

Tecnología de Carreteras y Aeropuertos

1. Datos generales

Máster MUSIC	Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
	4148	4,5			ES
	Nombre en inglés				
	Materia	Especialización en Transporte y Territorio			
	Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales				

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan Gallego Medina	Pte.		X (16:30-17:30) V (16:30-17:30)	Laborat. Caminos	juan.gallego@upm.es
José Ramón Marcobal	Secr.		X (10:30-13:30) J (11:30-14:30)	Planta 1	jose.marcobal@upm.es

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Materias de construcción de carreteras.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Inglés

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
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.
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.

Código	Competencia
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

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Dimensiona y proyecta los elementos que componen las dotaciones viarias básicas (en particular los firmes y pavimentos de carreteras y aeropuertos)	CB10, CE-A1, CE-A2, CE-A4, CE-A6, CE-A7, CE-A8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	SI	Describe los distintos tipos de firmes y explica en cada caso los fundamentos de su comportamiento estructural	RA1
IL2	SI	Prescribe los ensayos necesarios a los áridos y ligantes, e interpreta los resultados	RA1
IL3	SI	Diseña un material estabilizado o tratado o una zorra y los caracteriza estructuralmente	RA1
IL4	SI	Proyecta una mezcla bituminosa en función de las características del tráfico, el clima y la capa a qué se destina, la caracteriza estructuralmente	RA1
IL5	SI	Proyecta un firme de nueva construcción por métodos empíricos y analíticos	RA1
IL6	SI	Prescribe e interpreta las campañas de auscultación de los firmes	RA1

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL7	SI	Reconoce los deterioros en el firme y prescribe las técnicas de conservación ordinaria más adecuadas	RA1
IL8	SI	Proyecta la rehabilitación de un firme por métodos empíricos y analíticos.	RA1
IL9	SI	Diseña las superficies aeroportuarias	RA1
IL10	SI	Reconoce los deterioros en firmes aeroportuarios y prescribe las técnicas de conservación ordinaria más adecuadas	RA1
IL11	SI	Proyecta la rehabilitación de un firme aeroportuario por métodos analíticos.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que deben superarse de forma individual para aprobar de la asignaturas.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán Peso

7.1. Mediante “evaluación continua”

PE1. Resolución individual/autónoma de ejercicios y problemas **10%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase o fuera de las horas de clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso en la asignatura, independientemente de los que el alumno haya realizado realmente.

Momento y lugar: Los alumnos realizará los ejercicios de modo individual.

PE2. Realización individual asistida de prácticas de laboratorio y talleres de oficina técnica, y exposiciones orales al grupo: **10%**

Descripción: A lo largo del curso se realizarán tres prácticas de laboratorio: Idoneidad de una zahorra coma material para capa de base de un firme, Adecuación de áridos y ligantes como materiales para fabricar una mezcla bituminosa, y Adecuación de una mezcla bituminosa como capa de un firmes asfáltico. Asimismo se sucederán una serie de talleres en los que colectivamente se desarrollarán trabajos propios de oficina técnica, aunque se evaluarán individualmente

Criterios de calificación: Cada práctica de laboratorio y cada taller se valorará de 0 a 10, siendo la calificación la media aritmética de los resultados obtenidos en el total de laboratorios y talleres, independientemente del número al que haya asistido el alumno.

Momento y lugar: Las prácticas se llevarán a cabo en el Laboratorio de Caminos de la Escuela y con la suficiente antelación se fijarán el momento y la forma de realizarlas; los talleres se realizarán en clase a lo largo de la asignatura.

PE3. Control intermedio **35% ó 0%**

Descripción: Consiste en una prueba formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados en el bloque temático “Materiales para Firmes”. La duración será de 2 horas.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE4. Trabajo de fin de curso **10%**

Descripción: Consiste en un trabajo propuesto por el profesor para su realización en grupo. Se puntuará de 0 a 10.

Criterios de calificación: se valorarán tanto aspecto formales como de contenido

Momento: se realizará a lo largo del curso y se entregará al final de la asignatura

PE5. Examen final ordinario**35% ó 70%**

Descripción: Constará de dos partes. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico correspondientes a los temas relativos al control intermedio (bloque temático de Materiales para Firmes). No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 5 en el control intermedio.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos en régimen de evaluación continua, está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura del bloque temático Proyecto y Conservación y del bloque temático de aeropuertos.

La duración de cada parte será de 2 horas. Los alumnos que no superen la asignatura tras el examen ordinario deberán acudir al examen extraordinario, cuyo formato es similar al del ordinario.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 70% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 35%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Concretamente:

- Los alumnos que hayan aprobado el control intermedio tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (10%), PE2 (10%), PE3 (35%), PE4 (10%) y PE5 (35%).
- Los alumnos que no hayan aprobado el control intermedio, y que por tanto deben presentarse al examen final completo, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (10%), PE2 (10%) PE4 (10%) y PE5 (70%).

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,5 puntos (sobre 10) en la nota del examen (PE5) y una calificación final igual o superior a 5.

Si el alumno no superase la asignatura tras el final ordinario deberá acudir al extraordinario (PE6). La nueva calificación final se obtiene ponderando la calificación de cada prueba de evaluación por su correspondiente peso tal como se indica a continuación; PE1 (10%), PE2 (10%), PE4 (10%) y PE6 (70%). Para superar la asignatura se debe obtener una calificación media mínima de 3,5 puntos (sobre 10) en la nota del examen (PE6) y una calificación final igual o superior a 5.

No obstante, para los alumnos de evaluación continua, la calificación final de la asignatura no será inferior a la que resultase de aplicar los criterios de la evaluación mediante "sólo prueba final" que se indican a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no respondan a la parte voluntaria del examen final ordinario, se considerará su nota de la prueba intermedia, promediada con la parte obligatoria, para obtener la calificación mediante el sistema de "sólo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Tanto el examen final ordinario como el extraordinario consistirán en el mismo esquema que se ha indicado para el examen final de los alumnos de evaluación continua. El examen final ordinario coincide con el examen final de evaluación continua.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
BLOQUE I: MATERIALES PARA FIRMES	
Tema 1. Firmes: funciones y tipologías	IL1
1.1. Materiales para firmes	
1.2. Tipologías de firmes	
1.3. Fundamentos del comportamiento estructural de los firmes	
1.4. Importancia de las características funcionales	
Tema 2. Áridos	IL2
2.1. Los áridos en las capas del firme	
2.2. Áridos naturales	
2.3. Áridos artificiales	
2.4. Propiedades de los áridos	
2.5. Ensayos de laboratorio para áridos	
Tema 3. Capas granulares	IL3
3.1. Granulometría y propiedades de los materiales	
3.2. Puesta en obra de las capas granulares	
3.3. Características mecánicas de los materiales granulares	
3.4. Control de calidad de las capas granulares	
Tema 4. Materiales tratados con cemento: suelocemento y gravacemento	IL3
4.1. Materiales idóneos para ser tratados con cemento	
4.2. Formulación y características mecánicas	
4.3. Fabricación y puesta en obra	
4.4. Control de calidad de los materiales tratados con cemento	
Tema 5. Materiales para la formación de explanadas	IL3
5.1. Suelos naturales. Tipos y caracterización mecánica	
5.2. Suelos estabilizados. Tipos y caracterización mecánica	
5.3. Ejecución in situ	
5.4. Control de calidad	
	IL2
Tema 6. Ligantes bituminosos	
6.1. Obtención y fabricación de los ligantes bituminosos	
6.2. Propiedades y ensayos de los betunes	
6.3. Propiedades y ensayos de las emulsiones bituminosas	
6.4. Especificaciones técnicas de betunes y emulsiones bituminosas	
Tema 7. Tratamientos superficiales con riego y con lechadas bituminosas	IL7
7.1 Tipos de tratamiento superficial con riego	
7.2. Riegos de imprimación, adherencia y curado	
7.3. Riegos con gravilla	
7.4. Puesta en obra de los tratamientos superficiales con riego	
7.5. Tipos de lechadas bituminosas	
7.6. Puesta en obra de las lechadas bituminosas	
7.7. Control de calidad de los tratamientos superficiales	
Tema 8. Mezclas bituminosas en caliente	IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
8.1. Componentes de una mezcla bituminosa en caliente 8.2. Tipos de mezclas bituminosas en caliente 8.3. Propiedades de las mezclas bituminosas en caliente 8.4. Diseño de las mezclas bituminosas en caliente 8.5. Fabricación y puesta en obra 8.6. Control de calidad	
9. Firmes de hormigón	IL5
9.1. Tipología de firmes de hormigón 9.2. Hormigón: formulación, fabricación y puesta en obra 9.3. Armadura metálica y pasadores 9.4. Las juntas: tipología y soluciones 9.5. Control de calidad	
BLOQUE II: PROYECTO Y CONSERVACIÓN DE FIRMES	
10. Métodos empíricos de dimensionamiento de firmes asfálticos	IL5
10.1. Proyecto de firmes 10.2. Métodos de dimensionamiento empírico 10.3. Norma 6.1-IC de secciones de firmes del Ministerio de Fomento 10.4. Otros métodos y catálogos empíricos	
11. Métodos analíticos de dimensionamiento de firmes	IL5
11.1. Fundamentos de los métodos analíticos 11.2. Concepto de eje tipo o equivalente 11.3. Respuesta del firme a la aplicación de una carga 11.4. Fatiga de los materiales por la aplicación reiterada de cargas 11.5. Relación entre el eje equivalente y el tráfico real de carretera	
12. Características superficiales de los firmes	IL6
12.1. Textura superficial de los firmes 12.2. Resistencia al deslizamiento 12.3. Regularidad superficial 12.4. Auscultación de las características superficiales	
13. Deterioros superficiales de los firmes	IL7
13.1. Tipología de los deterioros superficiales de los firmes 13.2. Técnicas de renovación superficial	
14. Deterioro estructural de los firmes	IL6, IL8
14.1. Tipología de los deterioros estructurales de los firmes 14.2. Auscultación estructural: medida de la deflexiones 14.3. Técnicas de rehabilitación estructural de puntos singulares 14.4. Proyecto de rehabilitación estructural de tramos de carreteras	
15. Gestión de la conservación de firmes y pavimentos.	IL7, IL8
15.1. Sistemas de gestión de la conservación 15.2. Inspección visual y auscultación de los firmes 15.3. Inventario del estado de la red 15.4. Modelos de evolución del deterioro 15.5. Estrategias para la conservación de la red	
BLOQUE III: FIRMES AEROPORTUARIOS	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
16. Superficies aeroportuarias y las aeronaves	
16.1. Plataformas	
16.2. Calles de rodadura	
16.3. Pistas de despegue aterrizaje	IL7, IL8
16.4. Áreas de seguridad	
16.5 Características de las aeronaves	
<hr/>	
17. Proyecto de firmes aeroportuarios de nueva construcción.	
17.1. Firmes asfálticos	
17.2. Firmes de hormigón	
17.3. Servicios y ayudas instalados en el pavimento	
17.4. Proyecto del firme para pequeños aeródromos	
<hr/>	
18. Conservación y explotación de firmes aeroportuarios	
18.1. El sistema ACN/PCN	
18.2. Proyecto de rehabilitación estructural de firmes asfálticos	
18.3. Proyecto de rehabilitación de firmes de hormigón	
18.4. Gestión de la conservación de superficies y firmes aeroportuarios.	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiriera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional.

Prácticas de laboratorio y talleres de oficina técnica:

El profesor presentará un caso práctico de estudio de materiales, y la documentación a emplear en su resolución. A continuación el alumno asistirá a los ensayos de laboratorio necesarios para la resolución del caso práctico. Por último, y con los datos facilitados, el alumno completará un documento impreso, que entregará al profesor para su posterior calificación.

En los talleres de oficina técnica se desarrollarán, colectivamente, casos prácticos o “tareas tipo” propias de la ingeniería de Firmes y Pavimentos.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios que se propongan

Trabajos en grupo:

Los alumnos realizarán en grupos un trabajo de fin de curso.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

KRAEMER, C. et al. (2003); *Ingeniería de Carreteras, volumen II*, McGraw-Hill, Madrid
CUDÓS, V. (2000) El área terminal de los aeropuertos. Serie Monografías. Ministerio de Fomento.

Bibliografía complementaria:

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Ministerio de Fomento. Edición 1975 y actualizaciones posteriores.
Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003). Ministerio de Fomento
Norma 6.3-IC. Rehabilitación de firmes (Orden FOM 3459/2003) Ministerio de Fomento
Aeródromos. (1999 y actualizaciones) Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Icao.
Advisory Circular nº. 150/5320-6E (2009). Airport Pavement Design and Evaluation. Federal Aviation Administration.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).
A través del área virtual se facilitará al alumno documentación adicional sobre la materia impartida
Página Web con contenido específico de la asignatura:
<http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/ict/lcweb/inicio.html>

Equipamiento específico:

Laboratorio de Caminos y Aeropuertos. Biblioteca del Laboratorio.

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten y dependiendo del calendario anual y sus fiestas)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio y talleres de oficina técnica	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras activida- des	Horas
1	Tema 1, Tema 2 3 h			3 h			6 h
2	Tema 3, Tema 4 3 h			3 h			6 h
3	Tema 4, Tema 5 1 h			2 h 30 min			3 h 30 min
4	Tema 6, Tema 7 1 h	1 h	Práctica de laboratorio 1 h	2 h			5 h
5	Tema 7, Tema 8 2 h		Práctica de laboratorio 1 h	2 h 30 min			5 h 30 min
6	Tema 8 1 h	1 h	Práctica de laboratorio 1 h	2 h			5 h
7	Tema 9 2 h	1 h		2 h			5 h
8				10 h	Control intermedio 2 h		12 h
9	Tema 10 1 h	1 h		3 h			5 h
10	Tema 10	3 h		2 h			5 h
11	Tema 11 2 h		Taller 1 h	3 h			5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio y talleres de oficina técnica	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras activida- des	Horas
12	Tema 12, Tema 13 2 h	1 h		2 h			5 h
13	Tema 14 1 h 30 min		Taller 1 h 30 min	2 h			5 h
14	Tema 14 30 min	1 h 30 min	Taller 1 h	2 h			5 h
15	Tema 15 1 h 30 min		Taller 1 h 30 min	3 h			6 h
16	Tema 16 3 h			3 h			6 h
17	Tema 17, Tema 18 1 h		2 h	3 h 30 min			6 h 30 min
				10 h	Control final 4 h		14 h
Horas	25 h 30 min	9 h 30 min	10 h	60 h 30 min	6 h	0	111 h 30 min

25,5