



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000138 - Analisis Y Diseño De Pavimentos**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AH - Master Universitario En Sistemas De Ingenieria Civil

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo 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.....	12
8. Recursos didácticos.....	20
9. Otra información.....	22

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000138 - Analisis y Diseño de Pavimentos
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jose Ramon Marcobal Barranco	Planta 3ª	jose.marcobal@upm.es	L - 08:30 - 14:30
Miguel Angel Del Val Melus (Coordinador/a)	Planta 3ª	miguel.delval@upm.es	L - 08:30 - 14:30
Federico Gulisano	Lab. Caminos	federico.gulisano@upm.es	L - 08:30 - 14:30

\* 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

- Tecnología De Carreteras Y Aeropuertos

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Materiales de construcción
- Ingeniería de Carreteras (proyecto y construcción)
- Inglés (nivel B2 o superior)
- Geotecnia / Mecánica del Suelo

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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

CE-A1 - Capacitación científico-técnica y metodológica suficiente para el proyecto, análisis, planificación, explotación y mantenimiento de obras civiles con capacidad técnica equivalente a la de aplicar y valorar críticamente normativa de proyecto, y capacidad gestora adquirida mediante disciplinas transversales que se impartirían integradas en enseñanzas técnicas.

CE-A2 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones de ingeniería civil

CE-A4 - Capacidad para la construcción y conservación de sistemas de ingeniería civil

CE-A6 - Conocimiento del marco de regulación de los sistemas de ingeniería civil

CE-A7 - Conocimiento y capacidad para idear soluciones innovadoras en sistemas de ingeniería civil

CE-A8 - Capacidad para idear procedimientos innovadores y sostenibles de explotación y gestión de sistemas de ingeniería civil

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA107 - Ser capaz de identificar los problemas a resolver en materia de pavimentos, plantear y diseñar soluciones para resolverlos, y dimensionar y calcular los parámetros de diseño en cada uno de los casos.

RA109 - Hacer una presentación oral de sus conocimientos aplicados, mediante la resolución de casos prácticos.

RA106 - Conocer los principios tecnológicos y los fundamentos científicos del análisis y diseño de pavimentos.

RA108 - Realizar una presentación gráfica y matemática de los problemas y soluciones ligados al análisis y diseño de pavimentos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura es un curso avanzado de Ingeniería de Pavimentos, diseñado para los que ya han cursado en el primer semestre del Máster la materia "Tecnología de carreteras y aeropuertos". Está estructurada en seis partes o capítulos:

Capítulo I: Principios del diseño de pavimentos (temas 1 y 2)

Capítulo II: Estudio y caracterización de los factores básicos del diseño (temas 3 a 7)

Capítulo III: Modelos de comportamiento. Programas de cálculo (temas 8 y 9)

Capítulo IV: Modelos de fallo (temas 10 a 12)

Capítulo V: Análisis del comportamiento de los pavimentos y seguimiento de pavimentos en servicio (temas 13 a

15)

Capítulo VI: Métodos empíricos de diseño (temas 16 a 18)

Capítulo VII: Introducción a la gestión de pavimentos (temas 19 a 21)

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Principios generales del diseño de pavimentos. Vida útil de los pavimentos.
2. Selección previa del tipo de pavimento: pavimentos flexibles frente a pavimentos de hormigón
3. Estudios de tráfico. Espectros de carga. Caracterización de las cargas. Interacción rueda-pavimento.
4. El cimientado. Formación de explanadas (mediante suelos naturales y mediante estabilizaciones in situ). Caracterización y modelización del cimientado.
5. Comportamiento de los materiales y su caracterización. Materiales granulares, materiales tratados con cemento y materiales bituminosos. Comportamientos lineales y no lineales. Elasticidad y viscoelasticidad.
6. Factores climáticos y ambientales. El efecto de la variación de las temperaturas. El efecto de la helada.
7. Fiabilidad del diseño. Influencia del control de calidad de la ejecución.
8. Modelos matemáticos. Teoría de los sistemas elásticos multicapa. Teoría de la viscoelasticidad.
9. Programas computacionales para el diseño y análisis de pavimentos.
10. Fallo debido a la fatiga.
11. Fallo debido a deformaciones acumuladas.
12. Otros criterios de fallo.
13. Análisis del comportamiento de los pavimentos y seguimiento de pavimentos en servicio. Planteamiento general.
14. Tramos de ensayo y pistas de ensayo
15. Comportamiento de pavimentos a largo plazo.
16. Características generales, ventajas y desventajas de los métodos empíricos de diseño.
17. El método AASHTO de diseño de pavimentos.
18. MEPDG (Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide).

19. Principios de la gestión de pavimentos.

20. Evaluación de pavimentos existentes. Inspección de deterioros y auscultación deflectométrica

21. Análisis económico de soluciones y optimización de costes.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Temas 1 y 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
2	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (ejercicios y problemas en clase)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial</p>



3				<p>Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p>
4	<p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
5	<p><b>Temas 6 y 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
6	<p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas</p>

				<p>Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (ejercicios y problemas en clase)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
7	<p><b>Temas 9 y 10</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p>
8	<p><b>Temas 11 y 12</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
	<p><b>Temas 13 y 14</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>

9				<p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p>
10	<p><b>Temas 15 y 16</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (ejercicios y problemas en clase)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
11	<p><b>Tema 17</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>

12	<p><b>Temas 17</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
13	<p><b>Tema 18</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p>
14	<p><b>Temas 19 y 20</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>

15	<p><b>Temas 20 y 21</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase práctica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
16				<p><b>PE4. Examen final. Tiene dos partes: a) Prueba objetiva (15 min y 40 % del peso del examen); b) ejercicio práctico (45 min y 60 % del peso del examen).</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Consta de tres partes: a) Prueba objetiva (15 min y 20 % del peso); b) dos ejercicios prácticos (90 min y 40 % del peso); c) cinco temas teórico-prácticos (90 min y 40 % del peso).</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:15</p>
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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
1	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
2	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
2	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
2	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (ejercicios y problemas en clase)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8
3	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	

3	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
3	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	04:00	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8
4	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
4	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
5	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
5	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
6	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
6	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
6	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (ejercicios y problemas en clase)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8

7	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
7	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
7	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	04:00	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8
8	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
8	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
9	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
9	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
9	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	04:00	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8



10	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
10	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
10	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (ejercicios y problemas en clase)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8
11	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
11	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
12	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
12	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
13	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	

13	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
13	PE3. Resolución de ejercicios y problemas (fuera de clase)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	04:00	5%	3.5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8
14	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
14	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.66%	5 / 10	
15	PE1. Asistencia continuada. Se calificará con 0 si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos al 85 % de las clases. Si no se ha asistido (por la razón que sea) al menos 75 % de las clases no será posible superar la "evaluación continua".	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	7.5 / 10	
15	PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	.76%	0 / 10	
16	PE4. Examen final. Tiene dos partes: a) Prueba objetiva (15 min y 40 % del peso del examen); b) ejercicio práctico (45 min y 60 % del peso del examen).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	3 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Consta de tres partes: a) Prueba objetiva (15 min y 20 % del peso); b) dos ejercicios prácticos (90 min y 40 % del peso); c) cinco temas teórico-prácticos (90 min y 40 % del peso).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:15	100%	5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Consta de tres partes: a) Prueba objetiva (15 min y 20 % del peso); b) dos ejercicios prácticos (90 min y 40 % del peso); c) cinco temas teórico-prácticos (90 min y 40 % del peso).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:15	100%	5 / 10	CB7 CE-A1 CE-A2 CE-A4 CE-A6 CE-A7 CE-A8

## 7.2. Criterios de evaluación

### Mediante "evaluación continua progresiva"

#### **PE1. Asistencia continuada a las clases teóricas y prácticas (Peso: 10 %)**

Descripción: La asistencia continuada a las clases y con puntualidad es obligatoria e inexcusable para la evaluación continua progresiva. Esta exigencia se mantendrá aun en el caso en el de que las autoridades académicas hubieran establecido de manera permanente o transitoria la no presencialidad de la actividad docente o se hubiese permitido esta modalidad a una parte de los alumnos.

Criterios de calificación: Este componente de la calificación será proporcional a las clases a las que se haya asistido. Si no se ha asistido (por la razón que sea, justificada o no) al menos al setenta por ciento (70 %) de las clases no será posible superar la asignatura mediante evaluación continua progresiva y la evaluación será llevada a cabo mediante evaluación global.

Momento y lugar: La asistencia se controlará de manera directa en cada clase.

#### **PE2. Participación activa tanto en las clases teóricas como en las prácticas (Peso: 10 %)**

Descripción: Las clases, incluso las teóricas, no deben ser concebidas por el alumno como una actividad en la que recibe pasivamente unos conocimientos, sino que debe ser su dinamizador mediante sus intervenciones planteando dudas o haciendo sus propias aportaciones. Esta exigencia se mantendrá aun en el caso en el de que las autoridades académicas hubieran establecido de manera permanente o transitoria la no presencialidad de la actividad docente o se hubiese permitido esta modalidad a una parte de los alumnos

Criterios de calificación: Los profesores valorarán según su propio criterio la participación de cada alumno en función de la calidad y de la cantidad de sus intervenciones en el conjunto del curso.

Momento y lugar: Los profesores valorarán en las clases la participación de cada alumno.

### **PE3. Resolución de ejercicios y problemas (Peso: 45 %)**

**Descripción:** Consiste en ejercicios y casos prácticos (un número indefinido a lo largo del semestre). Algunos serán llevados a cabo en clase (sin aviso previo), mientras que otros serán analizados y resueltos fuera de las horas de clase. Estos ejercicios podrán ser individuales o en grupo (en este último caso, dichos grupos serán establecidos por los profesores). Los ejercicios se plantearán para ser resueltos en el mismo momento en el aula o telemáticamente en un plazo que se determinará en cada caso; serán obligadamente telemáticos en el caso de que las autoridades académicas hubieran establecido de manera permanente o transitoria la no presencialidad de la actividad docente o se hubiese permitido esta modalidad a una parte de los alumnos

**Criterios de calificación:** Cada ejercicio o caso práctico se valorará de 0 a 10. La calificación de PE3 será la media aritmética de los ejercicios y casos propuestos, independientemente de su tipo. A estos efectos un ejercicio o caso no realizado se calificará con 0 (calificación que recibiría también el estudiante que, por las causas que fuesen, no hubiese participado en un caso a resolver en grupo). Se requiere que en no más de cuatro (4) ejercicios o casos la calificación sea inferior a 3,5; si no fuese así, la calificación global de PE3 sería 0.

**Momento y lugar:** Los ejercicios y casos prácticos serán propuestos de manera regular a lo largo del semestre y los estudiantes contará con el tiempo estrictamente suficiente para su resolución.

### **PE4. Examen final ordinario y examen final extraordinario (Peso: 35 %)**

**Descripción:** Consiste en una prueba constituida por dos partes: a) Prueba objetiva: Veinticinco (25) preguntas, cada una de ellas con tres o cuatro (3 o 4) opciones de respuesta y un tiempo total disponible entre 15 y 30 minutos (se detallará en la convocatoria del examen); b) ejercicio práctico para el que se dispondrá de un tiempo entre 45 y 60 minutos (se detallará en la convocatoria del examen).

El examen final será presencial. Sin embargo, en el caso de que las autoridades académicas hubieran establecido la modalidad telemática para las pruebas finales de evaluación, se comunicaría con suficiente antelación la herramienta que habría de emplearse y el modo de realizar la conexión, todo lo cual sería asimismo detallado en la convocatoria del examen. La estructura de este sería en todo caso la señalada en el párrafo anterior; sin embargo, el tiempo indicado se variaría a fin de adaptarlo a las limitaciones derivadas de la herramienta utilizada.

**Criterios de calificación:** La prueba se valorará con una calificación de 0 a 10. La prueba objetiva supondrá el 40 % de la calificación del examen, mientras que el ejercicio práctico supondrá el 60 % de la calificación del examen. En la convocatoria ordinaria la no realización del este examen supondrá que en las actas figure ?NO PRESENTADO?; su obtención en él de una calificación inferior a 3,0 supondrá en cualquier caso la calificación de ?SUSPENSO? en esta convocatoria y la necesidad de acudir a la convocatoria extraordinaria. En la convocatoria extraordinaria la no realización del examen supondrá que en las actas figure ?NO PRESENTADO?

**Momento y lugar:** Los determina la Comisión Académica del Máster.

**Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua progresiva:** se considerará superada la materia cuando la calificación obtenida de combinar PE1, PE2, PE3 y PE4, con sus correspondientes ponderaciones, sea igual o superior a 5,0.

## **Mediante "evaluación global" (en la convocatoria ordinaria y en la convocatoria extraordinaria)**

Descripción: Consiste en una prueba constituida por tres partes: a) Prueba objetiva: Veinticinco (25) preguntas, cada una de ellas con tres (3) opciones de respuesta y un tiempo total disponible de 15 minutos; b) dos ejercicios prácticos para los que se dispondrá de un tiempo total de 90 minutos; c) desarrollo de cinco temas teórico-prácticos para los que en total se dispondrá de un tiempo de 90 minutos. El examen de la evaluación global será presencial. Sin embargo, en el caso de que las autoridades académicas hubieran establecido la modalidad telemática para las pruebas finales de evaluación, se comunicaría con suficiente antelación la herramienta que habría de emplearse y el modo de realizar la conexión, todo lo cual sería asimismo detallado en la convocatoria del examen. La estructura de este sería en todo caso la señalada en el párrafo anterior; sin embargo, el tiempo indicado se variaría a fin de adaptarlo a las limitaciones derivadas de la herramienta utilizada.

Criterios de calificación: El examen se valorará con una calificación global de 0 a 10. Se supera si la calificación es igual o superior a 5,0. La prueba objetiva supondrá el 20 % de la calificación del examen, mientras que tanto los ejercicios prácticos como los temas teórico-prácticos supondrán el 40 % de la calificación del examen.

Momento y lugar: Los determina la Comisión Académica del Máster.

**Calificación final de la asignatura mediante "evaluación global"**: Será directamente la calificación obtenida en el examen de la evaluación global, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. En ningún caso se computarán resultados que se hubieran podido obtener en pruebas de evaluación anteriores (del mismo curso ni de cursos precedentes). Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o mayor que 5,0.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle de la asignatura	Recursos web	
Herramientas corporativas de la UPM	Recursos web	Microsoft Teams, Zoom y cualquiera otra que pudiera ser impuesta o recomendada por las autoridades académicas.
Software	Otros	Herramientas computacionales para el análisis y diseño de pavimentos
Bibliografía básica (1)	Bibliografía	AASHTO (1986-1993): Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
Bibliografía básica (2)	Bibliografía	CRONEY, D., CRONEY, P. (1998): Design and Performance of Road Pavements, 3ª edición, 508 pág., McGraw-Hill, New York.
Bibliografía básica (3)	Bibliografía	EUROPEAN COMMISSION (1999): COST 333 Development of New Bituminous Pavement Design Method, 375 pág., Luxembourg.
Bibliografía básica (4)	Bibliografía	HUANG, Y.H. (2012): Pavement Analysis and Design, 2ª edición, 775 pág., Pearson, Upper Saddle River, NJ (USA)
Bibliografía básica (5)	Bibliografía	KRAEMER, C. et al. (2004): Ingeniería de Carreteras, volumen 2, 555 pág., McGraw-Hill, Madrid.
Bibliografía complementaria (1)	Bibliografía	EUROPEAN COMMISSION (2008): NR2C New Road Construction Concepts, 248 pág., FEHRL ( <a href="http://www.fehrl.org/nr2c">http://www.fehrl.org/nr2c</a> ).

Bibliografía complementaria (2)	Bibliografía	HALLIN, J.P. et al. (2011): Guide for Pavement-Type Selection, NCHRP Report 703, 70 pág., Transportation Research Board, Washington, D.C.
Bibliografía complementaria (3)	Bibliografía	PAPAGIANNAKIS, A.T., MASAD, E.A. (2008): Pavement Design and Materials, 542 pág., John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
Bibliografía complementaria (4)	Bibliografía	THOM, N. (2008): Principles of pavement engineering, 469 pág., Thomas Telford, Londres
Bibliografía complementaria (5)	Bibliografía	TIMM, D.H. et al. (2010): Guidance for M-E Pavement Design Implementation, 91 pág., Harbert Engineering Center, Auburn (Alabama).
Bibliografía complementaria (6)	Bibliografía	YANG, N.C. (1972): Design of functional pavements, 467 pág., McGraw-Hill, New York.
Bibliografía complementaria (7)	Bibliografía	YODER, E.J., WITCZAK, M.W. (1975): Principles of Pavement Design, 2ª edición, John Wiley & Sons, New York y Toronto. 
Biblioteca del Laboratorio de Caminos	Equipamiento	Recursos varios centrados en la Ingeniería de Pavimentos

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Objetivos de desarrollo sostenible

En la asignatura se está trabajando en pos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por Naciones Unidas. En concreto se relaciona con los objetivos ODS9 y ODS13.

#### Tutorías

Presencialmente, en las horas y lugares indicados, para facilitar al estudiante la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo. Cuando la actividad docente haya pasado a ser no presencial, la comunicación se establecerá mediante la herramienta que se determine.

En cualquier situación, las consultas se podrán hacer a través del correo electrónico de la UPM, cuyo uso se aconseja también para establecer las citas con carácter previo, vayan estas a desarrollarse presencial o telemáticamente.