	Recursos web	Lectures' presentations; Assignments for students; Recommended references.
Instrumentación aplicada a la ingeniería	Bibliografía	Fraile Mora J., García Gutiérrez P., Fraile Ardanuy J. (2012). Instrumentación aplicada a la ingeniería. Editorial Garceta, Madrid.
Modal Testing: theory, practice and Application	Bibliografía	Ewins D. J. (2000). Modal Testing: theory, practice and Application. Editorial Research Studies Press, Baldock, Hertfordshire, Reino Unido
Análisis experimental de estructuras	Bibliografía	Blanco, Díaz E., Oller Martínez, S. y Gil Espert, L. (2008). Análisis experimental de estructuras. Editorial: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, España
Laboratory of Structures	Equipamiento	Equipment and materials for laboratory classes
Library of the School	Equipamiento	Handbooks and technical literature