

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Guía de Aprendizaje

del curso académico

2018-19

de las asignaturas contenidas en el plan de estudios conducente a la
obtención del título oficial de máster en

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

El presente documento contiene la programación docente del curso 2018-19 correspondiente a las asignaturas del plan de estudios del título de Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Este título de máster, de dos años, se inició en el curso 2014-15, se ha implantado de forma progresiva en los cursos siguientes, quedando completamente implantado en el curso 2015-16.

Este documento se elabora a modo de guía para el alumno. Contiene, en su primera parte, una breve descripción del plan de estudios, el calendario académico y el horario de las asignaturas. En su segunda parte, la más extensa, se incluye de forma separada la Guía de Aprendizaje de cada una de las asignaturas que se imparten este curso académico.

Debido a su extensión, el documento se ha dividido en dos tomos. En el primero se recoge el módulo obligatorio, que incluye las asignaturas comunes y el Trabajo Fin de Máster. Y en el segundo aparece el módulo optativo, que incluye las asignaturas optativas agrupadas según cuatro especialidades.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Guía de Aprendizaje

del curso académico

2018-19

de las asignaturas contenidas en el plan de estudios conducente a la
obtención del título oficial de máster en

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Índice

Tomo I

Índice	5
Plan de estudios	7
Calendario académico	15
Exámenes	19
Horario de clases	21
Primer Semestre	25
Ingeniería Marítima, Puertos y Costas	25
Ingeniería y Territorio.....	36
Modelos Matemáticos para Sistemas de Ingeniería Civil.....	45
Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento	54
Sistemas de Transporte.....	62
Termomecánica de Medios Continuos	70
Segundo Semestre	78
Economía.....	78
Elasticidad Aplicada.....	86
Hidráulica Técnica	94
Métodos Computacionales en Ingeniería Civil	102
Recursos Hidráulicos	112
Sistemas Ferroviarios	121
Tercer Semestre	129
Ingeniería Geotécnica.....	129
Obras hidráulicas	137
Planificación y gestión de carreteras	146
Sistemas Energéticos	155
Tipología Estructural.....	162
Cuarto Semestre	169
Trabajo Fin de Máster.....	169

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Guía de Aprendizaje

del curso académico

2018-19

de las asignaturas contenidas en el plan de estudios conducente a la
obtención del título oficial de máster en

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Plan de estudios

La Memoria del plan de estudios del título oficial de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid fue verificada por ANECA con informe favorable de 25/JUN/2013. El plan, que cumple los requisitos de la Orden Ministerial CIN/309/2009 (BOE del 18 de febrero), habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (ICCP).

El aprendizaje está organizado en cuatro semestres, cada uno de 30 créditos. El plan cuenta con cuatro menciones diferentes (especialidades) donde se agrupan las asignaturas optativas que el alumno debe elegir durante el tercer y cuarto semestres:

- Especialidad Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
- Especialidad Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
- Especialidad Transportes, Territorio y Urbanismo
- Especialidad Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras

En la tabla siguiente se muestran las materias y asignaturas que conforman el plan de estudios, indicando los créditos europeos correspondientes y el semestre en que se imparten.

El Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos da acceso a los dos programas de Doctorado que se imparten en la Escuela (*Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil* y *Doctorado en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*). Las asignaturas optativas que se indican en la guía como formación predoctoral son válidas como créditos formativos de admisión a dichos programas.

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
1. Materias comunes (obligatorias)					
Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil	Formación científica	7,5	Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil	7,5	1º
Termomecánica de medios continuos	Formación científica	4,5	Termomecánica de medios continuos	4,5	1º
Ingeniería y territorio	Tecnología específica	4,5	Ingeniería y territorio	4,5	1º
Sistemas de abastecimiento y saneamiento	Tecnología específica	4,5	Sistemas de abastecimiento y saneamiento	4,5	1º
Puertos y costas	Tecnología específica	4,5	Ingeniería marítima, puertos y costas	4,5	1º
Sistemas de transporte	Tecnología específica	4,5	Sistemas de transporte	4,5	1º
Economía aplicada	Obligatoria	3	Economía	3	2º
Recursos hidráulicos	Tecnología específica	4,5	Recursos hidráulicos	4,5	2º
Hidráulica técnica	Formación científica	6	Hidráulica técnica	6	2º
Elasticidad aplicada	Tecnología específica	6	Elasticidad aplicada	6	2º
Métodos computacionales en ingeniería civil	Obligatoria	6	Métodos computacionales de ingeniería civil	6	2º
Sistemas ferroviarios	Obligatoria	4,5	Sistemas ferroviarios	4,5	2º
Sistemas energéticos	Obligatoria	3	Sistemas energéticos	3	3º
Planificación y gestión de carreteras	Obligatoria	4,5	Planificación y gestión de carreteras	4,5	3º
Tipología estructural	Obligatoria	3	Tipología estructural	3	3º
Obras hidráulicas	Obligatoria	6	Obras hidráulicas	6	3º
Ingeniería geotécnica	Obligatoria	4,5	Ingeniería geotécnica	4,5	3º
Trabajo fin de máster	Trabajo fin de máster	12	Trabajo fin de máster	12	4º
TOTAL créditos		93		93	

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
2. Materias de la mención de Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales					
Submódulo mención Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Optativas	72	Morfología de puentes (NOTA 5)	4,5	3º
			Análisis experimental de estructuras (NOTA 2)	4,5	3º
			Comportamiento no lineal de estructuras (NOTA 5)	4,5	3º
			Ingeniería de rocas (NOTA 5)	4,5	3º
			Integridad estructural (NOTA 5)	4,5	3º
			Proyecto, cálculo y construcción de puentes (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Análisis y diseño avanzado de estructuras de acero y mixtas	4,5	4º
			Análisis y diseño avanzado de estructuras de hormigón (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Análisis dinámico y sísmico de estructuras (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º
			Estructuras de tierra (NOTA 5)	4,5	4º
			Ingeniería geológica (NOTA 5)	4,5	4º
			Técnicas geomáticas en ingeniería civil	4,5	4º
			Durabilidad e innovación de materiales de construcción (NOTA 5)	4,5	4º
			Innovación en procedimientos especiales de construcción (NOTA 5)	4,5	4º
Materiales compuestos estructurales (NOTA 2) (NOTA 5)	4,5	4º			
Conservación, auscultación y rehabilitación estructural (NOTA 5)	4,5	4º			
TOTAL créditos de la mención de Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales		72		72	

Notas

1. El módulo de asignaturas optativas que un alumno debe cubrir abarca 27 ECTS. El alumno puede elegir 6 optativas libremente combinando asignaturas de cualquier especialidad. No obstante, si elige 4 o más de la misma especialidad completará una intensificación en dicha especialidad que se hará constar en el Suplemento Europeo al título.
2. La asignatura se impartirá en inglés
3. La "movilidad" de los estudiantes tendrá lugar, en su caso, durante el tercer y cuarto semestres.
5. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral.
6. Las prácticas en empresa curriculares se reconocerán por créditos optativos.

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
3. Materias de la mención de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente					
Submódulo mención Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Optativas	40,5	Ingeniería hidroeléctrica	4,5	3º
			Ingeniería nuclear y medio ambiente	4,5	3º
			Las formas en la ingeniería civil	4,5	3º
			Control de sistemas hidráulicos (NOTA 4)	4,5	4º
			Ingeniería hidráulica ambiental	4,5	4º
			Análisis de sistemas hidroeléctricos (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	4º
			Presas (NOTA 4)	4,5	4º
			Energías marinas (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	4º
Aprovechamientos energéticos en ingeniería sanitaria	4,5	4º			
TOTAL créditos de la mención de Hidráulica, Energía y Medio ambiente		40,5		40,5	

Notas

1. El módulo de asignaturas optativas que un alumno debe cubrir abarca 27 ECTS. El alumno puede elegir 6 optativas libremente combinando asignaturas de cualquier especialidad. No obstante, si elige 4 o más de la misma especialidad completará una intensificación en dicha especialidad que se hará constar en el Suplemento Europeo al título.
2. La asignatura se impartirá en inglés
3. La "movilidad" de los estudiantes tendrá lugar, en su caso, durante el tercer y cuarto semestres.
4. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*.
6. Las prácticas en empresa curriculares se reconocerán por créditos optativos.

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
4. Materias de la mención de Transportes, Territorio y Urbanismo					
Submódulo mención Transportes, Territorio y Urbanismo	Optativas	40,5	Gestión portuaria	4,5	3º
			Técnicas de planificación territorial y sostenibilidad (NOTA 4)	4,5	3º
			Tecnología ferroviaria	4,5	3º
			Aeropuertos	4,5	4º
			Modelos de demanda de transporte (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	4º
			Planificación y gestión urbana	4,5	4º
			Gestión de la circulación viaria	4,5	4º
			Diseño viario (NOTA 4)	4,5	4º
			Puertos avanzados (NOTA 2)	4,5	4º
TOTAL créditos de la mención de Transportes, Territorio y Urbanismo		40,5		40,5	

Notas

1. El módulo de asignaturas optativas que un alumno debe cubrir abarca 27 ECTS. El alumno puede elegir 6 optativas libremente combinando asignaturas de cualquier especialidad. No obstante, si elige 4 o más de la misma especialidad completará una intensificación en dicha especialidad que se hará constar en el Suplemento Europeo al título.
2. La asignatura se impartirá en inglés
3. La "movilidad" de los estudiantes tendrá lugar, en su caso, durante el tercer y cuarto semestres.
4. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*
6. Las prácticas en empresa curriculares se reconocerán por créditos optativos.

Organización de las materias del plan de estudios

Materia	Tipo	Créd.	Asignaturas	Créd.	Semestre
5. Materias de la mención de Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras					
Submódulo mención Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras	Optativas	40,5	Dirección y gestión integrada de proyectos	4,5	3º
			Evaluación económica y social de inversiones (NOTA 4)	4,5	3º
			Las colaboraciones público- privadas en infraestructuras, equipamientos y servicios (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	3º
			Derecho de la empresa	4,5	4º
			Financiación de infraestructuras y servicios (NOTA 2) (NOTA 4)	4,5	4º
			Economía global y entorno internacional de la Empresa (NOTA 2)	4,5	4º
			Dirección y gestión empresarial	4,5	4º
			Cooperación al desarrollo de infraestructuras	4,5	4º
			Gestión y prevención de riesgos en ingeniería (NOTA 5)	4,5	4º
TOTAL créditos de la mención de Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras		40,5		40,5	
TOTAL CRÉDITOS DEL PLAN ESTUDIOS		120		120	

Notas

1. El módulo de asignaturas optativas que un alumno debe cubrir abarca 27 ECTS. El alumno puede elegir 6 optativas libremente combinando asignaturas de cualquier especialidad. No obstante, si elige 4 o más de la misma especialidad completará una intensificación en dicha especialidad que se hará constar en el Suplemento Europeo al título.
2. La asignatura se impartirá en inglés
3. La "movilidad" de los estudiantes tendrá lugar, en su caso, durante el tercer y cuarto semestres.
4. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*
5. Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral.
6. Las prácticas en empresa curriculares se reconocerán por créditos optativos.

Para una mejor visualización, la figura siguiente muestra la secuencia temporal de las asignaturas del plan de estudios.

Figura 1. Secuenciación temporal de las asignaturas del máster.

IV-2º	OPCIÓN DE TECNOLOGÍA												TRABAJO FIN DE MÁSTER							
III-2º	SISTEMAS ENERGÉTICOS		ESPECIALIZADA						PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE CARRETERAS			TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL		OBRAS HIDRÁULICAS		INGENIERÍA GEOTÉCNICA				
II-1º	ECONOMÍA APLICADA		RECURSOS HIDRÁULICOS		HIDRÁULICA TÉCNICA			ELASTICIDAD APLICADA				MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA CIVIL			SISTEMAS FERROVIARIOS					
I-1º	MODELOS MATEMÁTICOS PARA SISTEMAS DE INGENIERÍA CIVIL				TERMOMECAÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS			INGENIERÍA Y TERRITORIO		SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO			PUERTOS Y COSTAS		SISTEMAS DE TRANSPORTE					
ECTS	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18	19,5	21	22,5	24	25,5	27	28,5	30

Finalmente, y a modo de resumen, en la siguiente tabla se muestra la distribución de los 120 créditos europeos del Plan de Estudios atendiendo al tipo de materias y su distribución por cursos.

Distribución de los créditos del plan de estudios					
Materia	Semestre				Suma
	1º	2º	3º	4º	
Formación científica <i>Orden Minist. CIN/309/2009</i>	12	6			18
Formación en tecnologías específicas <i>Orden Minist. CIN/309/2009</i>	18	10,5	13,5		42
Formación obligatoria de universidad <i>Propios del título</i>		13,5	7,5		21
Formación optativa de universidad <i>Propios del título</i>	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales		9	18	27
	Financiación y Gestión de Proyectos e Infraestructuras		9	18	27
	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente		9	18	27
	Transportes, Territorio y Urbanismo		9	18	27
Trabajo fin de máster <i>Orden CIN/309/2009</i>				12	12
Total créditos europeos	30	30	30	30	120

Calendario académico

En los cuadros siguientes se muestra el calendario académico para el curso 2016-17 elaborado siguiendo las directrices de la UPM. Cada calendario está dividido en tres partes. Las dos primeras partes corresponden a los dos semestres de cada curso, que incluyen sus correspondientes períodos de exámenes ordinarios. La tercera parte corresponde al período de exámenes extraordinarios.

En la segunda columna del cuadro se indican las semanas a que se refieren los cronogramas de las Guías de Aprendizaje de las asignaturas.

Conviene destacar de forma singular los siguientes períodos del calendario académico:

Período ordinario de clases del primer semestre:

Desde el 4 de septiembre al 21 de diciembre de 2018.

En el calendario se muestran en sombreado las fiestas no lectivas y los días sin clase por período de exámenes parciales.

Para compensar la desigualdad entre el número de clases de las distintas asignaturas, en el calendario se indican los días en que se modifica el horario.

Exámenes ordinarios del primer semestre:

Desde el 10 al 25 de enero de 2018.

Sobre el calendario se muestran los días que corresponden a cada examen.

Periodo de desmatriculación de asignaturas del segundo semestre:

Desde el 24 de enero al 30 de enero de 2019.

Periodo de ampliación restringida de matrícula

Desde el 31 de enero al 9 de febrero de 2019.

Período ordinario de clases del segundo semestre:

Desde el 29 de enero al 29 de mayo de 2019.

En el calendario se muestran en sombreado las fiestas no lectivas y los días sin clase por período de exámenes parciales.

Para compensar la desigualdad entre el número de clases de las distintas asignaturas, en el calendario se indican los días en que se modifica el horario.

Exámenes ordinarios del segundo semestre:

Desde el 29 mayo al 13 de junio de 2019.

Sobre el calendario se muestran los días que corresponden a cada examen.

Exámenes extraordinarios del primer y segundo semestre:

Desde el 21 de junio al 9 de julio de 2019.

Sobre el calendario se muestran los días que corresponden a cada examen.



Año Académico 2018-19
Calendario Básico

PRIMER SEMESTRE

Inicio clases: 4 de Septiembre de 2018. Final clases: 21 de diciembre de 2018

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Septiembre	1	3	4	5	6	7	8	9
	2	10	11	12	13	14	15	16
	3	17	18	19	20	21	22	23
	4	24	25	26	27	28	29	30
Octubre	5	1	2	3	4	5	6	7
	6	8	9 Viernes	10	11	12	13	14
	7	15	16	17	18	19	20	21
	8	22	23	24	25	26	27	28
	9	29 1P Term	30	31 1P I. Marít	1	2 1P S.Aba	3	4
Noviembre	10	5 1P I.Terr	6	7 1P Mod	8	9	10	11
	11	12	13	14	15	16	17	18
	12	19	20	21	22	23	24	25
	13	26	27	28	29	30	1	2
Diciembre	14	3	4	5	6	7	8	9
	15	10	11	12	13	14	15	16
	16	17	18	19	20	21	22	23
	17	24	25	26	27	28	29	30
Enero	E.Ord.1	31	1	2	3	4	5	6
	E.Ord.2	7	8	9	10 Term	11	12	13
	E.Ord.3	14 I.Marít.	15	16 I.Terr	17	18 Mod	19	20
	E.Ord.4	21	22 S.Abas	23	24	25 S.Tran	26	27

Días de clase	13	14-1	14	13	12+1	66
---------------	----	------	----	----	------	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

Martes 9 de octubre tiene horario de viernes

Días sin clase (además de los festivos)

Del 29 de octubre al 7 de noviembre por exámenes parciales

SEGUNDO SEMESTRE

Inicio clases: 7 de febrero de 2019. Final clases: 29 de mayo de 2019

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Enero	1	28	29	30	31	1	2	3
Febrero	2	4	5	6	7	8	9	10
	3	11	12	13	14	15	16	17
	4	18	19	20	21	22	23	24
	5	25	26	27	28	1	2	3
Marzo	6	4	5	6	7	8	9	10
	7	11	12 Jueves	13 1P RRHH	14	15 1P M.Com	16	17
	8	18 1P Elas	19	20	21 1P Hidr	22	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	3	4	5	6	7
	11	8 Viaje	9 Viaje	10 Viaje	11 Viaje	12 Viaje	13	14
	12	15	16	17	18	19	20	21
	13	22	23	24	25	26	27	28
Mayo	14	29	30	1	2	3	4	5
	15	6	7	8	9	10	11	12
	16	13	14 Viernes	15	16	17	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
	18	27	28	29	30 2P Elas	31 2P M.Com	1	2
Junio	E.Ord.1	3	4	5	6 Hidr	7	8	9
	E.Ord.2	10	11 S.Ferr	12	13 RRHH	14	15 M.Comp	16
	E.Ord.3	17 Elas	18	19	20	21	22	23

Días de clase	13	15-2	12	12+1	12+1	64
---------------	----	------	----	------	------	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

Martes 12 de marzo y 14 de mayo tienen horario de viernes

Días sin clase (además de los festivos)

Del 13 al 21 de marzo por exámenes parciales

Del 8 al 12 de abril por viaje prácticas

PRIMER Y SEGUNDO SEMESTRE. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 24 de junio de 2019. Final exámenes: 12 de julio de 2019

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	24 I.Terr	25 S.Abas	26	27 I.Marí	28 Term	29	30
Julio	E.Ext.2	1 Mod	2 S.Trans	3 Eco	4	5 M.Comp	6	7
	E.Ext.3	8 Elas	9 RRHH	10	11 S.Ferr	12 Hidr	13	14

Año Académico 2018-19
Calendario Básico

TERCER SEMESTRE

Inicio clases: 4 de Septiembre de 2018. Final clases: 21 de diciembre de 2018

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Septiembre	1	3	4	5	6	7	8	9
	2	10	11	12	13	14	15	16
	3	17	18	19	20	21	22	23
	4	24	25	26	27	28	29	30
Octubre	5	1	2	3	4	5	6	7
	6	8	9	10	11	12	13	14
	7	15	16	17	18	19	20	21
	8	22	23	24	25	26	27	28
	9	29	30 1P S.Ener	31	1	2	3 1P OOH	4
Noviembre	10	5	6 1P Carr	7	8 1P I.Geo	9	10	11
	11	12 1P Bl. 1	13 1P Bl. 2	14 1P Bl. 3	15	16	17	18
	12	19	20	21	22	23	24	25
	13	26	27	28	29	30	1	2
Diciembre	14	3 Viernes	4	5	6	7	8	9
	15	10	11	12	13	14	15	16
	16	17	18	19	20	21	22	23
	17	24	25	26	27	28	29	30
Enero	E.Ord.1	31	1	2	3	4	5	6
	E.Ord.2	7	8 Bl.1	9 OOH	10	11 Bl. 2	12	13
	E.Ord.3	14	15 Carr	16	17 S.Ener	18	19 Bl.3	20
	E.Ord.4	21 T.Estr	22	23	24 I.Geo	25	26	27

Días de clase	14-1	14	14	13	12+1	67
---------------	------	----	----	----	------	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

Lunes 3 de diciembre tiene horario de viernes

Días sin clase (además de los festivos)

Del 30 de octubre al 8 de noviembre por exámenes parciales

CUARTO SEMESTRE

Inicio clases: 29 de enero de 2019. Final clases: 24 de mayo de 2019

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Enero	1	28	29	30	31	1	2	3
Febrero	2	4	5	6	7	8	9	10
	3	11	12	13	14	15	16	17
	4	18	19	20	21	22	23	24
	5	25	26	27	28	1	2	3
Marzo	6	4	5	6	7 1P Bl.6	8 1P Bl.4	9	10
	7	11 1P Bl.9	12 1P Bl.7	13	14 1P Bl.8	15 1P Bl.5	16	17
	8	18	19	20	21	22	23	24
	9	25	26	27	28	29	30	31
Abril	10	1	2	3	4	5	6	7
	11	8 Viaje	9 Viaje	10 Viaje	11 Viaje	12 Viaje	13	14
	12	15	16	17	18	19	20	21
	13	22	23	24	25	26	27	28
Mayo	14	29	30	1	2	3	4	5
	15	6	7 Miércoles	8	9	10	11	12
	16	13	14	15	16	17 TFM	18	19
	17	20	21	22	23	24	25	26
	18	27 Bl.8	28	29 Bl.7	30	31 Bl.9	1	2
Junio	E.Ord.1	3 Bl.4 Ent.TFM	4	5	6 Bl.5	7 Bl.6	8	9
	E.Ord.2	10 Pr.TFM	11 Pr.TFM	12 Pr.TFM	13 Pr.TFM	14 Pr.TFM	15	16
	E.Ord.3	17	18	19	20	21	22	23

Días de clase	13	15 - 1	13 +1	14	13	68
---------------	----	--------	-------	----	----	----

Días que modifican su horario para igualar el número de clases

Martes 7 de Mayo tiene horario de miércoles

Días sin clase (además de los festivos)

Del 8 al 12 de abril por viaje de prácticas

TERCER Y CUARTO SEMESTRE. Exámenes extraordinarios

Inicio exámenes: 24 de junio de 2019. Final exámenes: 5 de julio de 2019

Mes	Sem.	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	24 OOH	25 Bl.1	26 Carr	27 I. Geo Bl.7	28 Bl.2 Bl.8	29	30
Julio	E.Ext.2	1 Ent.TFM S Ener. Bl.9	2 Bl.3 Bl.6	3 T. Estr	4 Bl.4	5 Bl. 5	6	7
	E.Ext.3	8 Pr.TFM	9 Pr.TFM	10 Pr.TFM	11 Pr.TFM	12 Pr.TFM	13	14

Exámenes

En la siguiente tabla se detallan las fechas y horas de los exámenes de las asignaturas. Salvo que desde la Jefatura de Estudios se indique lo contrario, estos exámenes se celebrarán en el aula de exámenes.

CURSO 2017/18: CALENDARIO DE EXÁMENES

Semestre	Cód.	Asignatura	Primer parcial	Segundo parcial	Examen ordinario	Examen extraord.				
PRIMERO	43000364	Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil	7-11-18	16:00	18-1-19	16:00	1-7-19	9:00		
	43000365	Termomecánica de medios continuos	29-10-18	16:00	10-1-19	9:00	28-6-19	16:00		
	43000367	Ingeniería y territorio	5-11-18	16:00	16-1-19	9:00	24-6-19	16:00		
	43000368	Sistemas de abastecimiento y saneamiento	2-11-18	16:00	22-1-19	9:00	25-6-19	16:00		
	43000369	Ingeniería marítima, puertos y costas	31-10-18	9:00	14-1-19	16:00	27-6-19	16:00		
	43000370	Sistemas de transporte			25-1-19	9:00	2-7-19	16:00		
SEGUNDO	43000366	Hidráulica técnica	21-3-19	16:00	5-6-19	16:00	12-7-19	9:00		
	43000371	Recursos hidráulicos	13-3-19	16:00	13-6-19	16:00	9-7-19	9:00		
	43000372	Elasticidad aplicada	18-3-19	16:00	30-5-19	9:00	17-6-19	16:00	8-7-19	9:00
	43000376	Economía			8-6-19	9:00	3-7-19	9:00		
	43000377	Métodos computacionales de ingeniería civil	15-3-19	16:00	31-5-19	16:00	15-6-19	9:00	5-7-19	9:00
	43000378	Sistemas ferroviarios			11-6-19	16:00	11-7-19	9:00		
TERCERO	43000373	Tipología estructural			21-1-19	9:00	3-7-19	16:00		
	43000374	Obras hidráulicas	3-11-18	9:00	9-1-19	16:00	24-6-19	9:00		
	43000375	Ingeniería geotécnica	8-11-18	16:00	24-1-19	9:00	27-6-19	9:00		
	43000379	Sistemas energéticos	30-10-18	16:00	17-1-19	16:00	1-7-19	9:00		
	43000380	Planificación y gestión de carreteras	6-11-18	16:00	15-1-19	16:00	26-6-19	9:00		
		Asignaturas optativas Bloque 1	12-11-18	11:30	8-1-19	11:30	25-6-19	9:00		
		Asignaturas optativas Bloque 2	13-11-18	11:30	11-1-19	11:30	28-6-19	9:00		
		Asignaturas optativas Bloque 3	14-11-18	11:30	19-1-19	9:00	2-7-19	9:00		
		Asignaturas optativas Bloque 4	8-3-19	11:30	3-6-19	16:00	4-7-19	9:00		
		Asignaturas optativas Bloque 5	15-3-19	11:30	6-6-19	16:00	5-7-19	16:00		
CUARTO		Asignaturas optativas Bloque 6	7-3-19	11:30	7-6-19	16:00	2-7-19	16:00		
		Asignaturas optativas Bloque 7	12-3-19	11:30	29-5-19	16:00	27-6-19	16:00		
		Asignaturas optativas Bloque 8	14-3-19	11:30	27-5-19	16:00	28-6-19	16:00		
		Asignaturas optativas Bloque 9	11-3-19	11:30	31-5-19	9:00	1-7-19	16:00		
		Trabajo fin de máster			17-5-19	13:00				
	43000381	Entrega Trabajo Fin de Máster			3-6-19	13:00	1-7-19	13:00		
		Presentaciones Trabajo Fin de Máster			Del 10-6-19 al 13-6-19		Del 8-7-19 al 12-7-19			

NOTA 1: Las fechas y horas señaladas para los exámenes parciales de los bloques de optativas que se muestran en la tabla corresponden a aquellas asignaturas del bloque que contemplen este tipo de evaluación.

NOTA 2: La relación de las asignaturas incluidas en cada bloque de optativas se muestra a continuación en la página siguiente.

Leyenda	
Bloque 1	43000384 Experimental Structural Analysis/Análisis Experimental de estructuras
	43000400 Ingeniería nuclear y medio ambiente
	43000408 Tecnología ferroviaria
	43000417 Dirección y gestión integrada de proyectos
Bloque 2	43000387 Integridad estructural
	43000399 Ingeniería hidroeléctrica
	43000415 Planificación y gestión urbana
	43000418 Las colaboraciones público-privadas en infraestructuras, equipamientos y servicios/ Public-private partnerships in infrastructure, facilities and utilities
43000466 Cálculo Avanzado de Estructuras	
Bloque 3	43000383 Morfología de puentes
	43000386 Ingeniería de rocas
	43000401 Las formas en la ingeniería civil
	43000409 Gestión portuaria
	43000419 Evaluación económica y social de inversiones
	43000467 Introducción a las técnicas de optimización
43000468 Metodologías BIM de proyecto para construcción inteligente	
Bloque 4	43000396 Innovación en procedimientos especiales de construcción
	43000398 Conservación, auscultación y rehabilitación estructural
	43000404 Análisis de sistemas hidroeléctricos /Hydroelectric systems analysis
	43000412 Aeropuertos
43000422 Financiación de infraestructuras y servicios/Financing infrastructure and public services	
Bloque 5	4300046 Energías marinas /Marine energies
	43000390 Análisis y diseño avanzado de estructuras de hormigón /Advanced analysis and design of concrete structures
	43000395 Durabilidad e innovación en materiales de construcción
	43000413 Diseño viario
43000425 Gestión y prevención de riesgos en ingeniería	
Bloque 6	43000385 Comportamiento no lineal de estructuras
	43000389 Analisis y diseño avanzado de estructuras de acero y mixtas
	43000407 Aprovechamientos energéticos en ingeniería sanitaria
	43000411 Modelos de demanda de transporte/Transport demand models
43000420 Cooperación al desarrollo de infraestructuras/ Developement and civil engineering	
Bloque 7	43000394 Técnicas geomáticas en ingeniería civil
	43000397 Materiales compuestos estructurales /Structural composite materials
	43000403 Ingeniería hidráulica ambiental
	43000414 Puertos avanzados /Smart ports
43000421 Derecho de la empresa	
Bloque 8	43000391 Análisis dinámico y sísmico de estructuras /Dynamic and Seismic Analysis of Structures
	43000393 Ingeniería geológica
	43000402 Control de sistemas hidráulicos
	43000415 Planificación y gestión urbana
43000424 Dirección y gestión empresarial	
Bloque 9	43000388 Proyecto, cálculo y construcción de puentes /Design, Analysis and Construction of Bridges
	43000392 Estructuras de tierra
	43000405 Presas
	43000416 Gestión de la circulación viaria
43000423 Economía global y entorno internacional de la empresa/ Global Economy and International Environment in Business Administration	

Horario de clases

En los cuadros siguientes se presentan los horarios de clases de cada semestre. Cada uno de los grupos del primer curso tiene un horario diferente y se imparte en un aula diferente. Cada alumno debe acudir al grupo que le ha sido asignado.

Las clases de los grupos de la mañana comienzan a las 8.30 horas y finalizan a las 13.10 horas. Las clases de los grupos de tarde comienzan a las 14.45 horas y finalizan a las 20.25 horas. Todas las clases ordinarias tienen una duración de 1 hora. Las clases están separadas por un descanso 10 minutos en el primer curso y 5 minutos en el segundo, excepto el descanso central que tendrá una duración de 20 minutos en el primer curso y 25 minutos en el segundo.

Algunas asignaturas tienen prácticas de laboratorio, prácticas de campo o prácticas de ordenador. En estos casos, cuando haya problemas de capacidad en los laboratorios, cada alumno deberá acudir a realizar sus prácticas en el horario que se le indique, aunque esté fuera del horario ordinario de clases anteriormente indicado. El número de prácticas que debe hacer cada alumno fuera del horario ordinario, así como su duración estimada, está indicado en el cronograma de la asignatura correspondiente.

HORARIOS PRIMER SEMESTRE

PRIMER SEMESTRE

GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:30	Puertos y Costas	Ingeniería y Territorio	Modelos Matemáticos	S. Abast. y Saneamiento	S. Abast. y Saneamiento
9:30 – 9:40					
9:40 – 10:40	Termomec. M. Continuos	Puertos y Costas	Ingeniería y Territorio	S. Abast. y Saneamiento	Sistemas de Transporte
10:40 – 11:00					
11:00 – 12:00	Termomec. M. Continuos	Puertos y Costas	Ingeniería y Territorio	Sistemas de Transporte	Modelos Matemáticos
12:00 – 12:10					
12:10 – 13:10	Modelos Matemáticos	Modelos Matemáticos	Termomec. M. Continuos	Sistemas de Transporte	Modelos Matemáticos

PRIMER SEMESTRE

GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:30	Ingeniería y Territorio	Puertos y Costas	Puertos y Costas	Sistemas de Transporte	Sistemas de Transporte
9:30 – 9:40					
9:40 – 10:40	Ingeniería y Territorio	Ingeniería y Territorio	Puertos y Costas	Sistemas de Transporte	Modelos Matemáticos
10:40 – 11:00					
11:00 – 12:00	Termomec. M. Continuos	Modelos Matemáticos	Modelos Matemáticos	S. Abast. y Saneamiento	S. Abast. y Saneamiento
12:00 – 12:10					
12:10 – 13:10	Termomec. M. Continuos	Termomec. M. Continuos	Modelos Matemáticos	Modelos Matemáticos	S. Abast. y Saneamiento

HORARIOS SEGUNDO SEMESTRE

SEGUNDO SEMESTRE

GRUPO A

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:30	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
9:30 – 9:40					
9:40 – 10:40	Elasticidad Aplicada	Elasticidad Aplicada	Economía	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
10:40 – 11:00					
11:00 – 12:00	Recursos Hidráulicos	Recursos Hidráulicos	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica	Hidráulica Técnica
12:00 – 12:10					
12:10 – 13:10	Economía	Recursos Hidráulicos	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica	Hidráulica Técnica

SEGUNDO SEMESTRE

GRUPO B

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30 – 9:30	Economía	Recursos Hidráulicos	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
9:30 – 9:40					
9:40 – 10:40	Recursos Hidráulicos	Recursos Hidráulicos	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Métodos Comput.
10:40 – 11:00					
11:00 – 12:00	Economía	Elasticidad Aplicada	Hidráulica Técnica	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica
12:00 – 12:10					
12:10 – 13:10	Elasticidad Aplicada	Sistemas Ferroviarios	Hidráulica Técnica	Métodos Comput.	Hidráulica Técnica

HORARIOS TERCER SEMESTRE

TERCER SEMESTRE

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
14:45 – 15:45	Obras Hidr	Carreteras	I. Geotécnica	S. Energéticos	Carreteras
15:45 - 15:50					
15:50 – 16:50	Obras Hidr	Obras Hidr.	I. Geotécnica	S. Energéticos	Tipología Est.
16:50 – 17:15					
17:15 – 18:15	I. Geotécnica	Obras Hidr.	Carreteras	<i>Bloque 3</i>	Tipología Est.
18:15 – 18:20					
18:20 – 19:20	<i>Bloque 1</i>	<i>Bloque 1</i>	<i>Bloque 2</i>	<i>Bloque 3</i>	
19:20 – 19:25					
19:25 – 20:25	<i>Bloque 1</i>	<i>Bloque 2</i>	<i>Bloque 2</i>	<i>Bloque 3</i>	

Bloques de optativas Tercer Semestre

Bloque 1:

Análisis Experimental (CC),
 Ingeniería Nuclear (H),
 Tecnología Ferroviaria (T),
 D. y G. Integrada de Proyectos (GyF)

Bloque 2:

Cálculo avanzado de estructuras (CC)
 Comportamiento No Lineal (CC),
 Integridad Estructural (CC),
 Ingeniería Hidroeléctrica (H),
 Planificación Territorial (T),
Colaborac. Público-Privadas (GyF)

Bloque 3:

Morfología de Puentes (CC),
 Ingeniería de Rocas (CC),
 Las formas en Ingeniería (H),
 Introduction to optimization techniques (H)
 Gestión Portuaria (T),
 Evaluación Económica y Social (GyF)
 Metodologías BIM de proyecto para la construcción inteligente (GyF)

HORARIOS CUARTO SEMESTRE

CUARTO SEMESTRE

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
14:45 – 15:45	<i>Bloque 4</i>	<i>Bloque 4</i>	<i>Bloque 8</i>	<i>Bloque 8</i>	TFM
15:45 - 15:50					
15:50 – 16:50	<i>Bloque 4</i>	<i>Bloque 9</i>	<i>Bloque 9</i>	<i>Bloque 8</i>	TFM
16:50 – 17:15					
17:15 – 18:15	<i>Bloque 5</i>	<i>Bloque 5</i>	<i>Bloque 9</i>	<i>Bloque 7</i>	
18:15 – 18:20					
18:20 – 19:20	<i>Bloque 5</i>	<i>Bloque 6</i>	<i>Bloque 7</i>	<i>Bloque 7</i>	
19:20 – 19:25					
19:25 – 20:25		<i>Bloque 6</i>	<i>Bloque 6</i>		

Bloques de optativas Cuarto Semestre

Bloque 4:

Procedimiento Esp. Const. (CC),
 Conservación, Auscultación (CC),
Sistemas Hidroeléctricos (H),
Modelos de Demanda (T),
Financiación Infraestructuras (GyF)

Bloque 5:

Estructuras de Hormigón (CC),
 Innovación de Materiales (CC),
Energías Marinas (H),
 Diseño Viario (T),
 Riesgos (GyF)

Bloque 6:

Comportamiento No Lineal (CC),
 Estructuras de Acero y Mixtas (CC),
 Aprovechamientos Sanitaria (H),
 Aeropuertos (T),
Cooperación al Desarrollo (GyF)

Bloque 7:

Materiales Compuestos (CC),
 Técnicas Geomáticas (CC),
 Ingeniería Hidráulica Ambiental (H),
Smart Ports (T),
 Derecho (GyF)

Bloque 8:

Ingeniería Geológica (CC),
Análisis Dinámico y Sísmico (CC),
 Control Sistemas Hidráulicos (H),
 Planificación y Gestión Urbana (T),
 Empresas (GyF)

Bloque 9:

Construcción de Puentes (CC),
 Estructuras de Tierra (CC),
 Presas (H),
 Gestión Circulación Viaria (T),
Economía Global (GyF)

Primer Semestre

Ingeniería Marítima, Puertos y Costas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000369	4,5	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Maritime and Coastal and Harbour Engineering			
Materia	Puertos y Costas			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Vicente Negro Valdecantos	Pte.	Todos	X (9-10:30) J (9-10:30) V (9-10:30)	Lab. Puertos	<i>vicente.negro@upm.es</i>
José Santos López Gutiérrez	Secr.	Todos	X (9-10:30) J (9-10:30) V (9-10:30)	Lab. Puertos	<i>josesantos.lopez@upm.es</i>
Pedro Fernández Carrasco	Vocal	Todos	J (10:30-13:30) V (10:30-13:30)	Lab. Puertos	<i>pedro.fernandez@upm.es</i>
María Dolores Esteban Pérez		Todos	L (16:30-19:30) X (16:30-19:30)	Lab. Puertos	<i>mariadolores.esteban@upm.es</i>
Luis Juan Moreno Blasco		Todos	L (16:30-19:30) X (16:30-19:30)	Lab. Puertos	<i>luisjuan.moreno@upm.es</i>

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Obras Marítimas, Ingeniería del Litoral y/o Ingeniería Portuaria, Mecánica de Suelos y Rocas, Materiales de Construcción, Hidráulica.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Formación básica a nivel de grado en Matemáticas y Estadística.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP7	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).
CGP10	Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE27	Conocimientos y capacidades que permiten comprender los fenómenos dinámicos del medio océano-atmósfera-costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral. Capacidad de realización de estudios y proyectos de obras marítimas.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medio ambientales de las infraestructuras.
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica, conoce y tiene capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).	CGP5, CGP7
RA2	Explica, conoce y tiene capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras	CGP10
RA3	Explica, conoce y tiene conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales, así como, diseñar, planificar, gestionar, mantener, conservar y explotar las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.	CGP12, CGP15, CGP18, CE30, CE37, CE40
RA4	Explica, conoce y tiene capacidad para comprender los fenómenos dinámicos del medio océano – atmósfera - costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral, realizando de estudios y proyectos de obras marítimas.	CE27
RA5	Explica, conoce y tiene capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.	CE41
RA6	Explica, conoce y tiene capacidad para conocer los aspectos técnicos, legales y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción desde la perspectiva medioambiental y sostenible	CGP2, CGP3, CGP4, CGP6, CGP7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Resuelve los problemas de diseñar, planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras marítimas, realizando la ordenación y defensa de costas desde aspectos medioambientales.	RA1, RA2
IL2	Sí	Resuelve los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos en ingeniería marítima, así como, el diseño, la planificación, la gestión, el mantenimiento, la conservación, explotación sostenible.	RA3
IL3	Sí	Resuelve los fenómenos dinámicos del medio océano – atmósfera - costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral, realizando de estudios y proyectos de obras marítimas.	RA4
IL4	Sí	Resuelve y aplica los conocimientos técnicos y legales en la evaluación de las infraestructuras y sistemas de transporte desde la perspectiva técnica, ambiental, constructiva, legislativa, de planificación, gestión, conservación, mantenimiento y desmantelamiento.	RA5, RA6

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Participación en la resolución interactiva de ejercicios, casos prácticos y controles 10%

Descripción: Consiste en participar activamente en la resolución individual o en grupo de casos prácticos en las clases prácticas. En ocasiones, consistirá en responder a una o varias cuestiones cortas orales o cuestiones escritas que se planteen en las clases teóricas o prácticas sobre el contenido de esa clase particular o de las clases anteriores.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. Se calificará con la media aritmética de todas las respuestas durante el curso. La falta de asistencia o la abstención en la contestación será puntuada con 0 en ese ejercicio.

Momento y lugar: Se realizarán en clase.

PE2. Realización de trabajos de investigación, bien individuales o en grupo, y análisis de casos de estudio de ingeniería marítima y/o puertos y costas o de ingeniería offshore 20% o 30%

Descripción: Consiste en un trabajo de investigación sobre temas de la materia, asignados directamente por el profesor, pudiendo ser realizados en el aula o fuera de ella, de manera individual o en grupo.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10. El peso de esta prueba es del 20%, si bien, en caso de no realizarse el epígrafe PE1, será del 30%.

Momento y lugar: El control se realizará en la propia aula de clase en fecha prefijada, una vez finalizadas las clases de los temas incluidos en el examen.

PE3. Examen parcial 35%

Descripción: Consiste en la realización de un examen individual de una duración máxima de dos horas con tres o cuatro ejercicios. El examen incluirá la resolución o contestación de varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas al contenido de los temas de la primera parte de la asignatura. Será de los temas 1 a 7.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación de cada parte de la evaluación será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios, excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen, en cuyo caso la calificación del examen parcial no será superior a 4.

Para aprobar este examen se debe tener una calificación media igual o superior a 5. Los alumnos que suspendan el examen parcial deben realizar el examen final.

Momento y lugar: Los determina Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final 35% o 70%

Descripción: Constará de dos partes. La primera parte correspondiente a los temas 1 a 7, la deberán realizar los alumnos que hayan suspendido el primer parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La segunda parte correspondiente a los temas 8 a 11, la realizarán todos los alumnos.

Cada parte constará de tres o cuatro ejercicios teóricos, teórico – prácticos y problemas. La duración del examen completo será de unas cuatro horas.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de cada parte de la evaluación será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios, excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen, en cuyo caso la calificación del examen parcial no será superior a 4.

Para los alumnos que realicen las dos partes el examen final cuenta el 70% de la calificación final, y, para los que realicen solo la segunda prueba cuenta el 35%.

Momento y lugar: Los determina Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte.

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

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la puntuación más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que no realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (20%), PE3 (35%) y PE4 (35%), excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen final (PE4), en cuyo caso la calificación final de la asignatura no será superior a 4 puntos.
- Para los alumnos que realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas PE1 (10%), PE2 (20%) y PE4 (70%), excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen final (PE4), en cuyo caso la calificación final no será superior a 4 puntos.
- Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido mediante el método de evaluación "solo prueba final" descrito a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el primer parcial.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 puntos.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que se ha descrito en la evaluación continua.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios respectivos, excepto cuando se haya obtenido una nota inferior a 3 en cualquier ejercicio del examen, en cuyo caso la calificación del examen parcial no será superior a 4 puntos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida directamente en el examen final. Para superar la asignatura, la calificación final deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Mecánica de ondas 1.1. Ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y Bernoulli 1.2. Condiciones de contorno e integración 1.3. Onda tipo Airy, Stokes, conoidal, troncooidal y solitaria 1.4. Teoría de ondas aplicada a las ondas marinas	IL3
Tema 2. Modificaciones de las ondas 2.1. Ecuaciones de propagación 2.2. Ley de Snell. Ábacos de Goda y SPM. Teoría de Iribarren. Teoría de Shutto y de celeridades 2.3. Efecto Sommerfeld. Teoría de difracción. Ábacos de Wiegell 2.4. Rotura. Fondo y forma. Modelos de aplicación	IL3
Tema 3. Modelos matemáticos de propagación, de onda larga y computacionales 3.1. Modelos en diferencias finitas. Modelos en elementos finitos 3.2. Ecuación de Berkhoff. Modelos elípticos y parabólicos 3.3. Fenómenos de amplificación. Resonancia en puertos y dársenas. Ejemplos de aplicación 3.4. Modelos sedimentarios	IL2, IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
<p>Tema 4. Descripción de oleaje: métodos estadísticos y espectrales</p> <p>4.1. Funciones eulerianas. Aplicación a las distribuciones continuas, media, varianza, simetría y curtosis</p> <p>4.2. Distribución discreta de temporales anuales. Distribuciones continuas en regímenes medios y de extremos (Gauss, Gumbel, Weibull)</p> <p>4.3. Aplicación de la ROM 0.0/2002, ROM 0.2/90 y ROM 0.3/91</p> <p>4.4. Método de Goda o de picos sobre el umbral, POT. Caracterización de temporales</p> <p>4.5. Espectros de oleaje, PM, J y TMA</p>	IL3
<p>Tema 5. Convergencia de los factores de diseño en puertos e ingeniería marítima</p> <p>5.1. Efectos climáticos de interacción atmósfera – hidrosfera</p> <p>5.2. Viento, oleaje, niveles del mar y corrientes</p> <p>5.3. Marea astronómica y meteorológica, fricción y succión</p> <p>5.4. Corrientes de primera, segunda y tercera generación</p> <p>5.5. Medidas en la naturaleza. Caracterización del fondo marino: influencia del terreno en el diseño</p> <p>5.6. Redes oceanográficas de medida, Red costera y exterior</p> <p>5.7. Aplicación al diseño de puertos, de obras de ingeniería de costas y de ingeniería offshore. Estados límites últimos y de servicio. IRE e ISA. IREO e ISAO. ROM 2.0/2011</p>	IL1, IL2 IL3
<p>Tema 6. Procesos litorales</p> <p>6.1. Características del sedimento litoral</p> <p>6.2. Flujo de energía del clima marítimo</p> <p>6.3. Transporte de sedimentos: oleaje, viento, corrientes y mareas</p> <p>6.3. Balance sedimentario. Evolución de la línea de costa</p> <p>6.3. Formas de equilibrio en planta y perfil</p> <p>6.4. Desembocaduras: rías, estuarios, deltas</p>	IL1
<p>Tema 7. Planificación y dirección de actuaciones sostenibles en el litoral. Gestión costera</p> <p>7.1. Obras de defensa de costas: tipología, comportamiento funcional y estabilidad estructural</p> <p>7.2. Secciones estáticamente y dinámicamente estables y con baja cota de coronación. Nuevas tipologías en diseño ambiental</p> <p>7.3. Alimentación artificial: compatibilidad de los materiales sedimentarios, secciones y plantas de relleno. Restauración dunar</p> <p>7.4. Tratamiento de fachadas litorales: paseos, senderos, parques de ribera. Percepción del paisaje costero: litoral y costa</p> <p>7.5. Legislación de aplicación. Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas y Ley 2/2013 de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral</p> <p>7.6. Interrelaciones puerto – ciudad y puerto - costa</p>	IL1, IL4
<p>Tema 8. Gestión portuaria. El buque como cuerpo flotante</p> <p>8.1. Tipos de mercancías y tipos de buques</p> <p>8.2. Configuración en planta</p> <p>8.3. Estudio de la bocana y de las vías de navegación interior</p> <p>8.4. Análisis en alzado</p> <p>8.5. Criterios de circulación de los buques en las dársenas</p> <p>8.6. Tipología de terminales</p> <p>8.7. Diseño de terminales en atraque continuo y discontinuo</p> <p>8.8. Aplicación de la ROM 3.1/99 y de la ROM 2.0/2011</p>	IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 9. Tipología y diseño avanzado de obras exteriores y de obras de defensa de costas 9.1. Comportamiento estático y dinámico 9.2. Diques en talud. Formulaciones de Van der Meer de estabilidad de mantos. Remonte y rebase en diques rompeolas. Fórmula de Owen y Van der Meer – De Waal. Criterio de Franco 9.3. Diques verticales. Fórmulas de Goda y Takahashi. PROVERBS. Remonte y rebase en diques verticales. Proyectos CLASH y EUROTOP 9.4. Piezas especiales. Coeficientes parciales. Niveles de cálculo 9.5. Modelos físicos 9.6. Construcción de diques portuarios y costeros. ROM 1.0/2009	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 10. Puertos. Tipología y diseño avanzado de obras interiores 10.1. Comportamiento estructural e hidráulico 10.2. Operatividad y limitaciones de uso. Diseño de muelles 10.3. Acciones: sobrecargas de uso y operación, trenes compatibles, atraque y amarre, empuje hidrostático, empuje del terreno y equipos de manipulación restringida y no restringida 10.4. Muelles especiales. Piezas que laminan la reflexión 10.5. Construcción de muelles y pantalanos portuarios 10.6. Obras auxiliares de servicio al buque (varaderos, diques secos, synchro, travel). ROM 2.0/2011	IL1, IL2 IL3, IL4
Tema 11. Ingeniería marítima offshore 11.1. La tecnología offshore de gas y petróleo 11.2. Energías renovables marinas. Recursos energéticos marinos 11.3. Tipologías estructurales, plataformas, jackets, terminales de logística offshore y astilleros offshore 11.4. Análisis hidrodinámico de sistemas offshore. Grandes monopilotes. Esquemas de Morison, Froude – Krilov y difracción 11.5. Análisis estructural e integridad estructural de sistemas offshore. Ejemplos: unidades flotantes, terminales de gas offshore, drill ships, offshore support vessels, vehículos submarinos, subsea,...)	IL1, IL2 IL3

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, casos reales y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrá e ilustrará los principales métodos de resolución de los problemas avanzados relativos a las acciones climáticas y sus aplicaciones al diseño de las obras marítimas en ingeniería de costas, portuaria y offshore, así como, para su ejecución, planificación, gestión, explotación, conservación, mantenimiento y potencial desmantelamiento.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan la correcta comprensión de esta asignatura. En estas clases se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento de una amplia variedad de casos, teoría avanzada de ondas, estadística aplicada a oleaje, teoría de distribuciones, ingeniería de puertos en estabilidad estructural y funcional de diques de abrigo, estabilidad de obras de atraque y amarre e ingeniería offshore. En ocasiones, se dejará al alumno trabajar en casos, que, posteriormente, serán resueltos por el cuadro de profesores.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas de laboratorio serán realizadas por el estudiante en grupo con ayuda de un profesor, tras una sucinta explicación de su fundamento, finalidad y metodología por parte de éste. Se plantea como objetivo el análisis de los factores de escala y semejanza, la generación de oleaje y el comportamiento de las obras ante las acciones incidentes. El alumno dispondrá de un protocolo de la práctica que deberá completar, rellenar y entregar al finalizar la misma.

El estudiante debe asistir al viaje de prácticas que le facilite la comprensión de los procesos de construcción y conservación de las principales obras marítimas en ejecución o explotación y permita asimilar los conocimientos teóricos y prácticos impartidos en las clases de la materia.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá examinar en profundidad los problemas resueltos en clase para ubicarlos en su contexto teórico adecuado, y para constatar reflexivamente el pleno soporte lógico y metodológico de los modelos teóricos aportados para su solución. Con este bagaje, deberá abordar por sí solo la resolución de los problemas adicionales propuestos por el cuadro de profesores en los distintos capítulos y temas que componen la materia.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, el estudiante podrá requerir la ayuda del profesor para precisar las explicaciones de clase y encauzar su trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- SHORE PROTECTION MANUAL, SPM. (1984). U .S. Corps of Engineers. American Society of Civil Engineers, ASCE
- Goda, Y. (2010). *Random seas and design of maritime structures*. Tokyo Press. Yokohama University. World Scientific. Third Edition
- Negro, V. et al. (2008). *Diseño de Diques verticales, Segunda edición*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor Número 26
- Negro, V. et al. (2008). *Diseño de Diques rompeolas, Segunda edición*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor Número 28
- COASTAL ENGINEERING MANUAL (2006). CEM. U.S. Corps of Engineers. American Society of Civil Engineers, ASCE
- Díez González, J. (1996). *Guía Física de España. Las Costas*. Alianza Editorial
- De la Peña Olivas, J. M. (2007). *Guía Técnica de estudios litorales. Manual de Costas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor Número 39
- Copeiro del Villar, E. et al. (2008). *Diques de escollera*. Editorial Díaz de Santos
- Horikawa, K. (1988). *Nearshore dynamics and coastal processes*. University of Tokyo Press
- Dean, R. G. y Dalrymple, R. A. (1991). *Water wave mechanics for engineers and scientists*. Advanced series on Ocean Engineering. Volume 2. World Scientific Publishing
- Suárez Bores, P. (1980). *Apuntes de Diques. Análisis Multivariado de los Sistemas de diseño*. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones de Alumnos. Universidad Politécnica de Madrid
- Suárez Bores, P. (1980). *Formas costeras*. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones de Alumnos. Universidad Politécnica de Madrid
-

Bibliografía complementaria:

- Recomendaciones para Obras marítimas. (1990) *Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. ROM 0.2/90
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (2001). *Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.0/2001
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1992). *Acciones climáticas I: Oleaje. Anejo 3.1: Atas de Clima Marítimo en el Litoral Español*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.3/91
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1995). *Acciones climáticas II: Viento*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.4/95
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (2005). *Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 0.5/2005
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1999). *Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 3.1/99
- Recomendaciones para Obras Marítimas. (1994). *Proyecto y construcción de pavimentos portuarios*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 4.1/94
- Recomendaciones para Obras Marítimas (2009). *Recomendaciones del diseño y ejecución de obras de Abrigo. (Parte Iª. Bases y Factores para el proyecto. Agentes climáticos)*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 1.0/09
- Recomendaciones para Obras Marítimas (2012). *Recomendaciones para el proyecto y ejecución de Obras de Atraque y Amarre. Tomo I y II de obras de Abrigo*. Organismo Público Puertos del Estado. ROM 2.0/11
- Ley 22/1988, de 28 de julio de Costas y Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley 22/88 de 28 de Julio, 1989 y 1992
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas
- Real Decreto 876/2014 de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
- Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos y de la Marina Mercante
- Negro Valdecantos, V. y López Gutiérrez, J. S. (2003). *Metodología para el Estudio de Obras litorales. Casos teóricos y prácticos*. Servicio de Publicaciones de la E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2003
- Negro Valdecantos, V., López Gutiérrez, J. S. y Esteban Pérez, M. D. (2014). *Problemas resueltos de Obras Marítimas. Ejercicios de la asignatura de Ingeniería Civil y Territorial*. Garceta Grupo Editorial – Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 978-84-1545-286-7. 2014

Recursos Web:

Aplicación Moodle. Se recomienda también el "moodle" de la asignatura de Obras Marítimas de tercer curso Grado en Ingeniería Civil y Territorial

Equipamiento específico:

Biblioteca del Grupo de Investigación de Medio Marino, Costero y Portuario y otras Áreas Sensibles y de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 2 h			5 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 2 h 30 min			5 h 30 min
3	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h 15 min			7 h 15 min
5	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h 15 min			7 h 15 min
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h			7 h
7	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 2 h 30 min			5 h 30 min
8	Repaso (1 a 7) 2 h	Repaso (1 a 7) 1 h	Temas 1 a 7 2 h 30 min	Estudio personal + preparación prueba 5 h 30 min	Prueba temas 1 a 7 2 h		13 h
9	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 4 h 30 min			7 h 30 min
10	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 4 h 30 min			7 h 30 min



Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 4 h 15 min			7 h 15 min
12	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Estudio tema 10 4 h 30 min			7 h 30 min
13	Tema 11 2 h	Tema 11 1 h		Estudio tema 11 3 h 30 min			6 h 30 min
14	Repaso (8 a 11) 2 h	Repaso (8 a 11) 1 h	Temas 8 a 11 2 h 30 min	Estudio personal + preparación prueba 5 h 30 min	Prueba temas 8 a 11 2 h		13 h
15	Repaso (1 a 11) 2 h	Repaso (1 a 11) 1 h		Estudio personal + preparación prueba 8 h 45 min	Examen final 3 h		14 h 45 min
Horas	30 h	15 h	5 h	64 h 30 min	7 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Ingeniería y Territorio

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000367	4,5	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Engineering and Territory.			
Materia	Ingeniería y territorio.			
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio.			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Rosa M. Arce Ruiz	Pte.	Todos	M, X y J (13.00-15.00)	Transyt, 2º planta	rosa.arce.ruiz@upm.es
Ana Belén Berrocal Menárguez	Secretario	Todos	M, X y J (13.00-15.00)	Torre, 8ª	anabelen.berrocal@upm.es
Julio Soria Lara	Vocal	Todos	M, X y J (13.00-15.00)	Torre, 7ª planta	julio.soria-lara@upm.es
Ramón del Cuvillo	Profesor	Todos	M, X y J (13.00-15.00)	Torre, 8ª	ramon.delcuvillo@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:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP10	Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP14	Capacidad de realización de estudios, planes de ordenación territorial y urbanismo y proyectos de urbanización.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CE29	Capacidad para analizar y diagnosticar los condicionantes sociales, culturales, ambientales y económicos de un territorio, así como para realizar proyectos de ordenación territorial y planeamiento urbanístico desde la perspectiva de un desarrollo sostenible.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE36	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos de ordenación territorial, urbanismo y urbanización en asesoría, análisis, evaluación técnica, dirección, y gestión legal y técnica.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadas. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Planifica el territorio, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.	CGP2, CGP12 CE30
RA2	Proyecta la ordenación territorial y el planeamiento urbano con criterios de sostenibilidad, analizando y diagnosticando los condicionantes sociales, culturales, ambientales y económicos. Conoce la influencia de las infraestructuras en la ordenación del territorio. Conoce el marco legal e institucional de la planificación territorial y urbanística y de la protección ambiental aplicable.	CGP3, CGP4 CGP5, CGP6 CGP10, CGP14 CE15, CE29 CE36, CE37
RA3	Facilita el trabajo colectivo interdisciplinar en la planificación territorial.	CT1, CT4

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe correctamente los sistemas territoriales, caracterizando su calidad y contribución a la capacidad de acogida para las realizaciones de la ingeniería civil. Describe correctamente las interrelaciones de factores, procesos y fenómenos territoriales.	RA1
IL2	Sí	Describe y valora correctamente los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de los planes, programas y proyectos de la ingeniería civil. Utiliza correctamente las fuentes de información para obtener y analizar datos relevantes. Interpreta con rigor los planes territoriales Describe y aplica las bases de la normativa territorial española y europea.	RA2
IL3	No	Integra análisis y valoraciones individuales en el trabajo colectivo interdisciplinar en la planificación del territorio.	RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Ejercicios de clase

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 como parte del estudio del alumno. También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de todos los ejercicios realizados durante el curso, de acuerdo con la dificultad de cada uno de ellos.

Momento y lugar: Las cuestiones de clase se plantearán, sin previo aviso, mediante un ejercicio en una de las horas de clase. La no asistencia supone un cero en el ejercicio. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase. Las cuestiones planteadas a través del Aula Virtual (Moodle) se realizarán según condiciones y plazos que se anunciarán durante el curso.

PE2. Redacción de un trabajo de curso

30%

Descripción: En grupos de tres o cuatro alumnos, se redactará un trabajo, eligiendo la materia entre las de un listado que se propondrá al comienzo del curso. En Moodle se incluirá un archivo con las directrices a seguir para la redacción, revisión, presentación pública en su caso, y entregas.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Trabajo del alumno entre sus actividades de la asignatura.

PE3. Primera prueba parcial

30%

Descripción: Consiste en la realización de un examen escrito, formado por varias preguntas de carácter teórico y/o práctico, con duración no superior a 2 horas, sobre el temario impartido hasta ese momento.

Criterios de calificación: Valoración de 0 a 10, calculando la media ponderada de la calificación obtenida en las preguntas planteadas.

Momento y lugar: Los que determine la Jefatura de Estudios.

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

PE3. Examen final**30% o 60%**

Descripción: Constará de dos partes. La primera parte deberá realizarla todos los alumnos y consistirá en la segunda prueba parcial, un examen escrito, con duración no superior a 2 horas, formado por varias preguntas de carácter teórico y/o práctico correspondientes a los temas impartidos no incluidos en el primer parcial. Los alumnos que no hubieran alcanzado la calificación de 4 en la primera prueba parcial y aquellos otros que quieran mejorar su calificación de esa prueba, realizarán seguidamente un examen de la primera parte del temario, con las mismas características ya indicadas para la primera prueba parcial. La realización de esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido en el examen parcial.

Criterios de calificación: del segundo examen parcial: Valoración de 0 a 10, como media ponderada de las preguntas planteadas. Del examen final: Media de las notas de los dos exámenes parciales, siempre que estas no sean inferiores a 4

Momento y lugar: Los que determine la Jefatura de Estudios.

PE4. Participación en el Blog PUMA**1,5 pts.**

Descripción: Los alumnos que lo deseen, de forma voluntaria, podrán escribir un *post* (en inglés y español) relativo a cuestiones de actualidad o de interés en el marco de la ingeniería civil y el medio ambiente, previa propuesta al equipo docente. Las instrucciones del *post* están disponibles en <http://blogs.upm.es/puma/>.

Criterios de calificación: La realización de un *post* puede suponer hasta 1 punto en la nota final del alumno. Si realiza dos *post*, puede optar a un aumento de la nota final de hasta 1,5 puntos. No se valorarán más *posts* del mismo alumno. Este aumento en la nota final sólo será de aplicación para los alumnos que examinándose por evaluación continua hayan obtenido una nota final igual o superior a 4,5.

Momento y lugar: El trabajo lo realizará el alumno fuera de clase. Se entregará por correo electrónico hasta la fecha del examen final.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media ponderada de las calificaciones de los ejercicios de clase, del trabajo de curso y las dos pruebas parciales, siempre que esas tres últimas calificaciones no sean inferiores a 4. Para superar la asignatura, la calificación final deberá ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

Todos los alumnos con nota igual o superior a 4,5 pueden optar a un aumento de hasta 1,5 puntos en su nota final por la participación en el blog PUMA.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consistirá en el mismo examen final, con las dos partes del temario que se ha indicado para los alumnos de evaluación continua y la presentación, individualmente, de un trabajo de curso semejante al anteriormente señalado.

Criterios de calificación: Valoración de 0 a 10, tanto para el examen como para el trabajo. La calificación del examen será la media ponderada de la calificación de los ejercicios que lo forman. La media obtenida en cada parte, correspondiente a cada uno de los parciales, deberá ser igual o superior a 4.

Momento y lugar: Los que determine la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será la media ponderada de la calificación obtenida en el examen final (70%) y de la obtenida en el trabajo (30%), siempre que esas calificaciones no sean inferiores a 4. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Marco de la planificación territorial.	
Tema 1. Análisis y planificación territorial. La ordenación del Territorio Conceptos. Introducción al análisis territorial. Definiciones conceptuales tradicionalmente aceptadas para la Ordenación del Territorio. Evolución histórica del concepto. Relación con otras disciplinas: Desarrollo Económica Regional y Urbanismo.	IL1
Tema 2. Territorio, medio ambiente y sostenibilidad. Conceptos. Indicadores.	IL1
Tema 3. El marco institucional y legal español en la Ordenación del Territorio. Los instrumentos de Ordenación del Territorio. La incidencia de los instrumentos de planeamiento territorial en los de planeamiento urbanístico. Legislación sectorial con incidencia sobre la Ordenación del Territorio.	IL2
Tema 4. Esquema general del proceso de planificación. Carácter secuencial del proceso; fases. Los feed-back en el proceso de planificación.	IL2
Tema 5. Sistemas en análisis territorial. Concepto de sistema; definiciones en teorías de sistemas. El territorio como sistema y los sistemas territoriales. Sistemas y Teoría General de Sistemas.	IL2
Capítulo II. Etapas de la planificación territorial.	
Tema 6. La descripción del sistema territorial. Características generales y necesidades de información en el planeamiento. Necesidades básicas de datos en los instrumentos de planificación.	IL2
Tema 7. Las fuentes de datos en la planificación territorial. Análisis de la oferta básica de información en España. Agencias que proporcionan datos necesarios para la planificación territorial.	IL2
Tema 8. Técnicas de planificación territorial. Técnicas de uso más frecuente en las distintas fases del proceso de planificación. Características generales de las técnicas.	IL2
Tema 9. Fines y objetivos. Las metas en el proceso de planificación territorial. Distinción entre fines y objetivos. Formulación de fines y objetivos. Jerarquización. Fines y objetivos genéricos y específicos. El papel del planificador en la fijación de fines y objetivos.	IL2
Tema 10. Generación de alternativas. Herramientas metodológicas en la generación de alternativas. El uso de modelos. Modelos territoriales.	IL2
Tema 11. Evaluación y selección de alternativas. La evaluación como medio de selección de alternativas. Clases y tipos de evaluación. Métodos unicriterio y multicriterio.	IL2
Tema 12. Evaluación económica. Evaluación socioeconómica y evaluación empresarial. Análisis Coste-Beneficio. El ACB en planificación territorial.	IL2
Tema 13. Evaluación ambiental. Métodos de evaluación ambiental. Los servicios de los ecosistemas.	IL2
Tema 14. Métodos multicriterio. Distintos métodos multicriterio. El método ELECTRE.	IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 15. Participación pública en la planificación. Participación ciudadana y de otros agentes. Políticas europeas de participación. Herramientas.	IL2
Capítulo III. Aplicación a la ordenación de espacios de uso específico y recursos básicos.	
Tema 16. Espacios naturales. Características. Tipos y singularidades. Ejemplos.	IL3
Tema 17. Espacios rurales. Características. Tipos y singularidades. Ejemplos.	IL3
Tema 18. El paisaje en planificación. El paisaje. Recurso territorial. Convenio europeo del paisaje. ejemplos	IL3
Tema 19. Recursos hídricos. La gestión del agua. Implicaciones territoriales y estratégicas de las grandes obras hidráulicas. Ejemplos	IL3

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clases de teoría:

Los profesores expondrán los contenidos necesarios para la comprensión de las materias de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

Clases prácticas:

Se dedicarán a la exposición de casos prácticos de aplicación de los procesos y herramientas de planificación, al planteamiento de los trabajos de curso a redactar por los alumnos, y a la presentación pública de algunos de esos trabajos seguida de debate sobre su contenido.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No están previstas prácticas adicionales en esta asignatura.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas y redactará el trabajo de curso asignado.

Trabajos en grupo:

El señalado en 7.1.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas sobre las materias explicadas o la redacción de su trabajo de curso.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- ARCE, R. M. (2013). "La evaluación ambiental en la ingeniería civil", Mundi Prensa, Madrid.
- CAMPBELL, S. & FAINSTEIN, S. eds. (1996), "The Structure and Debates of Planning Theory", in "Readings in Planning Theory". Cambridge, MA: Blackwell.
- CHADWICK, G. F. (1969), "A systems view of planning", Pergamon Press, Oxford. Trad. española "Una visión sistémica del planeamiento" Gustavo Gili, Barcelona, 1973.
- FALUDI, A. & MUKHOPADHYAY, C. (2015): "Introducing a theory of planning: Introducing a theory of planning. Andreas Faludi in conversation with Chandrima Mukhopadhyay", BK Books,
- FOLCH, R. (2003), Coord. "El territorio como sistema. Conceptos y herramientas de ordenación". Curso CUIMPB. Diputación de Barcelona.

McLOUGHLIN, J. Brian (1969) "Urban and Regional Planning", Faber and Faber, London. Trad. española "Planificación urbana y regional", Inst. de Estudios de Admón. Local, Madrid, 1971.

PEARCE, D. W. (1971), "Cost-Benefit Analysis", Macmillan, London. Trad. española "Análisis coste-beneficio", Vicens Vives, Barcelona, 1973.

RUS, G. (2008), "Análisis Coste-Beneficio", Ariel, Barcelona.

ROMERO, C. (1993), Teoría de la decisión multicriterio", Alianza, Madrid.

TARROJA, A. y CAMAGNI, R. Coord. (2006), "Nueva cultura del territorio: Criterios sociales y ambientales en las políticas y el gobierno del territorio", Col·lecció: Territori i govern: Visiones; 4. Diputació de Barcelona. Institut d'Edicions. Barcelona.

TARROJA, A. y MATA, R. Coord. (2004), ""El paisaje y la gestión del territorio: incorporación de criterios paisajísticos en la ordenación del territorio y el urbanismo", Curs CUIMPB, Diputació de Barcelona

Recursos Web:

En la zona virtual de la UPM (Moodle).

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Escuela y del Seminario de Ordenación del Territorio.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividad es	Horas
1	Temas 1 y 2 3 h			Estudio temas 1 y 2 4 h			7 h
2	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 4 h			7 h
3	Temas 4 y 5 2 h	Presentación trabajo de curso 1 h		Estudio temas 4 y 5 4 h			7 h
4	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 4 h			7 h
5	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 4 h			7 h
6		Taller temas 6 y 7 3 h		Estudio temas 6 y 7 4 h			7 h
7				Estudio examen 5 h	Examen parcial 3 h		8 h
8	Tema 8 3 h			Estudio tema 8 4 h			7 h
9	Temas 9 y 10 1 h	Práct. temas 9 y 10 2 h		Estudio temas 9 y 10 4 h			7 h



Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividad es	Horas
10	Tema 11, 12 y 13 3 h			Estudio temas 11, 12 y 13 4 h			7 h
11	Tema 14 1 h	Prácticas tema 14 2 h		Estudio tema 14 4 h			7 h
12		Taller temas 11-14 3 h		Preparación trabajos 4 h			7 h
13	Tema 15 1 h	Práct. tema 15 2 h		Estudio tema 15 4 h			7 h
14	Tema 16 1 h	Pract. Tema 16 2 h		Estudio tema 16 4 h			7 h
15	Tema 17 y 18 3 h			Estudio temas 17 y 18 4 h			7 h
16		Taller temas 15-19 3 h		Preparación trabajos 4 h			7 h
Hasta el exame n				Preparación del examen final 5 h 30 min	Examen final 3 h		8 h 30 min
Horas	27 h	18 h		70 h 30 min	6 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Modelos Matemáticos para Sistemas de Ingeniería Civil

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000364	7,5	Formación científica	Común	Español
Nombre en inglés	Mathematical Modelling for Civil Engineering Systems			
Materia	Modelos Matemáticos para sistemas de Ingeniería Civil			
Departamento	Matemática e Informática Aplicadas a las Ingenierías Civil y Naval			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Manuel Tomás Pastor Pérez	Pte	Todos y G1	L, M, X y V (13:30-15:00)	Lab. Mat	manuel.pastor@upm.es
José Luis Romero Martín	Secr	Todos y G1	M (13-14:30) X (13-14:30) J (12:15-14:30)	Lab. Mat	jlromero@fi.upm.es
Miguel Martín Stickle	Voc	G2	L, M, X y V (13:30-15:00)	Lab. Mat	miguel.martins@upm.es
Severino Fernández Blanco		Todos	M (12:45-14:45) X (9:45-11:15) J (9-11:30)	2ª Planta	severino.fernandez@upm.es
José Francisco Gómez García		Todos	M (12:45-14:45) X (9:45-11:15) J (9-11:30)	Planta 10	jfgomez60@gmail.com

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Cálculo I y II, Álgebra, Informática, Estadística, T.de Campos, Ecuaciones Diferenciales

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE19	Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería civil.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce y aplica herramientas y modelos estadísticos avanzados a problemas de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2
RA2	Conoce y aplica técnicas y modelos de optimización a problemas de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2
RA3	Conoce y aplica herramientas de cálculo numérico a problemas de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2
RA4	Modeliza y predice el comportamiento de problemas en ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP18, CE19, CE33, CE39, CT2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce/comprende modelos estadísticos más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA1
IL2	Sí	Conoce/comprende modelos de optimización más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA2
IL3	Sí	Conoce/comprende modelos numéricos más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA3
IL4	Sí	Conoce/comprende modelos matemáticos más frecuentemente aplicados en Ingeniería Civil.	RA4

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Ejercicios de clase **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 través del Aula Virtual (Moodle). También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media ponderada de todos los ejercicios realizados durante el curso, de acuerdo a la dificultad de cada uno de ellos.

Momento y lugar: Las cuestiones de clase se plantearán, sin previo aviso, un ejercicio en una de las horas de clase. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase. Las cuestiones planteadas a través del Aula Virtual (Moodle) se realizarán según condiciones y plazos que se anunciarán durante el curso.

PE2. Exámenes parciales **90%**

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha.

Criterios de calificación. El examen se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final **100%**

Descripción: Constará de cinco partes, cada una con una duración aproximada de 1- 1,5 horas, que corresponden a los módulos en que el programa está dividido (Campos, Estadística, Optimización, Cálculo Numérico y Elementos Finitos). No están obligados a examinarse de esta prueba los alumnos que hayan obtenido una media igual o superior a 5 en los exámenes parciales, siendo cada una de las notas superior a 3.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte (la que deben realizar los alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 5 en el examen parcial).

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- La obtenida mediante evaluación continua, para los alumnos que hayan aprobado los exámenes parciales, siempre que la calificación en todos ellos no sea inferior a 3.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo, la nota obtenida en el mismo.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Seminario de Estadística avanzada.	IL1
Tema 2. Optimización.	IL2
2.1. Ampliación teoría de grafos orientada a la optimización	
2.2. Los problemas del camino óptimo y del árbol parcial óptimo	
2.3. Redes de transporte. Problema del flujo óptimo	
2.4. Ampliación de programación lineal. Análisis de sensibilidad	
2.5. Programación Dinámica y otras técnicas de Investigación Operativa	
Tema 3. Cálculo numérico.	IL3
3.1. Aproximación de funciones.	
3.2. Interpolación	
3.3. Mínimos cuadrados	
3.4. Integración numérica	
3.5. Sistemas lineales y no lineales	
3.6. Sistemas no lineales	
Tema 4. Elementos Finitos.	IL4
4.1. Obtención de las ecuaciones del MEF (Método de Elementos Finitos).	
4.2. Resolución mediante el MEF de problemas elípticos.	
4.3. Resolución mediante el MEF de problemas parabólicos	
4.4. Resolución mediante el MEF de problemas hiperbólicos	
Tema 5. Conceptos de teoría de campos	IL4

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.

El profesor expondrá los modelos con los que se aproximan los problemas físicos e ingenieriles a modelos

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 adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

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:

Apuntes de Clase y transparencias de las mismas.

2.1 Textos de Estadística Avanzada:

ELEMENTOS DE ESTADISTICA APLICADA. Teoría de Muestras e Interferencia Estadística. José Javier Muruzábal. Ed. Bellisco, 2012

ELEMENTOS DE ESTADISTICA APLICADA. Cálculo de Probabilidades y Teoría de Variable Aleatoria. José Javier Muruzábal. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2008.

2.2 Optimización:

C. BERGE: Graphes et Hypergraphes. Dunod, 1970

E. BUJALANCE y otros: Elementos de Matemática Discreta. Sanz y Torres, 1999.

O. COGIS y C. ROBERT: Théorie des Graphes. Vuibert, 2003

S. FERNÁNDEZ BLANCO: Lecciones sobre optimización en grafos. Serv.Pub. ETSICCP, 2014

J.L. GROSS y J. YELLEN: Graph Theory and its Applications. Chapman&Hall, 2006 (2nd Ed)

F.S. HILLIER y G.J. LIEBERMAN: Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw Hill, 2010 (5^a Ed.).

R. INFANTE: Métodos de Programación Matemática. UNED, 1991 (Unidades Didácticas, 2 tomos).

A. KAUFMANN: Métodos y Modelos de investigación de Operaciones. CECSA (3 tomos, varias fechas)

K.G. MURTY: Linear and Combinatorial Programming. John Wiley, 1976

H.A. TAHA: Investigación de Operaciones. Pearson, 2012 (9^a Ed)

W.T. TUTTE: Graph Theory. Cambridge Univ.Press, 2001

2.3. Cálculo Numérico:

Burden, R.L. y Faires, J.D. Análisis Numérico. Internacional Thomson Ed. 1998.

A.Ralston. Introducción al Análisis Numérico. Editorial Limusa-Wiley

A.Ralston P.Rabinowitz. A first course on numerical analysis. McGraw Hill 1983

G.H. Golub, C.F. Van Loan: Matrix Computations, North Oxford Academic, 1983

2.4. Elementos Finitos:

O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method. I Its basis and fundamentals (6ed., Elsevier, 2005)

O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method for Fluid Dynamics. II (6ed., Elsevier, 2005)

O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method for Solid and Structural Mechanics. (6ed., Elsevier, 2005)

O.C.Zienkiewicz K.Morgan. Finite Element and Approximation. Wiley 1982

T.J.R. Hughes. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis (Dover Civil and Mechanical Engineering) Paperback – August 16, 2000

K.J.Bathe. Finite Element Procedures in engineering analysis. Prentice Hall 1982

J.N. Reddy. An Introduction to the Finite Element Method. Mcgraw Hill, Series in Mechanical Engineering, 2006

Numerical Solution of Partial Differential Equations by Finite Element Method Dover Publications, 2009

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Repaso de Teoría de Campos 2 h	Repaso de Teoría de Campos 3 h		Estudio Teoría de Campos 7 h 15 min			12 h 15 min
2	Repaso de Teoría de Campos 2 h	Repaso de Teoría de Campos 3 h		Estudio Teoría de Campos 7 h 15 min			12 h 15 min
3	Repaso de Teoría de Campos 2 h	Repaso de Teoría de Campos 3 h		Estudio Teoría de Campos 7 h 15 min			12 h 15 min
4	Cálculo Numérico 1 Introducción Elem Finitos 2 h	Cálculo Numérico 1 Introducción Elem Finitos 3 h		Estudio Cálculo Numérico 1 Introducción Elem Finitos 7 h 15 min			12 h 15 min
5	Cálculo Numérico 1 Introducción Elem Finitos 2 h	Cálculo Numérico 1 Introducción Elem Finitos 3 h		Estudio Cálculo Numérico 1 Introducción Elem Finitos 7 h 15 min			12 h 25 min
6	Cálculo Numérico 2 Elem. Finitos Elípticos 2 h	Cálculo Numérico 2 Elem. Finitos Elípticos 3 h		Cálculo Numérico 2 Elem. Finitos Elípticos 7 h 15 min			12 h 15 min
7	Cálculo Numérico 3 Elem. Finitos Elípticos 2 h	Cálculo Numérico 3 Elem. Finitos Elípticos 3 h		Estudio Cálculo Numérico 3 Elem. Finitos Elípticos 7 h 15 min			12 h 15 min
8	Cálculo Numérico 4 Elem. Finitos Elípticos 2 h	Cálculo Numérico 4 Elem. Finitos Elípticos 3 h		Estudio Cálculo Numérico 4 Elem. Finitos Elípticos 7 h 15 min			12 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
9	Preparación de control 2 h	Preparación de control 3 h		Estudio Preparación control 7 h 15 min	3 h		12 h 15 min
10	Elem. Finitos Elípticos 2 h	Elem. Finitos Elípticos 3 h		Estudio Elem. Finitos Elípticos 7 h 15 min			12 h 15 min
11	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h 15 min			12 h 15 min
12	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h 15 min			12 h 15 min
13	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h 15 min			12 h 15 min
14	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h 15 min			12 h 15 min
15	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 2 h	Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 3 h		Estudio Elem. Finitos Hiperb y Seminario Optimización 7 h	3 h		12 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 4 h	Examen parcial final 7 h		11 h
Horas	32 h	45 h		112 h 30 min	13 h		202 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000368	4,5	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Water and wastewater engineering			
Materia	Sistemas de abastecimiento y saneamiento			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Isabel del Castillo González	Pte.	Todos	M y J (9 - 12)	Lab. Ing. Sanitaria	isabel.delcastillo@upm.es
Aurelio Hernández Lehmann	Secr.	Todos	L y M (18 - 21)	Lab. Ing. Sanitaria	aurelio.hernandez@upm.es
Juan Manuel Rogel Quesada		Todos	M y J (17:30 - 20:30)	Lab. Ing. Sanitaria	juanmanuel.rogel@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:

Formación en Ingeniería Civil y Territorial a nivel de grado, con conocimientos en Ingeniería Sanitaria y Gestión de residuos Servicios, así como formación básica en materiales de construcción, resistencia de materiales, hidráulica e hidrología.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP9	Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP16	Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de potabilización de aguas, incluso desalación, y depuración de estas. Recogida y tratamiento de residuos (urbanos, industriales o incluso peligrosos).
CE26	Capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medio ambientales de las infraestructuras.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Explica, conoce y tiene capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.	CGP9
RA2	Explica, conoce y tiene conocimientos adecuados de los tratamientos de potabilización, desalación y depuración de aguas, recogida y tratamiento de residuos, así como, diseñar, planificar, gestionar, mantener, conservar y explotar las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.	CGP12, CGP15, CGP16, CE30, CE37
RA3	Explica, conoce y tiene capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.	CE26
RA4	Explica, conoce y tiene capacidad para conocer los aspectos técnicos, legales y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción desde la perspectiva medioambiental y sostenible.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Resuelve los problemas de planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.	RA1
IL2	Sí	Resuelve los aspectos científicos y tecnológicos de los tratamientos de potabilización, desalación y depuración de aguas, recogida y tratamiento de residuos, así como, su diseño, planificación, gestión, mantenimiento, conservación y explotación las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.	RA2
IL3	Sí	Resuelve los problemas relacionados con el proyecto y dimensionamiento de los sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.	RA3

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL4	Sí	Resuelve y aplica los conocimientos técnicos y legales en la evaluación de las infraestructuras y sistemas de transporte desde la perspectiva técnica, ambiental, constructiva, legislativa, de planificación, gestión, conservación, mantenimiento y desmantelamiento	RA4

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Ejercicios de clase 10%

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios asignados por el profesor que se realizarán en el horario de clase o fuera de él.

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.

Momento y lugar: Se plantearán ejercicios en las clases teóricas o prácticas sin previo aviso, que debe realizarse en la propia aula y se entregarán al finalizar la clase y los propuestos para realizar fuera se entregarán dentro de un el plazo fijado por el profesor.

PE2. Trabajos de investigación o aplicación, individuales o en grupo 10%

Descripción: Consiste en un trabajo de investigación sobre temas relacionados con la asignatura, asignados directamente por el profesor, de manera individual o en grupos de máximo 5 alumnos.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Será prefijado en tiempo, forma, lugar, contenidos y organización.

PE3. Examen parcial 40%

Descripción: Consiste en un examen sobre la materia tratada en los temas 1 al 9, formado por 3 o 4 ejercicios de teoría, teórico – prácticos y/o problemas cortos y tendrá una duración aproximada de 3 horas.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación de cada tema será ponderado acorde al número de clases de cada tema. Al objeto de poder compensar, dentro del sistema de evaluación continua, se exigirá una nota mínima igual o superior a 4,0.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final 40% o 80%

Descripción: Constará de dos partes. La primera, correspondiente a los temas 1 al 9, sólo la deben realizar aquellos alumnos que hayan tenido una calificación inferior a la establecida como nota mínima en el examen parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La segunda parte la realizarán todos los alumnos y tratará sobre los contenidos de los temas 10 al 18. Al igual que en la primera parte, al objeto de poder compensar dentro del sistema de evaluación continua, se establecerá la misma nota mínima y con los mismos criterios establecidos para el examen parcial en PE3. Cada una de estas dos partes constará de 3 o 4 ejercicios de teoría, teórico – prácticos y/o problemas cortos. La duración del examen será de unas 3 horas.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de la primera y segunda partes será la media aritmética de sus ejercicios respectivos.

Para los alumnos que realicen las dos partes, el examen final cuenta por el 80% en la calificación final, y para los que realicen sólo la segunda parte contará por 40%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte de la asignatura.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la puntuación más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que no realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%), PE3 (40%) y PE4 (40%).
- Para los alumnos que realicen la primera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%) y PE4 (80%).

Para superar la asignatura se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Obtener una calificación final igual o superior a 5
- Obtener una calificación mínima de 4 en las dos primeras partes del examen final.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo (formado por dos partes) que se ha descrito para evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de la primera parte (Temas 1 a 9) y segunda parte (Temas 10 a 18) será la media aritmética de sus ejercicios respectivos.

Momento y lugar: Las fechas las determina Jefatura de Estudios.

Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido el alumno mediante el método de evaluación de "sólo prueba final" descrito a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el examen parcial. Al objeto de garantizar los conocimientos mínimos, se establecerá en la convocatoria una nota mínima para cada una de las dos partes con los criterios indicados en el PE3

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de la primera y segunda parte final igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Generación y renovación de recursos hídricos.	
Tema 1. Recursos de agua en el mundo y en España. Recursos renovables y nuevos recursos.	IL1
Tema 2. Problemas energéticos de la generación de nuevos recursos. Efectos de los cambios de población y del cambio climático sobre los recursos disponibles.	IL1
Capítulo II. Diseño y gestión de redes de saneamiento.	
Tema 3. Diseño y gestión de redes de aguas negras, grises y de lluvia.	IL2
Tema 4. Sostenibilidad de los recursos.	IL2
Capítulo III. Tratamientos avanzados de aguas para abastecimiento.	
Tema 5. Esquema general de una ETAP. Procesos convencionales.	IL2
Tema 6. Decantación y filtración no convencional	IL2
Tema 7. Tratamientos con membranas.	IL2
Tema 8. Procesos de adsorción.	IL2
Tema 9. Procesos de desinfección y oxidación avanzada.	IL2
Capítulo IV. Desalación de aguas.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 10. Pretratamientos y post-tratamientos	IL2
Tema 11. Osmosis inversa	IL2
Capítulo V. Tratamientos avanzados de depuración de aguas residuales.	
Tema 12. Esquema general de una EDAR. Procesos convencionales.	IL3
Tema 13. Procesos de biomasa en suspensión con eliminación de nutrientes.	IL3
Tema 14. Procesos de fangos activos con separación por membrana.	IL3
Tema 15. Procesos tradicionales de biomasa fija.	IL3
Tema 16. Procesos modernos de biomasa fija. Procesos mixtos: biomasa fija y suspendida.	IL3
Tema 17. Procesos mixtos: biomasa fija y suspendida.	IL3
Capítulo VI. Reutilización de aguas	
Tema 18. Normativa, calidades y usos	IL3
Tema 19. Tratamientos de regeneración de aguas residuales depuradas	IL3
Capítulo VII. Métodos avanzados de gestión de residuos	
Tema 20. Tratamiento y reutilización de residuos	IL4
Tema 21. Aprovechamiento energético	IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los contenidos necesarios para la comprensión de los temas de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos, casos reales y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También expondrán e ilustrarán los principales elementos y cálculo de los sistemas de tratamiento y depuración de aguas, tratamiento de residuos, así como, su ejecución y conservación y mantenimiento.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan la correcta comprensión de la asignatura. En estas clases se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento de diferentes casos, cálculo de las diferentes etapas de los procesos de tratamiento de aguas potables y depuración de aguas residuales, así como de tratamiento de residuos. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones, se dejará al alumno trabajar en casos, que, posteriormente, serán resueltos por el cuadro de profesores.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos.

Trabajos en grupo:

El alumno realizará un trabajo de aplicación asignado por el profesor, de manera individual o en grupo, que deberá ser expuesto y debatido en el aula.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, el estudiante podrá requerir la ayuda del profesor para precisar las explicaciones de clase y encauzar su trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Cortacáns Torre, J.A. "Eliminación biológica de nutrientes." Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 3ª Edición de 2010.

Hernández Lehmann, A. Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales. Ed. Servicio de publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos. 1999.

Hernández Muñoz, A. Abastecimiento y distribución de agua. Colección Señor nº 6. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Hernández Muñoz, A. Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales. Colección Señor nº 7. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Hernández Muñoz, A. Depuración y desinfección de las aguas residuales. Colección Señor nº 9. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering. Treatment and reuse. 4º Edición. McGraw-Hill. 2003.

Tchobanoglous, G. Gestión integral de residuos sólidos. Ed. McGraw-Hill (1994).

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

Aplicación en moodle

Equipamiento específico:

Biblioteca y Laboratorio del Grupo de Investigación y de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1,2,3 y 4 3 h			Estudio tema 1,2,3 y 4 4 h			7 h
2	Tema 5 y 6 3 h			Estudio tema 5 y 6 4 h			7 h
3	Tema 7 y 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 7 y 8 4 h			7 h
4	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 4 h			7 h
5	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Estudio tema 10 4 h			7 h
6	Tema 11 3 h			Estudio tema 11 4 h			7 h
7	Tema 12 y 13 3 h			Estudio tema 12 y 13 4 h			7 h
8	Tema 14 1 h	Tema 14 2 h		Estudio tema 14 4 h			7 h
9				Preparación primera prueba parcial 9 h	Primera prueba parcial 3 h		12 h
10				Preparación trabajos 5 h			5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividade s	Horas
11	Tema 15 2 h	Tema 15 1 h		Estudio tema 15 4 h			7 h
12	Tema 16 1 h	Tema 16 2 h		Estudio tema 16 4 h			7 h
13	Tema 17 3 h			Estudio tema 17 4 h			7 h
14	Tema 18 y 19 3 h			Estudio tema 18 y 19 2 h			5 h
15	Tema 20 y 21 3 h			Estudio tema 20 y 21 2 h			5 h
16				Preparación del examen final 5 h			5 h
Hasta el exame n				Preparación del examen final 9 h 30 min	Examen final 3 h		12 h 30 min
Horas	31 h	8 h		76 h 30 min	6 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro dónde se presenta el calendario académico.

Sistemas de Transporte

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000370	4,5	Tecnología específica	Común	Español/Inglés
Nombre en inglés	Transport Systems			
Materia	Sistemas de Transporte			
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

NOTA. Se podrá impartir en inglés, en función del número de grupos y de la disponibilidad de profesorado.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Andrés Monzón de Cáceres	Pte.	Todos	L (9.30-12.30) M (9.30-12.30)	TRANSyT	andres.monzon@upm.es
María Eugenia López Lambas	Secr.	Todos	L (8.30-11.30) M (8.30-11.30)	TRANSyT	mariaeugenia.lopez@upm.es
Óscar Martínez Álvaro	Vocal	Todos	V (9.30-15.30)	Cátedra de Ttes.	oscar.martinez@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:

No hay prerequisites para cursar esta asignatura.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Se precisan los conocimientos básicos impartidos en la asignatura Transportes del Grado en Ingeniería Civil y Territorial (menciones de CC y TySU).

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP7	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).
CGP8	Conocimiento de la problemática de diseño y construcción de los distintos elementos de un aeropuerto y de los métodos de conservación y explotación.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
CE28	Conocimientos de la ingeniería y planificación del transporte, funciones y modos de transporte, el transporte urbano, la gestión de los servicios públicos de transporte, la demanda, los costes, la logística y la financiación de las infraestructuras y servicios de transporte.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Planifica, proyecta, dirige y gestiona las obras, el mantenimiento y la explotación de infraestructuras de transporte, terrestre, marítimo y aéreo, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.	Todas las anteriores
RA2	Planifica, proyecta, dirige, evalúa y gestiona la creación y la explotación de sistemas integrados de transporte.	Todas las anteriores

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Comprende las características y los principios de la política del sector transportes, así los procedimientos de planificación de redes y servicios.	RA1, RA2
IL2	Sí	Entiende el funcionamiento del mercado de transportes y su regulación, para viajeros y mercancías, en los ámbitos urbano e interurbano	RA2
IL3	Sí	Conoce y maneja las principales bases de datos y sabe cómo realizar encuestas específicas de movilidad	RA1, RA2
IL4	Sí	Conoce las técnicas de modelización de la demanda de transportes y su aplicación para el análisis y pronóstico del sistema de transportes	RA1, RA2
IL5	Sí	Entiende la estructura de costes del sistema de transportes y cómo se establecen los precios y tarifas	RA2
IL6	Sí	Sabe realizar una evaluación de alternativas de transporte, y proponer cómo financiar infraestructuras y servicios	RA1, RA2
IL7	Sí	Entiende los retos de la sostenibilidad en el sector transportes, sus externalidades y sus impactos	RA1, RA2
IL8	Sí	Conoce las técnicas de gestión que aporta la sociedad de la información.	RA2

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Participación en clase y resolución interactiva de ejercicios y casos prácticos **10%**

Descripción: Consiste en evaluar el grado y la calidad de la participación del alumno en clases magistrales, prácticas y en conferencias de invitados, así como de ejercicios y casos prácticos

Criterios de calificación: El profesor calificará en función de las notas que tome en clase sobre la participación y el interés de los alumnos.

Momento y lugar: En clase, a lo largo del curso.

PE2. Resolución individual/autónoma asistida de casos prácticos **10%**

Descripción: Consiste en resolver una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos que se realizarán en 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.

Momento y lugar: En clase, a lo largo del curso.

PE3. Laboratorio de Transportes **20%**

Descripción: Realización de trabajos en grupo diseñando soluciones innovadoras a problemas de transporte

Criterios de calificación: Los trabajos finales y su defensa pública se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: En las clases de Laboratorio a lo largo del curso y en la prueba final de defensa de los trabajos por parte de los componentes de cada grupo.

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

PE3. Examen final **60%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 2 horas.

La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico.

La segunda parte, está formada por ejercicios de carácter práctico.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la mayor de las dos alternativas siguientes:

- Para los alumnos que hayan asistido a un 80% de las clases, la suma ponderada de las cuatro partes de la evaluación.
- Para todos los alumnos, la calificación que hubiera obtenido el alumno mediante el método de evaluación "sólo prueba final" descrito a continuación.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno no superase la asignatura mediante evaluación continua en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Planificación de Sistemas de Transporte <ul style="list-style-type: none"> 1.1. El sector transportes: evolución y tendencias 1.2. Características de los modos y la multimodalidad 1.3. Comportamiento espacial y temporal de la movilidad 1.4. Política de transportes de la UE 1.5. Planes de Transporte en España 1.6. Criterios de planificación de redes de transporte 	IL1
Tema 2. El mercado de transportes <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Regulación del mercado, competencia y liberalización 2.2. La prestación de servicios de transporte. Marco legal. 2.3. El transporte de mercancías. Logística. 2.4. El transporte de viajeros como servicio público. 2.5. Transporte urbano. 	IL1, IL2
Tema 3. La demanda de transporte <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Información estadística de los modos de transporte 3.2. Encuestas de movilidad: diseño y explotación 	IL3, IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
3.3. Modelización de las redes de transporte	
3.4. Modelos de elección discreta en basados en la utilidad	
3.5. Prognosis y gestión de la demanda de transportes	
Tema 4. Principios de Economía del Transporte	IL2, IL5, IL7
4.1. El mercado de transporte y el óptimo económico	
4.2. Estructuras de costes según modos	
4.3. Precios y tarifas	
4.4. Costes externos del transporte y su internalización	
4.5. La gestión de las empresas de transporte	
Tema 5. Financiación de Infraestructuras y Servicios	IL6
5.1. Sistemas de financiación de infraestructuras	
5.2. Financiación de los servicios de transporte	
5.3. Gestión y Financiación del Transporte Urbano	
Tema 6. Sostenibilidad y Desarrollo	IL1,IL7,IL8
6.1. Los retos de la sostenibilidad en el sector transporte	
6.2. Políticas de cohesión territorial y social	
6.3. Medio ambiente y calidad de vida	
6.4. La gestión del transporte en la sociedad de la información	

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 las capacidades del alumno. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándolo a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones.

Clases prácticas:

Las clases prácticas servirán 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 adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Laboratorio de Transporte – Prácticas en grupo:

El Laboratorio de Transporte consistirá en el análisis en grupos de las tecnologías y soluciones de transporte. Se orientarán a desarrollar las capacidades de búsqueda y análisis de información, discusión con los otros miembros del grupo redacción de un documento de conclusiones, así como su presentación y defensa pública.

Laboratorio de Transporte – Práctica de modelos:

Se realizará una práctica con modelos de demanda de transportes

Sesiones profesionales

Se invitará a profesionales del sector transportes a impartir conferencias sobre la aplicación práctica del contenido de la asignatura.

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:

The Transport System: markets, modes and policies. Tim Powell. London, 2001. Ed. PTRC.

Transport Economics. Kenneth J. Button. Edward Elgar, UK, 1993

Bibliografía complementaria:

Transport Economics – Kenneth J. Button – Edward Elgar P.C., England, 1993.

Modelos de Transporte (Transport Modelling) – Juan de Dios Ortuzar, Luis Willumsem, Universidad de Cantabria, 2008

European Transport Economics. Jacob Polak, Arnold Heertje. CEMT, París, 2001

Economía del Transporte – Ginés de Rus et al. Ed. Antonio Bosch, Barcelona, 2003

Privatization and Regulation of Transport Infrastructure. Antonio Estache, Ginés de Rus. World Bank, Washington, 2000.

El Economista Camuflado. Tim Harford. Oxford University Press, 2006.

Transportes: un enfoque integral. Izquierdo, R. et al. (2001). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Recursos Web:

Encuesta Movilia 2006/07– Ministerio de Fomento - www.fomento.es

Observatorio del Transporte y la Logística - www.observatoriotransporte.fomento.es

Observatorio de la Movilidad Metropolitana – www.observatoriomovilidad.es

Área virtual UPM (MOODLE)

Equipamiento específico:



Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio tema 1 2 h 15 min			5 h 15 min
2	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 2 h 10 min		Conferencia 1 h 15 min	5 h 25 min
3	Tema 2 2 h		Trabajo en grupo 2 h	Estudio tema 2 2 h 10 min		Conferencia 1 h 15 min	7 h 25 min
4	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 2 h 10 min		Visita Técnica 2 h 30 min	6 h 40 min
5	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h	Trabajo en grupo 2 h	Estudio tema 3 3 h 15 min			8 h 15 min
6	Tema 3 1 h		Práctica Modelos 2 h	Estudio tema 3 3 h 35 min			6 h 35 min
7	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h	Trabajo en grupo 2 h	Estudio tema 3 2 h 15 min			7 h 15 min
8	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 2 h 15 min			5 h 15 min
9	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h	Trabajo en grupo 2 h	Estudio tema 4 2 h 15 min			7 h 15 min
10	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 2 h 10 min		Conferencia 1 h 15 min	5 h 25 min
11	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h	Trabajo en grupo 2 h	Estudio tema 5 2 h 15 min			7 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 2 h 10 min		Conferencia 1 h 15 min	5 h 25 min
13	Tema 5 1 h	Tema 5 2 h	Trabajo en grupo 2 h	Estudio tema 5 2 h 15 min			7 h 15 min
14	Tema 6 3 h			Estudio tema 8 2 h 15 min			5 h 15 min
15	Repaso 1 h		Trabajo en grupo 2 h	Estudio y preparación Examen Final 11 h 05 min			14 h 05 min
Hasta el examen				Estudio y preparación examen final 12 h 30 min	Examen final 5 h		17 h 30 min
Horas	29 h	7 h	16 h	57 h	5 h	7 h 30 min	121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro en el que se presenta el calendario académico.

Termomecánica de Medios Continuos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000365	4,5	Formación científica	Común	Español
Nombre en inglés	Continuum Thermomechanics			
Materia	Termomecánica de medios continuos			
Departamento	Ciencia de los Materiales			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Andrés Valiente Cancho	Pte.	Todos	L (16:00 - 20:00) M (13:00 - 14:00) M (18:00 - 19:00)	Lº Física	andres.valiente@upm.es
Jaime Planas Rosselló	Secr.	Todos	L (18:00 - 20:00) M (18:00 - 20:00) X (16:00 - 18:00)	Lº Física	jaimе.planas@upm.es
José Miguel Atienza Riera	Vocal	Todos	M (18:00 - 20:00) J (10:00 - 14:00)	Lº Física	josemiguel.atienza@upm.es
Beatriz Sanz Merino		Todos	M (12:00 - 14:00) J (12:00 - 14:00) V (12:00 - 14:00)	Lº Física	beatriz.sanz@upm.es
Mihaela Iordachescu		Todos	L (11:30 - 13:30) X (16:00 - 18:00) V (12:00 - 14:00)	Lº Física	mihaela.iordachescu@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:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil

Código	Competencia
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales
CE20	Comprensión y dominio de las leyes de la termomecánica de los medios continuos y capacidad para su aplicación en ámbitos propios de la ingeniería como son la mecánica de fluidos, la mecánica de materiales, la teoría de estructuras, etc.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica con carácter predictivo las leyes generales de la termomecánica de los medios continuos en mecánica de fluidos, mecánica de sólidos y materiales, mecánica de suelos y teoría de estructuras.	CGP1, CGP6, CGP18, CE20, CE33, CE39, CT2, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce, interpreta y aplica los modelos teóricos que describen y cuantifican el movimiento, las fuerzas internas y los efectos térmicos en los medios continuos.	RA1
IL2	Sí	Conoce, interpreta y aplica los principios de la Mecánica y de la Termodinámica a los medios continuos.	RA1
IL3	Sí	Conoce, interpreta y aplica los modelos teóricos que describen las ecuaciones constitutivas y las simetrías materiales de los medios continuos.	RA1
IL4	Sí	Conoce, interpreta y aplica los modelos teóricos que resultan de combinar los principios de la Mecánica y de la Termodinámica con las ecuaciones constitutivas específicas de los fluidos, sólidos hookeanos, sólidos elásticos no lineales y sólidos elástoplásticos.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Ejercicios de clase

10%

Descripción: Resolución de problemas propuestos a través del Aula Virtual (MOODLE).

Criterios de calificación: El profesor otorgará una puntuación entre 0 y 10 puntos por participación y calidad en la realización los problemas propuestos.

Momento y lugar: Aula Virtual (MOODLE) con plazos y condiciones y plazos que se anunciarán al principio de curso.

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

PE2. Prueba intermedia de resolución autónoma de ejercicios y problemas 35%

Descripción: A mitad del semestre, el estudiante deberá resolver individualmente y por escrito 2 problemas del tipo de los resueltos en las clases de ejercicios impartidas en ese periodo.

Criterios de calificación: La prueba dedicada a los problemas de clase se puntuará de 0 a 35.

Momento y lugar: En el aula de exámenes, el día hora que asigne la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final 55%

Descripción: El examen final consistirá en 2 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase.

Criterios de calificación: El examen final se calificará de 0 a 55 puntos.

Momento y lugar: El examen final se realizará en el aula de exámenes en la fecha y hora que determine la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final de la asignatura será la mayor de las que resulten de sumar las puntuaciones obtenidas por ejercicios de clase, por prueba intermedia de problemas, por examen final, o de multiplicar esta última por 100/55. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 50.

Ninguna de las calificaciones parciales obtenidas en una edición de la asignatura será consolidable para ediciones futuras.

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción: Tanto el examen final ordinario como el examen final extraordinario consistirán en 2 ejercicios de aplicación de la teoría explicada en clase.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios de los exámenes ordinario y extraordinario tendrán igual peso en la calificación del examen. Ambos exámenes se calificarán de 0 a 10 puntos.

Momento y lugar: Los exámenes ordinario y extraordinario se realizarán en el aula de exámenes en la fecha y hora que determine la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. El medio continuo como sistema mecánico.	IL1
1.1. Movimiento de medios continuos. Materiales	
1.2. Conservación de la masa. Arrastre	
1.3. Fuerzas exteriores en medios continuos	
1.4. Fuerzas interiores en medios continuos	
Tema 2. Cinemática lagrangiana de medios continuos.	IL1
2.1. Configuraciones de un medio continuo	
2.2. Descripción lagrangiana del movimiento de un medio continuo	
2.3. Tensor de deformación local	
2.4. Deformaciones de un medio continuo	
2.5. Tensores de Cauchy–Green	
Tema 3. Régimen de pequeñas deformaciones.	IL1
3.1. Campo de desplazamientos	
3.2. Condición de pequeñas deformaciones	
3.3. Tensor de pequeñas deformaciones	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
3.4. Ecuaciones de compatibilidad	
Tema 4. Cinemática euleriana de medios continuos.	IL1
4.1. Campos de velocidades y aceleraciones de un medio continuo	
4.2. Tensor velocidad de deformación	
4.3. Ecuación de continuidad	
4.4. Movimientos de sólido rígido	
Tema 5. Fuerzas internas en medios continuos.	IL1
5.1. Tensiones	
5.2. Tensor de tensiones de Cauchy	
5.3. Tracción, compresión y corte simples	
5.4. Estados de tensión cilíndrico y esférico	
5.5. Estados de tensión uniaxial, biaxial y triaxial	
Tema 6. Teoremas de la Mecánica para medios continuos.	IL1, IL2
6.1. Teorema del momento lineal	
6.2. Teorema del momento angular	
6.3. Simetría del tensor tensiones: tensiones y direcciones principales	
6.4. Tensiones estáticamente determinadas	
6.5. Teorema de la energía	
6.6. Teorema de las potencias virtuales	
6.7. Tensores de tensión de Piola-Kirchhoff	
Tema 7. Calor y temperatura en medios continuos.	ILI
7.1. Intercambios de calor en medios continuos	
7.2. Campo de temperaturas de un medio continuo	
7.3. Conducción de calor en medios continuos	
7.4. Ley de Fourier de conducción de calor	
Tema 8. Leyes de la Termodinámica para medios continuos.	IL2
8.1. Primer principio de la Termodinámica para medios continuos	
8.2. Energía interna de medios continuos	
8.3. Segundo principio de la Termodinámica para medios continuos	
8.4. Entropía de medios continuos	
8.5. Desigualdad de Clausius–Duhem. Disipación interna.	
Tema 9. Ecuaciones constitutivas de medios continuos.	IL3
9.1. Determinismo, acción local y objetividad	
9.2. Materiales simples	
9.3. Objetividad de magnitudes físicas y ecuaciones constitutivas	
9.4. Ligaduras internas en materiales simples	
Tema 10. Simetrías materiales de medios continuos.	IL3
10.1. Configuraciones de referencia indistinguibles: condición de Noll	
10.2. Grupos de configuraciones de referencia indistinguibles	
10.3. Sólidos, fluidos y cristales fluidos	
10.4. Sólidos isótropos	
Tema 11. Fluidos.	IL4
11.1. Ecuaciones constitutivas de los fluidos	
11.2. Fluidos stokesianos. Incompresibilidad	
11.3. Fluidos newtonianos. Incompresibilidad	
11.4. Ecuaciones fundamentales de la Mecánica de fluidos	
Tema 12. Sólidos elásticos isótropos.	IL4
12.1. Ecuaciones constitutivas de los sólidos elásticos	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
12.2. Ecuaciones constitutivas de los sólidos elásticos isótropos 12.3. Ecuaciones constitutivas de los sólidos elastoméricos 12.4. Termomecánica de sólidos elastoméricos	
Tema 13. Termomecánica de sólidos hookeanos.	
13.1 Propiedades del material hookeano 13.2 Deformación mecánicas y térmicas del material hookeano 13.3 Ecuaciones constitutivas termomecánicas del material hookeano 13.4 Funciones termodinámicas del material hookeano	
Tema 14. Sólidos elastoplásticos isótropos.	IL4
14.1 Comportamiento del sólido elastoplástico isótropo bajo tensión uniaxial 14.2 Criterios de plastificación 14.3 Ecuaciones constitutivas del sólido elastoplástico isótropo 14.4 Ecuaciones de Prandtl-Reuss	

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá e ilustrará con referencias concretas los conceptos, principios, desarrollos lógicos, resultados y métodos de aplicación de los modelos teóricos cuya asimilación confiere las competencias transversales y específicas de la asignatura. Asimismo estimulará la intervención del estudiante en la exposición mediante invitaciones abiertas a reflexionar públicamente sobre contenidos locales de las explicaciones.

Clases prácticas:

El profesor expondrá y debatirá con los estudiantes la resolución de problemas de aplicación de la teoría que requieran el ejercicio de las competencias a adquirir en la asignatura. El rigor lógico en la resolución de los problemas y su rigurosa continuidad con las explicaciones teóricas serán cuidados con el máximo detalle. Los enunciados de los problemas a resolver en cada clase serán conocidos de antemano por el estudiante.

Prácticas de laboratorio o de campo:

La asignatura no incluye prácticas de laboratorio.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá examinar en profundidad los problemas resueltos en clase para ubicarlos en su contexto teórico adecuado, y para constatar reflexivamente el pleno soporte lógico y metodológico que el modelo teórico aporta a la resolución. Con este bagaje deberá abordar por sí solo la resolución de los problemas propuestos por el profesor como continuación de los resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

Los ejercicios de entrega telemática serán iguales para todos los estudiantes, aunque con datos personalizados. Se persigue con ello fomentar el intercambio y contraste de conocimientos como estímulo del aprendizaje en grupo que complemente y facilite el aprendizaje individual.

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:

E. M. Gurtin, E. Friedy L. Anand (2010). *The Mechanics and Thermodynamics of Continua*. Cambridge University Press.

V. Sánchez Gálvez (1998). *Comportamiento plástico de materiales* Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, Madrid.

A. Valiente (2014). *Comportamiento mecánico de materiales. Elasticidad y Viscoelasticidad*, García-Maroto Editores.

Bibliografía complementaria:

C. Truesdell, W. Noll y S. S. Antman (2004), *The non-linear field theories of mechanics*, Springer.

J. Salençon (2001), *Handbook of Continuum Mechanics*, Springer

R. W. Odgen (1998), *Non-Linear Elastic Deformations*, Dover.

K. D. Hjelmstad (2005), *Fundamentals of Structural Mechanics*, Springer

R. Hill (1998), *Mathematical Theory of Plasticity*, Oxford Classic Texts in the Physical Sciences

P. Chadwick (1999), *Continuum Mechanics: Concise Theory and Problems*, Dover Books on Physics

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Ciencia de Materiales.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h 15 min			7 h 15 min
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h 15 min			7 h 15 min
3	Temas 3 y 4 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h 15 min			7 h 15 min
4	Temas 4 y 5 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 4 4 h 15 min			7 h 15 min
5	Tema 6 1 h	Tema 6 2 h		Estudio temas 5 y 6 4 h 15 min			7 h 15 min
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h 15 min			7 h 15 min
7	Temas 7 y 8 2 h	Temas 7 y 8 1 h		Estudio temas 7 y 8 4 h 15 min			7 h 15 min
8	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 6 h 15 min	Control intermedio 2 h		11 h 15 min
9	Tema 10 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 10 4 h 15 min			7 h 15 min
10	Temas 11 y 12 2 h	Tema 11 1 h		Estudio tema 11 4 h 15 min			7 h 15 min
11	Tema 12 2 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 12 4 h 15 min			7 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 13 2 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 13 4 h 15 min			7 h 15 min
13	Tema 14 2 h	Tema 13 1 h		Estudio tema 13 4 h 15 min			7 h 15 min
14	Tema 14 1 h	Temas 13 y 14 2 h		Estudio tema 14 4 h 15 min			7 h 15 min
15	Tema 14 1 h	Tema 14 2 h		Estudio tema 14 4 h 15 min			7 h 15 min
Hasta el examen				Estudio personal 5 h 45 min	Examen final 3 h		8 h 45 min
Horas	28 h	17 h		71 h 30 min	5 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Segundo Semestre

Economía

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000376	3	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Economics			
Materia	Economía Aplicada			
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Antonio López Corral	Pte	Todos	L (11-14) M (11-14)	Torre, 6ª	alopezcorral@telefonica.net
Vicente Alcaraz Castillo de Albornoz	Secr.	Todos	J y V (11-14)	Torre, 6ª	alcarazv@yahoo.com
Antonio Sánchez Soliño	Vocal	Todos	X (17-20) J (17-20)	Torre, 6ª	antonio.sanchezso@upm.es
Juan Molina Millán	Vocal	Todos	J y V (11-14)	Torre, 6ª	juan.molina@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:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.

Código	Competencia
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce los fundamentos económicos teóricos y metodológicos de las técnicas de financiación, planificación, explotación, y gestión empresarial y laboral aplicadas a las infraestructuras y servicios de ingeniería civil.	CGP1, CGP6, CGP17, CE33, CE37, CE40, CT2 y CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Aplica correctamente las herramientas metodológicas del análisis económico a las actividades de financiación, planificación, explotación y gestión de las infraestructuras y servicios de ingeniería civil.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Asistencia y ejercicios de clase	15%
--	------------

Descripción: Consiste en la asistencia a clase y la resolución de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase. También se valorará la participación en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media de todos los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Las cuestiones y ejercicios se plantearán, sin previo aviso, en una de las horas de clase. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase.

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

PE2. Examen final **85%**

Descripción. Consiste en un único examen, cuya duración será de unas 2 horas. Consistirá en varias preguntas de carácter teórico-práctico.

Criterios de calificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

En cualquier caso, para los alumnos de evaluación continua, la calificación final de la asignatura no será inferior a la obtenida en el examen final.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Será el mismo examen final que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación. El examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Conceptos básicos de economía	IL1
1.1. Introducción a la ciencia económica	
1.2. El modelo competitivo básico	
1.3. Los mecanismos de asignación de recursos	
1.4. El papel de los precios	
1.5. Curvas de demanda y oferta, y sus desplazamientos	
1.6. La elasticidad-precio de la demanda y de la oferta	
1.7. Interferencias en la ley de la oferta y la demanda	
1.8. La elección del consumidor	
1.9. Optimización de las decisiones de consumo, de trabajo y de ahorro	
Tema 2. Los costes de producción	IL1
2.1. Costes y factores de producción	
2.2. Costes a corto y largo plazo	
2.3. Costes y estructuras de los mercados	
2.4. Curvas isocuantas e isocostes	
2.5. Elección del proceso técnico de producción	
2.6. Aplicaciones al sector de ingeniería civil	
Tema 3. Estructuras de los mercados	IL1
3.1. La empresa en competencia perfecta	
3.2. Entrada, salida y oferta del mercado	
3.3. Oferta a corto y largo plazo	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
3.4. Monopolios y competencia imperfecta	
Tema 4. Objetivos e indicadores macroeconómicos	IL1
4.1. Definición y medición del Producto Interior Bruto	
4.2. El paro	
4.3. La inflación	
4.4. Crecimiento y productividad	
4.5. Determinantes de la productividad de la economía	
4.6. Costes del crecimiento económico	
Tema 5. Economía pública	IL1
5.1. Funciones económicas del sector público	
5.2. Los fallos del mercado	
5.3. Provisión de bienes públicos y externalidades	
5.4. Aplicación al caso de las infraestructuras	
5.5. Financiación del gasto público: principios de la imposición	
5.6. El gasto público y el déficit	
Tema 6. Economía y medio ambiente	IL1
6.1. Integración del medio ambiente en el análisis económico	
6.2. El modelo del "gap ecológico"	
6.3. Economía y política medioambiental	
6.4. Infraestructuras y medio ambiente	
Tema 7. El desarrollo económico	IL1
7.1. Datos básicos y explicaciones sobre el subdesarrollo	
7.2. Fracazos de la política económica	
7.3. El modelo asiático de desarrollo	
7.4. Redefinición del papel del Estado	
7.5. El papel de los países avanzados	
7.6. Perspectivas futuras	
Tema 8. Las obras públicas y la economía	IL1
8.1. Formación bruta de capital y el stock de capital público	
8.2. Efectos de las obras publicas en la economía	
8.3. Efectos a corto, medio y largo plazo	
8.4. Política Económica, política presupuestaria y política de obras públicas	
8.5. Efectos de las inversiones en obras públicas en las cuentas públicas	
8.6. Limitaciones de la política de infraestructuras	
8.7. La política de transporte de la UE y las redes transeuropeas	
Tema 9. Vías de provisión y financiación de las obras públicas	IL1
9.1. Vías directas e indirectas	
9.2. Tipologías contractuales de derecho público	
9.3. Tipologías contractuales de derecho patrimonial y privado	
9.4. Tipologías contractuales de derecho mixto	
Tema 10. Las colaboraciones público privadas en la provisión y financiación de las obras públicas	IL1
10.1. Las concesiones de obra pública y servicios públicos	
10.2. Las concesiones para el uso privativo del dominio público	
10.3. Las Sociedades de Economía Mixta	
10.4. El contrato de colaboración público privadas con diálogo competitivo	
10.5. Los arrendamientos operativos y financieros y el derecho de superficie	
Tema 11. Introducción a la evaluación de proyectos de inversión	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
11.1. Planteamiento general del análisis de inversiones 11.2. Análisis de riesgos en los proyectos de inversión 11.3. Rentabilidad de los proyectos de inversión	
Tema 12. Análisis Coste-Beneficio	IL1
12.1. Concepto de Análisis Coste-Beneficio 12.2. Agentes directamente implicados en el proyecto 12.3. Externalidades. Técnicas de valoración. Elección de la tasa de descuento. 12.4. Criterios de selección de proyectos	
Tema 13. Financiación de proyectos de inversión	IL1
13.1. Financiación por el proyecto 13.2. Financiación corporativa 13.3. Financiación en los mercados de capitales 13.4. Fondos de inversión 13.5. Hipoteca de la concesión 13.6. Titulización de los derechos de cobro 13.7. Las garantías de los acreedores. Cláusulas de aviso e intervención.	

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 del alumno de comprensión de los problemas económicos. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y en la resolución de una amplia variedad de problemas. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

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:

Stiglitz, Joseph (1998): "*Microeconomía*". Editorial Ariel. Barcelona

Stiglitz, Joseph (1998): "*Macroeconomía*". Editorial Ariel. Barcelona

López Corral, Antonio M. y Sánchez Soliño, A. (2000): “*Economía Pública e infraestructuras*”.
Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Madrid

López Corral, Antonio M. (2013): El Modelo Concesional Español. Fondo Multilateral de
Inversiones. Banco Inter Americano de Desarrollo

Bibliografía complementaria:

Ver la bibliografía relacionada en las obras arriba citadas.

Recursos Web:

Equipamiento específico:

Biblioteca de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 2 h 50 min			4 h 50 min
2	Tema 2 1 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 2 h 50 min			4 h 50 min
3	Tema 2 1 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 2 h 50 min			4 h 50 min
4	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 2 h 50 min			4 h 50 min
5	Tema 3 1 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 2 h 50 min			4 h 50 min
6	Tema 4 1 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 2 h 50 min			4 h 50 min
7	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 2 h 50 min			4 h 50 min
8	Tema 6 2 h			Estudio tema 6 2 h 50 min			4 h 50 min
9	Tema 7 1 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 2 h 50 min			4 h 50 min
10	Tema 8 2 h			Estudio tema 8 2 h 50 min			4 h 50 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 9 2 h			Estudio tema 9 2 h 50 min			4 h 50 min
12	Tema 10 2 h			Estudio tema 10 2 h 50 min			4 h 50 min
13	Tema 11 1 h	Tema 11 1 h		Estudio tema 11 2 h 50 min			4 h 50 min
14	Tema 12 1 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 12 2 h 50 min			4 h 50 min
15	Tema 13 1 h	Tema 13 1 h		Estudio tema 13 2 h 50 min			4 h 50 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 2 h 30 min		8 h 30 min
Horas	22 h	8 h		48 h 30 min	2 h 30 min		81 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Elasticidad Aplicada

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000372	6	Tecnología específica	Común	Español
Nombre en inglés	Applied Elasticity			
Materia	Elasticidad aplicada			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan Carlos Mosquera Feijóo	Presid	Todos	M y J 11:00-14:00	Lab. sistemas Inteligentes	mosquera@caminos.upm.es
José Merodio Gómez	Vocal	Todos	M y X 16:00-19:00	Planta 1ª	merodij@gmail.com
Carlos Zanuy Sánchez	Secr	Todos	J y V 11:00-14:00	Lab. Estructuras	czs@caminos.upm.es
Iván Muñoz Díaz		Todos	X y J 11:00-14:00	Lab. Estructuras	ivan.munoz@upm.es
Luis Plaza Beltrán		Todos	L y V 15:30-18:30	Lab. Estructuras	lplazabeltran@gmail.com
Antonio Madrid Ramos		Todos	J 10:30-13:30 V 16:00-19:00	Lab. Estructuras	antoniojose.madrid@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:

Modelos Matemáticos para sistemas de Ingeniería Civil.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Análisis matemático. Cálculo diferencial e integral. Álgebra vectorial y tensorial. Análisis vectorial y tensorial. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Mecánica. Resistencia de materiales. Cálculo de estructuras. Termomecánica de medios continuos.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
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.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE22	Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.
CE23	Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Modela y dimensiona elementos estructurales aplicando la teoría clásica de la elasticidad, mediante métodos analíticos y numéricos.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23,CE37, CE38,CE39, CT2,CT8
RA2	Modela y dimensiona elementos estructurales considerando la plastificación de secciones, mediante métodos analíticos y numéricos.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23,CE37, CE38,CE39, CT2,CT8

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA3	Modela y dimensiona elementos de elasticidad y estructurales sometidos a acciones estáticas mediante el método numérico de los Elementos Finitos.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23,CE37, CE38,CE39, CT2,CT8
RA4	Modela y dimensiona elementos de elasticidad y estructurales sometidos a acciones dinámicas mediante métodos analíticos y numéricos.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23,CE37, CE38,CE39, CT2,CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Plantea correctamente un problema elástico en movimientos y tensiones.	RA1
IL2	Sí	Resuelve problemas elásticos en 2D y 3D que se presentan en ingeniería civil.	RA1
IL3	Sí	Plantea y resuelve el estado tensodeformacional de una sección en el rango elasto-plástico.	RA2
IL4	Sí	Plantea y resuelve correctamente problemas estáticos con elementos de elasticidad y elementos estructurales por Elementos Finitos.	RA3
IL5	Sí	Plantea y resuelve problemas estructurales dinámicos utilizando métodos analíticos y numéricos.	RA4

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Trabajos de clase, resolución interactiva de ejercicios, casos prácticos y 10% controles

Descripción. Se valorará el trabajo de clase mediante el control estadístico de asistencia y la recogida de ejercicios propuestos y resueltos por el alumno.

Criterios de calificación. Se valorará cada uno de los ejercicios realizados en clase, así como los controles de asistencia. La valoración de PE1 se hará sobre 10 puntos.

Momento y lugar: Durante las clases.

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

PE2. Exámenes parciales **90%**

Descripción. Consiste en la resolución individual de ejercicios de carácter teórico o práctico de la materia tratada en clase hasta ese momento. Habrá dos exámenes parciales durante el curso. La duración de cada examen será de 2 a 3 horas.

Criterios de calificación. Cada uno de los dos exámenes se valorará sobre 10 puntos. La calificación será la media ponderada de las calificaciones de los ejercicios propuestos en el mismo. En el propio examen se indicará el coeficiente de ponderación de cada uno de los ejercicios.

Aprobarán la asignatura, sin necesidad de acudir al examen final, los alumnos cuya calificación ponderada de PE1 (10%) y PE2 (90%) sea igual o superior a 5. En ningún caso la calificación será inferior a la media de los parciales.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final **90%**

Descripción. Consiste en un único examen cuya duración será entre 3 y 4 horas. Este examen estará formado por ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a la totalidad de la materia impartida.

Criterios de calificación. Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La nota del examen será la media ponderada de las calificaciones de los ejercicios propuestos en el examen. En el propio examen se indicará el coeficiente de ponderación de cada uno de los ejercicios.

Aprobarán la asignatura los alumnos cuya calificación ponderada de PE1 (10%) y PE3 (90%) sea igual o superior a 5. En ningún caso la calificación será inferior a la obtenida en el examen final.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Los alumnos de evaluación continua que no aprueben la asignatura tras el examen final deben acudir a la convocatoria extraordinaria. La calificación en dicha convocatoria se obtendrá utilizando los mismos criterios indicados anteriormente, para lo cual se mantienen las notas de las pruebas PE1 obtenidas en ese curso (no son válidas las obtenidas en cursos anteriores).

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un único examen, que coincidirá con el PE3 descrito para la evaluación continua.

Criterios de calificación. Coinciden con los descritos en el PE3 para evaluación continua.

Momento y lugar: Lo determinará la Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a cinco, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Elasticidad lineal.	
Tema 1. Elasticidad 3D	IL1, IL2
Tensores de tensiones y deformaciones. Componentes de tensión. Relaciones tensoriales. Ecuaciones de equilibrio y de compatibilidad. Ecuaciones constitutivas de Hooke y Lamé.	
Tema 2. Elasticidad 2D	IL1, IL2
Tensión plana y deformación plana. Estado tensional alrededor de un punto: circunferencia de Mohr.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 3. Soluciones al problema elástico (I) Solución en movimientos. Solución mediante el método de elementos finitos.	IL1, IL2
Tema 4. Soluciones al problema elástico (II) Solución en tensiones. Función de Airy. Formulaciones en coordenadas cartesianas y polares.	IL1, IL2
Tema 5. Aplicaciones prácticas Problemas del tubo, del taladro, de la cuña,...	IL1, IL2
Tema 6. Torsión Soluciones de Coulomb, Saint Venant y de Prandtl.	IL1, IL2
Tema 7. Formulación energética de la elasticidad lineal Método de Rayleigh-Ritz. Fundamentos del Método de los elementos finitos. Elasticidad Unidimensional. Elasticidad Bidimensional.	IL4
Tema 8. Elastodinámica. Propagación de ondas Ecuación de ondas. Tipos de propagación. Solución	IL5
Tema 9. Introducción a la viscoelasticidad Modelo de Maxwell. Modelo de Kelvin-Voigt	IL3
Tema 10. Introducción al comportamiento elastoplástico de sólidos Principios de la teoría de la Plasticidad. Espacio de tensiones principales. Criterios de fallo. Las ecuaciones de Prandtl-Reuss. Modelos reológicos de fricción.	IL3
Capítulo II. Comportamiento elastoplástico de una estructura.	
Tema 11. Plasticidad por esfuerzo axial Distribución de esfuerzos. Cargas de colapso ante esfuerzo axial.	IL3
Tema 12. Plasticidad por flexión pura Diagrama momento-curvatura. Cálculo de movimientos	IL3
Tema 13. Plasticidad por flexión compuesta Plastificación parcial; diagrama de interacción. Cálculo de movimientos.	IL3
Tema 14. Plastificación por flexión simple Diagrama de interacción momento-cortante. Ámbito de aplicación.	IL3
Tema 15. Mecanismos de colapso Mecanismos de colapso.	IL4

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. También expondrá e ilustrará los principales métodos de cálculo de las tipologías estructurales objeto de la asignatura.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y en la resolución de una amplia variedad de problemas

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por entender los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

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:

- Fernández Díaz-Munio, R. *Breviario de elasticidad* Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Colección Escuelas, 1996
- Fernández Díaz-Munio, R. *Plasticidad abreviada* Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Servicio de Publicaciones, 2001
- Samartín Quiroga, A. *Curso de elasticidad* Ed. Bellisco, 1990
- Oñate, E. *Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos. Análisis Estático Lineal* Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, 1992
- Ortiz Berrocal, L. *Elasticidad* Mac Graw-Hill, 3ª ed, 1998
- Oliver Olivella, J., Agelet de Saracibar Bosch, C. *Mecánica de medios continuos para ingenieros. Ediciones UPC, 2000*

Bibliografía complementaria:

- Bathe, K.J. *Finite Element Procedures in Engineering Analysis* Prentice Hall, Inc., 1982
- Benito, C. *Cálculo plástico. Vigas y pórticos* Tipografía Artística, 1966
- Hinton, E. y Owen, D.R.J. *Introduction to Finite Element Computations* Pineridge Press, 1980
- Irvine, H.M. *Structural Dynamics for the practicing engineer* Routledge, 1986
- Timoshenko, S.P. y Goodier, J. *Teoría de la elasticidad* Ed. Urmo, Bilbao, 1968
- Torroja, E. *Elasticidad*. Ed. Dossat, Madrid, 1963
- Zienkiewicz, O.C. *El Método de los Elementos Finitos: Formulación básica y problemas lineales* McGraw-Hill, 1993

Recursos Web:

- Página web de la asignatura: <http://ingstruct.mecanica.upm.es>
- En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras



Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 1 3 h			7 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 2 h		Estudio temas 1 y 2 3 h			7 h
3	Tema 3 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 3 h			7 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 2 h		Estudio tema 4 3 h			7 h
5	Tema 5 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 3 h			7 h
6	Tema 6 2 h	Tema 6 2 h		Estudio temas 5 y 6 3 h			7 h
7	Tema 7 2 h	Tema 7 2 h		Estudio tema 7 3 h			7 h
8	Tema 8 2 h	Tema 8 2 h		Estudio temas 7 y 8 3 h			7 h
9				Estudio temas 1 a 8 14 h	Examen parcial Temas 1 a 8 1 h		15 h
10	Tema 9 2 h	Tema 9 2 h		Estudio tema 9 3 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 10 2 h	Tema 10 2 h		Estudio tema 10 3 h			7 h
12	Tema 11 2 h	Tema 11 2 h		Estudio tema 11 3 h			7 h
13	Tema 12 2 h	Tema 12 2 h		Estudio tema 12 3 h			7 h
14	Tema 13 2 h	Tema 13 2 h		Estudio tema 13 3 h			7 h
15	Tema 14 2 h	Tema 14 2 h		Estudio tema 14 3 h			7 h
16	Tema 15 2 h	Tema 15 2 h		Estudio tema 15 3 h			7 h
17				Estudio temas 9 a 15 14 h	Examen parcial temas 9 a 15 1 h		15 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 21 h	Examen final 3 h		24 h
Horas	30 h	30 h		97 h	5 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Hidráulica Técnica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000366	6	Formación científica	Común	Español
Nombre en inglés	Applied hydraulics.			
Materia	Hidráulica técnica			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Luis Garrote de Marcos	Pte	Todos	M (9-11) J y V (16-18)	Lab. Sist. Inteligentes	<i>l.garrote@upm.es</i>
Jaime García Palacios	Secr.	Todos	X (14-17) J (10:30-13:30)	Lab. Hidráulica	<i>jaime.garcia.palacios@upm.es</i>
David Santillán Sánchez	Vocal	Todos	M y X (9-11) J (16-18)	Planta 10	<i>santillan@caminos.upm.es</i>
Luis Cueto Felgueroso		Todos	L (16-18) J y V (9-11)	Lab. Sist. Inteligentes	<i>luis.cueto@upm.es</i>

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil, Termomecánica de medios continuos

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP13	Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).

Código	Competencia
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales
CE20	Comprensión y dominio de las leyes de la termomecánica de los medios continuos y capacidad para su aplicación en ámbitos propios de la ingeniería como son la mecánica de fluidos, la mecánica de materiales, la teoría de estructuras, etc.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprende y domina los principios y las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos.	CGP6 CGP18 CE20, CT2
RA2	Aplica los modelos de hidráulica técnica fundamentados en la mecánica de fluidos para la resolución de problemas complejos de infraestructuras hidráulicas.	CGP18, CE20, CE35 CE37
RA3	Comprende y domina el funcionamiento de los sistemas de conducciones en presión y lámina libre, incluyendo máquinas hidráulicas.	CGP1 CGP13 CE35, CT5
RA4	Conoce y comprende las ecuaciones que describen el movimiento de fluidos en el medio natural, incluyendo transporte de partículas y contaminantes.	CGP6 CGP15 CGP18 CE20
RA5	Aplica los principios de la hidráulica técnica al diseño, cálculo y explotación de obras y aprovechamientos hidráulicos.	CGP1 CGP13 CE35, CT5
RA6	Aplica los principios de la hidráulica técnica al estudio de los efectos medioambientales de obras de ingeniería civil.	CGP1 CGP15 CE37, CT5
RA7	Desarrolla capacidad autónoma de comprensión y análisis de problemas complejos mediante métodos matemáticos y experimentales.	CGP6, CT2 CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe las leyes que rigen el movimiento de los fluidos ideales y reales y estima el orden de magnitud de los términos que intervienen en las ecuaciones.	RA1
IL2	No	Conoce los principios básicos del análisis dimensional y su aplicación al ensayo en modelo reducido de obras de ingeniería hidráulica	RA2
IL3	No	Valora la importancia práctica la turbulencia y conoce los modelos matemáticos que la describen.	RA1
IL4	Sí	Comprende el funcionamiento hidráulico de las tuberías y los fenómenos que originan pérdida de carga y cavitación.	RA3
IL5	Sí	Comprende los principios en que se basa el cálculo de redes de tuberías y domina los métodos de resolución, aplicándolos a situaciones complejas.	RA2, RA5
IL6	Sí	Conoce los principios de funcionamiento de la maquinaria hidráulica y está capacitado para el diseño y cálculo de las conducciones donde se utilizan.	RA2, RA5
IL7	Sí	Comprende los principios físicos que originan los fenómenos de oscilación en masa y golpe de ariete.	RA1, RA2
IL8	Sí	Calcula por métodos aproximados y numéricos las consecuencias de la maniobra brusca de válvulas en instalaciones de tuberías en presión y conoce los mecanismos de protección.	RA5, RA7
IL9	Sí	Comprende los principios en que se basa el cálculo de canales en régimen permanente variado y conoce los métodos de resolución, aplicándolos a casos complejos.	RA2, RA5
IL10	No	Conoce los métodos de resolución de las ecuaciones del régimen variable en lámina libre.	RA1, RA6
IL11	No	Maneja programas de ordenador de cálculo hidráulico, con conocimiento de su campo de aplicación y dominio de sus limitaciones.	RA5, RA2
IL12	Sí	Comprende los fenómenos que intervienen en el movimiento del agua en el medio natural: ríos, lagos, estuarios, costas y acuíferos, incluyendo la erosión y el transporte de sedimentos y contaminantes.	RA4, RA6
IL13	No	Describe las técnicas de integración parcial de las ecuaciones tridimensionales para analizar fenómenos en una y dos dimensiones y valora las aproximaciones realizadas.	RA4, RA7

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Ejercicios de clase	10%
---------------------------------	------------

Descripción: Consiste en la participación activa en clase y la respuesta a preguntas que se hicieran individualmente, así como en la resolución de los ejercicios en clase.

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

Criterios de calificación: La participación activa se evaluará mediante la calificación de los apuntes de clase, que serán entregados por el alumno para su evaluación. La calificación de la prueba será la media entre la calificación de participación y la media de las calificaciones obtenidas en las preguntas y ejercicios de clase, siempre que se hayan realizado al menos un 80% de las evaluaciones de clase. En caso contrario, esta prueba se calificará con 0.

Momento y lugar: Los ejercicios de clase se podrán proponer, sin previo aviso, en alguna de las clases ordinarias y se realizarán en la propia aula de clase

PE2. Control al final de bloques temáticos 30%

Descripción: Consiste en un conjunto de pruebas objetivas realizadas a lo largo del curso. Cada control estará formado por preguntas de carácter teórico y/o práctico relativas a una parte del temario. Cada control se realizará en el horario de una clase ordinaria de la asignatura y tendrá como máximo la duración de dicha clase.

Criterios de calificación: Cada control se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las calificaciones de los controles efectuados, exceptuando el de menor calificación.

Momento y lugar: Cada control se realizará en una fecha prefijada, dentro del horario ordinario de una clase de la asignatura. Se realizará en la propia aula de clase (o en el aula de exámenes).

PE3. Examen parcial 30%

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración será de 2 - 2,5 horas.

Criterios de calificación: El examen se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final 30% o 60%

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 1- 1,5 horas. La primera parte está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico correspondientes a los temas relativos al examen parcial. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan realizado el examen parcial. Si un alumno realizó el examen parcial y se presenta a esta parte del examen final su calificación en esta parte será la mayor entre la obtenida en el examen parcial y la obtenida en esta parte del examen final.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura no incluidos en el examen parcial. Todos los alumnos deben examinarse de esta parte.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de las notas obtenidas en los ejercicios. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 60% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 30%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que sólo hayan realizado la segunda parte del examen final: PE1 (10%), PE2 (30%), PE3 (30%) y PE4 (30%).
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (10%), PE2 (30%) y PE4 (60%), siempre que la calificación de PE4 no sea inferior a 3,5.
- Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido el alumno mediante el método de evaluación "sólo prueba final" descrito a continuación. A estos efectos, para los alumnos que no hayan realizado la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el examen parcial.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

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

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Mecánica de fluidos.	IL1, IL2
1.1. Repaso de ecuaciones básicas.	IL3
1.2. Turbulencia. Ecuaciones de Reynolds. Cierre de la turbulencia	
1.3. Hidráulica experimental: análisis dimensional y semejanza	
1.4. Movimiento junto al contorno, fricción y capa límite.	
1.5. Fenómenos de transporte. Mezcla turbulenta.	
Tema 2. Sistemas de conducciones en presión.	IL4, IL5
2.1. Fricción en tuberías: Fórmula de Colebrook.	IL6
2.2. Redes de tuberías: Equipamiento y cavitación.	
2.3. Redes de tuberías: Análisis numérico.	
2.4. Máquinas hidráulicas: Ecuación de Euler y curva característica.	
2.5. Máquinas hidráulicas: Semejanza y cavitación. Velocidad específica.	
Tema 3. Transitorios en conducciones en presión.	IL7, IL8
3.1. Régimen variable en tuberías: Método de columna rígida.	
3.2. Régimen variable en tuberías: Concepto de golpe de ariete.	
3.3. Solución simplificada: Cierre instantáneo y progresivo.	
3.4. Modelos numéricos de transitorios: Funciones de onda.	
3.5. Modelos numéricos de transitorios: Método de características.	
3.6. Golpe de ariete en impulsiones y dispositivos antiarriete.	
Tema 4. Conducciones en lámina libre.	IL9
4.1. Análisis de fenómenos locales: Energía específica.	IL10
4.2. Curva de Koch y obras de toma.	
4.3. Diseño y cálculo de estructuras hidráulicas en lámina libre.	
4.4. Régimen variable en canales: Ecuaciones de Saint Venant.	
4.5. Modelos numéricos en canales: Método de características.	
Tema 5. Hidráulica en el medio natural.	IL11
5.1. Inicio de la erosión. Erosión local. Fórmulas de resistencia.	IL12
5.2. Transporte de sedimentos. Carga de fondo y carga en suspensión.	IL13
5.3. Modelos de calidad de agua.	
5.4. Modelos 2D. Ecuaciones integradas en la horizontal y vertical.	
5.5. Modelos 3D. Mecánica de fluidos computacional.	

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 adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos tomando como modelo los resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Osuna. (2001). *Hidráulica. Hidráulica Técnica y Mecánica de Fluidos*. Servicio de Publicaciones Colegio ICCP. Colección Escuelas.

Chadwick, Morfett y Borthwick. (2004). *Hydraulics in Civil and Environmental Engineering*. Spon Press.

Bibliografía complementaria:

Ven Te Chow. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw Hill.

Sotelo. (2003). *Hidráulica general. Volumen 1-Fundamentos*. Ed. Limusa.

Crespo (2006) *Mecánica de fluidos*. Thompson.

Gerhart, Gross y Hochstein. (1995). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Addison Wesley.

Brater, King, Lideel y Wei. (1996). *Handbook of Hydraulics*. McGraw Hill.

Webber. (1995). *Fluid Mechanics for Civil Engineers*. Chapman Hall.

Novak, Moffat, Nalluri y Narayanan. (2001). *Hydraulic Structures*. Spon Press.

Vischer y Hager. (1999). *Dam Hydraulics*. Wiley.

Chanson. (2004). *Environmental Hydraulics of Open Channel Flows*. Elsevier.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1.1, 1.2 y 1.3 4 h			Estudio temas 1.1, 1.2 y 1.3 4 h			8 h
2	Temas 1.4, 1.5 y 2.1 3 h	Tema 2.1 1 h		Estudio tema 1.4, 1.5 y 2.1 4 h			8 h
3	Temas 2.2 y 2.3 2 h	Tema 2.2 2 h		Estudio tema 2.2 4 h			8 h
4	Tema 2.4 y 2.5 2 h	Tema 2.3 2 h		Estudio tema 2.3 4 h			8 h
5		Temas 2.4 y 2.5 3 h		Estudio temas 2.4 y 2.5. Preparación control 10 h	Control 1 h		14 h
6	Temas 3.1 y 3.2 2 h	Tema 3.1 2 h		Estudio tema 3.1 4 h			8 h
7	Temas 3.3 y 3.4 2 h	Temas 3.3 y 3.4 2 h		Estudio temas 3.2 y 3.3 4 h			8 h
8	Temas 3.5 y 3.6 2 h	Temas 3.4 2 h		Estudio tema 3.4 4 h			8 h
9		Tema 3.5 3 h		Estudio temas 3.5 y 3.6 Preparación control 10 h	Control 1 h		14 h
10	Temas 4.1 y 4.2 2 h	Tema 4.1 2 h		Estudio tema 4.1 4 h			8 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Temas 4.3 y 4.4 2 h	Temas 4.2 y 4.3 2 h		Estudio temas 4.2 y 4.3 4 h			8 h
12	Tema 4.5 2 h	Temas 4.3 y 4.5 2 h		Estudio tema 4.3, 4.4 y 4.5 4 h			8 h
13	Temas 5.1 y 5.2 2 h	Temas 5.1 y 5.2 2 h		Estudio temas 5.1 y 5.2 4 h			8 h
14	Temas 5.3 y 5.4 2 h	Temas 5.3 y 5.4 2 h		Estudio temas 5.3 y 5.4 4 h			8 h
15	Temas 5.5 y 5.6 2 h	Tema 5.5 2 h		Estudio temas 5.5 y 6.6. Preparación control 10 h	Control 1 h		14 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen parcial y/o final 20 h	Examen parcial y/o final 3 h		23 h
Horas	29 h	29 h		98 h	6 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Métodos Computacionales en Ingeniería Civil

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000377	6	Obligatoria	Común	Español / Inglés
Nombre en inglés	Computational methods in civil engineering.			
Materia	Métodos computacionales en Ingeniería civil			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José M. ^a Goicolea Ruigómez	Pte.	Todos	L y M (12-14 y 16:30-17:30)	Torre, 9 ^a	jose.goicolea@upm.es
Manuel Pastor Pérez	Secr.	Todos	M (9-11 y 15,30-18,30) V (9-10)	Lab. Matemáticas	manuel.pastor@upm.es
Juan José Arribas Montejo	Vocal	Todos	M (10.30-13.30 y 16.30-19.30)	Lab. Mecánica Computacional	juanjose.arribas@upm.es
Miguel Martín Stickle		Todos	L, M, X y V (13:30-15:00)	Lab. Matemáticas	miguel.martins@upm.es
M ^a Dolores Gómez Pulido		Todos	V (16:30-19:30)	Torre, 9 ^a	dolores.pulido@upm.es
Francisco Martínez Cutillas		Todos	L (15:00-17:30 y 19:00-20:30) M (15:00-19:00 y 20:00-21:00)	Torre, 9 ^a	francisco.martinez@upm.es
Belén Muñoz Medina		Todos	M (16:00-18:00) X(11:00-13:00)	Torre, 2 ^a	mariabelen.munoz@upm.es
Sergio Blanco Ibañez		Todos	L y M (12:00-14:00 y 16:30-17:30)	Dpcho 1.13 Planta 1	sergio.blanco@upm.es
Diego Guillermo Manzanal		Todos	L, M, X y J (13:10-14:30)	Lab. Matemáticas	d.manzanal@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:

Ninguna

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Física, Matemáticas, Mecánica computacional, Hidráulica, Lenguajes de programación matlab / octave

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de difusión.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA2	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de difusión.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA3	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de mecánica de sólidos y estructuras.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7, CE39
RA4	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de sólidos y estructuras.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7, CE39
RA5	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de mecánica de suelos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA6	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de suelos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA7	Conoce los métodos computacionales y modelos matemáticos disponibles para problemas de mecánica de fluidos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7
RA8	Aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de fluidos.	CGP1, CGP6, CGP12, CGP18, CE33, CT2, CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de difusión.	RA1, RA2
IL2	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de sólidos.	RA3, RA4
IL3	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de suelos.	RA5, RA6
IL4	No	Conoce y aplica los métodos computacionales para resolver problemas de mecánica de fluidos.	RA7, RA8

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Ejercicios de clase **10%**

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios breves o de tipo test propuestos en clase de teoría, así como la asistencia y aprovechamiento de las clases prácticas con ordenador. Para cada práctica se distribuirá una guía detallada con instrucciones y los profesores ayudarán a los alumnos a resolverlas.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación será la media ponderada de los ejercicios, de acuerdo a la importancia de cada uno de ellos. Se requiere una asistencia mínima del 60% de las clases de teoría.

Momento y lugar: Actividades planteadas dentro de las horas de clase.

PE2. Controles de prácticas **50%**

Descripción: Consiste en 4 prácticas realizadas en ordenador de forma individual y autónoma, dos para cada una de las dos partes de la asignatura señaladas en el temario (PE2.1 y PE2.2).

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación global será la media de todos los ejercicios. Si la calificación de alguna de las dos partes (PE2.1 o PE2.2) es superior a 5 se guardará para convocatorias posteriores, en caso de no aprobar la asignatura. No se guardarán sin embargo las calificaciones de los controles individuales.

Momento y lugar: Los ejercicios se realizarán en la propia aula de clase en fechas programadas, que se anunciarán durante el curso. Los controles 2 y 4 serán programados por jefatura de estudios con el calendario de exámenes parciales. Dada la naturaleza de estas prácticas, los controles deberán realizarse a lo largo del curso, sólo en casos especiales se podrán recuperar estos en la fecha del examen final.

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

PE3. Examen final

40%

Descripción: Constará de 4 ejercicios de tipo teórico o práctico: para cada una de las dos partes de la asignatura se propondrá un test de opción múltiple y una cuestión breve para desarrollar. La duración del examen será aproximadamente de 2 horas. Todos los estudiantes deberán realizar este examen, hayan seguido o no la evaluación continua.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de las notas obtenidas en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media de la calificación de cada uno de los elementos anteriores PE1, PE2, PE3 ponderados por sus pesos respectivos. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 y la nota del examen final (PE3) debe ser al menos un 4 sobre 10.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Constará de dos partes. La primera será el mismo examen final escrito PE3 de evaluación continua. La segunda serán los controles de prácticas PE2 ya realizados durante el curso, o en cursos anteriores según se indica en PE2. En situaciones especiales debidamente autorizadas se ofrecerá la posibilidad de recuperar estos controles de prácticas con ocasión del examen final, para cada una de las dos partes de la asignatura. Los alumnos que deseen solicitar esta opción deberán comunicarlo por correo electrónico al coordinador de la asignatura, con antelación mínima de una semana respecto al examen escrito. En este caso deberán realizar los 2 controles de cada parte de la asignatura que sea necesario, con una duración aproximada de 2h en cada parte. No se contempla en ningún caso la recuperación de controles individuales.

Criterios de calificación: Cada una de las dos partes (PE2 y PE3) se ponderarán al 50% para la nota final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 sobre 10 y la nota del examen final (PE3) debe ser al menos un 4 sobre 10.

Momento y lugar: La fecha del examen final escrito PE3 la determina la Jefatura de Estudios. La recuperación de los controles de prácticas PE2 se hará en función de las solicitudes y la disponibilidad de las aulas informáticas, anunciándose con anterioridad al examen escrito.

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

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

Contenidos específicos (temario) Indicador de Logro asociado
 Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores

PARTE 1. Método de elementos finitos

Capítulo I. Método de elementos finitos para problemas de difusión.

Tema 1. Introducción a los elementos finitos.	IL1
Método de los elementos finitos. Fenómenos físicos gobernados por la ecuación de difusión (calor, difusión de especies, ley de Fick, flujo en medio poroso, potencial eléctrico). Ecuaciones 1D: formulaciones fuerte y débil. Aproximación mediante elementos finitos. Funciones de interpolación. Método de Galerkin. Formulación matricial. Matrices del sistema. Aplicaciones.	
Tema 2. Problemas de difusión estacionarios.	IL1
Formulación en Elementos Finitos. Matrices. Ensamblado. Resolución del sistema. Estructura de un programa. Generación de malla, Postproceso. Aplicaciones.	
Tema 3. Problemas de difusión transitorios.	IL1
Discretización en el espacio y en el tiempo. Algoritmos explícitos e implícitos. Adaptabilidad del paso de tiempo. Aplicaciones: calor, difusión, viscosidad, flujo en medio poroso, consolidación 1D. Problemas de convección-difusión. Problemas de superficie libre. Problemas de erosión y cambio de fase.	

Capítulo II. Método de elementos finitos para mecánica de sólidos.

Tema 4. Formulaciones débiles y variacionales en mecánica de sólidos	IL2
Ecuaciones básicas: equilibrio (Cauchy), constitutivas (elasticidad lineal), compatibilidad (deformaciones lineales); condiciones de contorno. Formulación fuerte: planteamiento del problema elástico estático. Formulación débil: Principio de los trabajos virtuales; principio de mínima energía potencial; Otros principios variacionales multcampo.	

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

Tema 5. Discretización mediante elementos finitos.

Aproximación de Galerkin: funciones de forma (N); División en subdominios (elementos); Interpolación de desplazamientos; Interpolación de deformaciones (B). Formulación matricial: matrices elementales; Ensamblaje y matrices globales; técnicas de resolución de las ecuaciones algebraicas lineales. Condiciones de convergencia: completitud, compatibilidad. Elemento triangular lineal. Elemento rectangular bilineal. Ejercicios: verificación de soluciones analíticas, convergencia. Elemento tetraédrico. IL2

Tema 6. Elementos isoparamétricos y técnicas especiales de aproximación. IL2

Coordenadas isoparamétricas y transformación al elemento patrón. Elementos cuadriláteros de 4 y 8 nodos. Elementos hexaédricos de 8 y 20 nodos. Condiciones de convergencia. Evaluación de las ecuaciones de elementos finitos. Integración numérica: Newton-Cotes, Gauss. Elementos híbridos y mixtos.

Tema 7. Elementos finitos para dinámica de problemas no lineales IL2

Ecuaciones de la elastodinámica. Aproximación de elementos finitos: matriz de masas; sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias en el tiempo. Análisis modal: cálculo de modos y frecuencias propias y resolución en el tiempo. Integración directa: métodos implícitos y explícitos. Aplicación al estudio de cargas móviles en puentes. Problemas viscoelásticos. Comportamiento no lineal de los materiales. Plasticidad.

PARTE 2. Métodos Computacionales en Geotecnia e Hidráulica

Capítulo III. Introducción a la geotecnia computacional.

Tema 8. Modelos para flujo desacoplado. IL3

Introducción a la Geotecnia Computacional. Redes de filtración. Superficies libres. Caudales.

Tema 9. Modelos en tensiones totales. IL3

Modelos constitutivos. Criterios de rotura. Modelos elastoplásticos. Técnicas de cálculo no lineal en geotecnia computacional.

Tema 10. Modelos en tensiones efectivas. Acoplamiento. IL3

Modelos matemáticos de acoplamiento suelo-agua intersticial.

Tema 11. Aplicaciones a problemas de ingeniería geotécnica. IL3

Problemas dinámicos. Licuefacción. Estabilidad de laderas. Deslizamientos. GeHoMAdrid. Generación de mallas. Análisis de problemas elásticos. Selección del tipo de elemento. Selección del solver. Carga límite de una cimentación superficial. Condiciones iniciales. Influencia del modelo de comportamiento de material. Carga límite de una cimentación superficial en un terreno saturado.

Capítulo IV. Introducción a la ingeniería hidráulica y marítima computacional.

Tema 12. Modelos Integrados en profundidad de tipo lineal. IL4

Introducción a la Mecánica de Fluidos Computacional en Ingeniería Civil. Modelos lineales integrados en profundidad. Características. Aplicaciones. Invariantes de Riemann. Condiciones de contorno.

Tema 13. Modelos integrados en profundidad no lineales. IL4

Modelos no lineales. Condiciones de contorno. Características. Rotura de presa.

Tema 14. Modelos en elementos finitos. IL4

Métodos de interpolación Taylor Galerkin. Problemas tridimensionales. Términos convectivos, incompresibilidad y superficie libre. Introducción al programa de elementos finitos SW.

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

Tema 15. Aplicaciones a problemas de ingeniería hidráulica y marítima. Rotura de una presa. Comparación con la solución analítica. Transitorios en canales 1D. Aplicación de condiciones de contorno especiales. Propagación del oleaje en un puerto.	IL4
--	-----

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los modelos físicos y matemáticos tratados en el temario, y a continuación los métodos computacionales para cada uno de los modelos. El objetivo de las clases es que los estudiantes conozcan el potencial y las limitaciones de los distintos métodos numéricos empleados, así como las aplicaciones en problemas de ingeniería. Se buscará especialmente una comprensión crítica de los métodos computacionales, ligada a la estructura de los modelos matemáticos y a los algoritmos numéricos adecuados para cada caso.

Clases prácticas:

Se desarrollarán con periodicidad semanal prácticas con ordenador, en las aulas informáticas de la escuela y en los ordenadores personales de los estudiantes. Uno de los grupos de prácticas se impartirá en inglés. Se emplearán programas de cálculo suministrados por los profesores cuyo uso se explicará a los estudiantes, así como en los casos pertinentes la estructura de su programación. Algunos de estos programas estarán desarrollados en el lenguaje matlab/octave o python, que deberán saber emplear los estudiantes. Estos deberán realizar de forma autónoma modelos de cálculo mediante el lenguaje y las instrucciones específicas en cada caso. El resultado de los cálculos deberán resumirlo en cuadros, gráficos o videos significativos. Se valorará de forma prioritaria la discusión de los resultados obtenidos, en función de los modelos físicos y matemáticos que se resuelven, de la técnica numérica empleada, y de la aplicación tecnológica de los mismos.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de campo en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase. Asimismo, estudiará el uso de los programas y modelos numéricos empleados, practicando de forma individual con su ordenador personal o en el aula informática.

Trabajo en grupo:

Algunas de las prácticas de ordenador se realizarán en grupos de dos o más alumnos.

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:

SIMULIA (2016) "Abacus User's Guide", version 2017, Johnston, Rhode Island USA

Ottosen, N. and Petersson, H. (1992). *Introduction to the Finite Element Method*. Prentice Hall.

Oñate, E. (2009, 2013). *Structural Analysis with the Finite Element Method; Linear Statics*. Vols. 1 y 2.. Springer, CIMNE.

Zienkiewicz O.C., Chan A.H., Pastor M., Schrefler B. and Shiomi T. (2000). *Computational Geomechanics*, Wiley

Zienkiewicz O.C. and Taylor R.L. (2004). *El método de los elementos finitos; Vol 3, Dinámica de fluidos (5.ª ed)*. CIMNE, Barcelona

Programa GID para pre- y post-proceso, <http://gid.cimne.upc.es>

Apuntes de clase publicados por los profesores de la asignatura.

Programa de elementos finitos MAT-fem <http://www.cimne.com/mat-fem/>

Programa GeHoMAadrid

Programa SW para mecánica de fluidos

Bibliografía complementaria:

Donea J., Huerta A. (2003). *Finite element methods for flow problems*. Wiley

M.Pastor y C.Tamagnini (Eds) (2003), *Numerical Modelling of Geomaterials*, Kogan Page Science, (2003)

Fletcher C.A.J. (1991). *Computational techniques for fluid dynamics 2ed.*, Springer

C. Hirsch (2007). *Numerical computation of internal and external flows 2 Vols* Butterworth-Heinemann

Toro E.F. (1999). *Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics (2nd ed.)*. Springer-Verlag

Recursos Web:

Plataforma de teleenseñanza de la UPM (Moodle) <http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/>.

Equipamiento específico:

Aulas de informática de la escuela y de los departamentos de matemáticas y de estructuras.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Introducción, Tema 1 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 1 5 h 45 min			9 h 45 min
2	Temas 1, 2 2 h	Temas 1, 2 2 h		Estudio temas 1, 2 7 h			11 h
3	Tema 3 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 7 h			11 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 7 h	Control P1 prácticas temas 1-3 1 h		11 h
5	Tema 5 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 7 h			11 h
6	Temas 6 2 h	Temas 6 2 h		Estudio temas 6 7 h			11 h
7	Temas 7 2 h	Temas 7 2 h		Estudio temas 7 7 h			11 h
8					Control P2 prácticas temas 4-7 1 h		1 h
9	Tema 8 2 h	Tema 8 2 h		Estudio tema 8 7 h			11 h
10	Tema 9 2 h	Tema 9 2 h		Estudio tema 9 7 h			11 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 10 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 10 7 h			11 h
12	Tema 11 2 h	Tema 11 2 h		Estudio tema 11 7 h			11 h
13	Tema 12 2 h	Tema 12 1 h		Estudio tema 12 7 h	Control P3 prácticas temas 8-11 1 h		11 h
14	Tema 13 2 h	Tema 13 2 h		Estudio tema 13 7 h			11 h
15	Temas 14, 15 2 h	Temas 14, 15 1 h		Estudio temas 14, 15 7 h	Control P4 prácticas temas 12-14 1 h		11 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 2 h		8 h
Horas	28 h	25 h		103 h	6 h		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Recursos Hidráulicos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000371	4,5	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Water Resources			
Materia	Recursos Hidráulicos			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Francisco Javier Martín Carrasco	Pte.	Todos	J (10:30-14:30) V (10:30-12:30)	Planta 10	<i>f.martin@upm.es</i>
Alfredo Granados García	Secr.	Todos	L (12-14:30) M (11-14:30)	Planta 10	<i>a.granados@upm.es</i>
David Santillán Sánchez	Vocal	Todos	M y X (9-11) J (16-18)	Planta 10	<i>santillan@caminos.upm.es</i>
Isabel Granados García		Todos	M (11-14)	Planta 10	<i>i.granados@upm.es</i>
Álvaro Sordo Ward		Todos	L (16-19) M (11-14, 16-18)	Laborat. Hidráulica	<i>alvaro.sordo@upm.es</i>

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP9	Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP13	Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE25	Capacidad para realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprende y domina los métodos utilizados en la realización de estudios profesionales de sistemas de recursos hidráulicos.	CGP5, CGP12, CE34, CT5
RA2	Aplica los modelos y metodologías de evaluación y regulación de recursos hidráulicos a la planificación, gestión y explotación de infraestructuras hidráulicas.	CGP6, CGP9, CGP12, CGP13, CE25, CE30, CE35, CT7
RA3	Comprende la gestión integral de un sistema de recursos hidráulicos mediante el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.	CGP4, CGP9, CGP13, CE25
RA4	Conoce los modelos avanzados de optimización utilizados como sistemas de soporte a la decisión en sistemas de recursos hidráulicos.	CGP6, CGP9, CGP18, CE35

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA5	Conoce la incorporación de los efectos y condicionantes medioambientales en la planificación, evaluación, gestión y explotación de un sistema de recursos hidráulicos.	CGP2, CGP15, CE25, CE37
RA6	Conoce y aplica las bases legales, reglamentarias y administrativas que se utilizan en la planificación del agua en España.	CGP2, CGP3, CT5
RA7	Planifica, realiza estudios y diseña captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).	CGP13

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce las bases que fundamentan el principio de gestión integral de un sistema de recursos hidráulicos.	RA3
IL2	Sí	Comprende los métodos utilizados en la evaluación de los recursos hidráulicos.	RA1, RA2
IL3	Sí	Comprende la metodología de cálculo utilizada en un estudio de regulación para el dimensionamiento y explotación de embalses.	RA1, RA2
IL4	No	Comprende las ventajas de la gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas.	RA3
IL5	Sí	Comprende la influencia de las situaciones extremas sobre la planificación de un sistema de recursos hidráulicos.	RA1, RA5
IL6	Sí	Calcula las demandas brutas para los diferentes usos del agua presentes en un sistema de explotación.	RA1
IL7	Sí	Calcula las obras necesarias para regular los recursos hidráulicos.	RA7
IL8	No	Conoce la legislación que se aplica en los estudios de evaluación y planificación de recursos hidráulicos.	RA6
IL9	Sí	Calcula el coste del agua en función del origen del recurso hidráulico y de los costes necesarios para realizar su suministro.	RA2
IL10	No	Conoce los programas de ordenador utilizados para optimizar la gestión de recursos hídricos.	RA4

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. Ejercicios de clase

10%

Descripción: Se podrá plantear al alumno un número indefinido de ejercicios teóricos y prácticos de corta duración en la propia aula. Los ejercicios deben ser respondidos de forma individual por cada alumno.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar: Los ejercicios se plantearán sin previo aviso durante el horario de clase y se responderán en el aula.

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

PE2. Examen parcial **45% o 50%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en las clases de la asignatura hasta la fecha del examen.

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada será de 2-2,5 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE2) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Si la calificación del examen es igual o superior a 4 (es decir, si $PE2 \geq 4$) el alumno puede optar por no examinarse de esta parte en el examen final ordinario.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE3. Examen final ordinario **45%, 50% o 100%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en el curso.

Descripción: El examen tendrá dos partes diferenciadas:

- La primera (PE3a) corresponde a la parte de la asignatura impartida después de la realización del parcial.
- La segunda (PE3b) corresponde a la materia explicada antes del parcial.

Cada una de las partes constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada de cada parte será de 2-2,5 horas y entre ambas habrá un descanso intermedio de 15 minutos.

Criterios de calificación: Cada parte se evalúa por separado. Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10, siendo la nota de cada una de las partes (PE3a y PE3b) la media de la calificación de los ejercicios correspondientes.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO ORDINARIO

Para aprobar la asignatura el alumno debe cumplir los dos requisitos imprescindibles siguientes:

1. Haber obtenido en cada una de las partes del examen final que haya realizado una calificación igual o superior a 4.
2. Que la media de las calificaciones obtenidas en la primera (PE2 o PE3b) y la segunda parte (PE3a) sea superior a 5.

NOTA FINAL. PERIODO ORDINARIO

La nota final de los alumnos que cumplen las condiciones para aprobar la asignatura será la mayor de las dos siguientes:

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot PE1 + 0,45 \cdot (PE2 \text{ o } PE3b) + 0,45 \cdot PE3a$$

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (PE2 \text{ o } PE3b) + 0,5 \cdot PE3a$$

La nota final de la asignatura de los alumnos que no cumplen las condiciones para aprobar la asignatura será la menor de las dos siguientes:

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (PE2 \text{ o } PE3b) + 0,5 \cdot PE3a$$

Nota del alumno suspenso que tenga la calificación más alta.

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

PE4. Examen final extraordinario **90% o 100%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en el curso.

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada será de 2,5-3 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE4) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIÓN PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO EXTRAORDINARIO

Que la nota del examen sea igual o superior a 5 (es decir, $PE4 \geq 5$).

NOTA FINAL. PERIODO EXTRAORDINARIO

La nota final de los alumnos que cumplen la condición para aprobar será la mayor de las dos siguientes:

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot PE1 + 0,9 \cdot PE4$$

$$\text{Nota sólo examen} = PE4$$

La nota final de los alumnos que no cumplan la condición para aprobar será la obtenida en el examen extraordinario (PE4).

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Será el mismo examen final (ordinario o extraordinario) que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Serán los mismos que para los alumnos que realizan la evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA Y NOTA FINAL

La nota final será directamente la obtenida en el examen final (ordinario o extraordinario) con los mismos criterios que para los alumnos que cursan la evaluación continua.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Cuestiones generales sobre los recursos hidráulicos.	
Tema 1. Conceptos generales. Repaso sobre el ciclo hidrológico, tipos de recursos hidráulicos, métodos de evaluación de los recursos hidráulicos: superficiales y subterráneos. Uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas.	IL2, IL4
Tema 2. Usos y demandas de agua. Clasificación, compatibilidad y prioridad de usos del agua. Abastecimiento e industria: dotación y retornos. Regadíos: necesidades hídricas de los cultivos y retornos. Usos no consuntivos: refrigeración, hidroeléctrico, recreativo, paisajístico. El caso particular de los caudales ecológicos.	IL6
Tema 3. Regulación de los recursos hidráulicos. Concepto de regulación. Estudios de regulación: regulación numérica y regulación gráfica. Garantía de suministro. Aplicación al dimensionamiento y gestión de embalses. Aplicación al cálculo de canales de trasvase.	IL3
Tema 4. Situaciones extremas: avenidas y sequías. Zonificación del Dominio Público Hidráulico. Directiva de Inundaciones. Sequías: índices de caracterización. Medidas de gestión de sequías.	IL5

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo II. Obras hidráulicas de regulación: presas.	
Tema 5. Cuestiones generales sobre presas. Objetivos e importancia de las presas. Tipos de presas. Niveles, aliviaderos, desagües y tomas. Estudios hidrológicos e hidráulicos. Estudios y tratamientos del terreno. Normativa legal vigente.	IL3, IL7
Tema 6. Presas de fábrica. Presas de gravedad: análisis de la sección transversal. Elementos característicos de las presas de gravedad de hormigón convencional y de hormigón compactado. Presas aligeradas y presas bóveda. Detalles de diseño. Cálculo estructural. Comprobación de la estabilidad. Construcción de presas de fábrica. Fabricación, puesta en obra y curado del hormigón. Recrecimientos de presas de fábrica.	IL3, IL7
Tema 7. Presas de materiales sueltos. Características generales de las presas de materiales sueltos. Presas homogéneas. Presas con núcleo impermeable. Presas con pantalla de hormigón. Presas con pantalla asfáltica. Presas con núcleo asfáltico. Métodos de cálculo. Materiales para presas de materiales sueltos. Filtros, drenes y pantallas. Construcción de presas de materiales sueltos. Recrecimiento de presas de materiales sueltos.	IL3, IL7
Tema 8. Órganos hidráulicos de las presas. Tipología de aliviaderos. Vertederos. Compuertas. Canales de descarga. Ondas cruzadas. Cuencos amortiguadores y trampolines. Desagües profundos. Tomas. Cavitación. Sistemas de aireación.	IL3, IL7
Tema 9. Laminación de avenidas. Concepto de la laminación de avenidas. Obtención de los hidrogramas laminados: cálculo analítico y cálculo gráfico. Cálculo de volúmenes de resguardo. Aplicación al cálculo de los niveles de embalse. Aplicación al cálculo de las compuertas.	IL3, IL7
Tema 10. Explotación de presas. Explotación de presas en situación ordinaria y extraordinaria. Auscultación de presas. Conservación y reparación de presas. Documentos de seguridad de presas. Normas de explotación de embalses en situación ordinaria. Normas de explotación de embalses en situación de avenida.	IL3, IL7
Capítulo III. Planificación de los sistemas de recursos hidráulicos	
Tema 11. Legislación de aguas. Ley de Aguas. Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Directiva Marco del Agua. Reglamento e Instrucción de Planificación Hidrológica.	IL6
Tema 12. Planificación hidrológica. La cuenca hidrográfica como unidad de gestión. Demarcaciones hidrográficas. Planes Hidrológicos. Programas de medidas. Economía del agua. Beneficios y costes de las obras hidráulicas. El precio del agua. Recuperación del coste de los servicios del agua.	IL5, IL9
Tema 13. Los modelos para la explotación. Modelos de simulación de sistemas de recursos hidráulicos. Modelos de optimización de la gestión. Modelos de explotación. Información hidrológica: sistemas SAIH y SAICA.	IL1, IL10

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.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas, con el objetivo de conseguir una correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- Granados, A. (2000). *Problemas de obras hidráulicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Martín Carrasco, F.J. & Garrote, L. (2013). *Dimensionamiento y optimización de obras hidráulicas*. Editorial Garceta, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Vallarino, E. (2014). *Tratado básico de presas*. Editorial Garceta. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección SEINOR nº 51, Madrid.

Bibliografía complementaria:

- Balairón, L. (2000). *Gestión de recursos hídricos*. UPC, Barcelona.
- Fell, R. et al. (2014). *Geotechnical engineering of dams*. CRC Press, Leiden.
- Schleiss A.J. & Pougatsch H. (2011). *Les barrages. Du project à la mise en service*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Traité de Génie Civil V.27, Lausana.
- SPANCOLD (varios años). *Guías técnicas de seguridad de presas*. Comité Nacional Español de Grandes Presas, Madrid.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1, 2 y 4 3 h			Estudio temas 1, 2 y 4 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Temas 3 y 5 2 h	Tema 3 1 h		Estudio temas 3 y 5 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Tema 5 (cont.) 2 h	Tema 3 (cont.) 1 h		Estudio temas 3 y 5 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Tema 6 2 h	Tema 3 (cont.) 1 h		Estudio temas 3 y 6 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 3 (cont.) 1 h		Estudio temas 3 y 6 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 1 h		Estudio temas 3 y 6 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 (cont.) 1 h		Estudio tema 6 3 h 30 min			6 h 45 min
8	Tema 7 (cont.) 1 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio temas 6 y 7 3 h 30 min			6 h 45 min
9	Tema 7 (cont.) 1 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio temas 6 y 7 3 h 30 min			6 h 45 min
10	Tema 7 (cont.) 2 h	Tema 6 (cont.) 1 h		Estudio temas 6 y 7 3 h 30 min			6 h 45 min
11	Tema 7 (cont.) 2 h	Tema 8 1 h		Estudio temas 7 y 8 3 h 30 min			6 h 45 min
12	Tema 8 2 h	Tema 8 (cont.) 1 h		Estudio tema 8 3 h 30 min			6 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 8 y 9	Tema 9		Estudio temas 8 y 9			6 h 45 min
	1 h	2 h		3 h 30 min			
14	Tema 10	Tema 9 (cont.)		Estudio temas 9 y 10			6 h 45 min
	2 h	1 h		3 h 30 min			
15	Tema 10 (cont.) y 11	Tema 9 (cont.)		Estudio temas 9, 10 y 11			6 h 45 min
	2 h	1 h		3 h 30 min			
16	Temas 12 y 13	Tema 9 (cont.)		Estudio temas 9, 12 y 13			6 h 45 min
	2 h	1 h		3 h 30 min			
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final	Examen final		12 h
				12 h 30 min	5 h		
Horas	30 h	18 h		68 h 30 min	5 h		121 h 45 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas Ferroviarios

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000378	4,5	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Railway Systems			
Materia	Sistemas ferroviarios.			
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Segundo semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Clara Zamorano Martin	Pte.	Todos	M (10:00-12h00) y (15:00-16h00) J (11:00-14:00)	Torre planta 5ª	clara.zamorano@upm.es
Jesús Ruiz Casamayor	Secr.	Todos	V (15:00-19h00)	Torre planta 5ª	jruizcasamayor@gmail.com
Enrique Peña Pérez	Vocal	Todos	M (16:00-18:30) X (16:00-18:30)	Torre planta 5ª	enrique.pena@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:

Conveniente: Ferrocarriles Grado de Ingeniería Civil, Geotecnia, Ingeniería Civil, Transportes, Electrotecnia

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos matemáticas y física elemental, procedimientos generales de construcción y proyectos

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP7	Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Diseña y planifica infraestructuras ferroviarias	CGP2, CGP3 CGP4, CGP5, CGP7, CGP12, CGP15, CE34, CT4
RA2	Diseña y planifica la explotación de los sistemas ferroviarios	CGP3, CGP5, CGP7, GP12, CGP18, CE37, CT4
RA3	Incorpora los sistemas ferroviarios a sistemas integrados de transporte, aplicando tecnologías avanzadas	CGP3, CGP5, CGP6, CE34 CE37, CE41, CT4 CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Diseñar y planificar la mejor solución ferroviaria en función de los datos de demanda y el entorno del proyecto.	RA1, RA2
IL2	Sí	Diseñar y planificar la explotación de los servicios ferroviarios en función de la demanda y las características de la línea.	RA1, RA2
IL3	Sí	Diferenciar los sistemas ferroviarios en función de sus características y prestaciones y saber elegir el más conveniente de acuerdo con su entorno.	RA1, RA2, RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Asistencia a las clases.

Descripción: Todos los días los alumnos presentes en clase se apuntarán en una lista que proporcionará el profesor. Al final de la clase se solicitará que cinco alumnos elegidos al azar firmen la asistencia y presenten la identificación correspondiente.

Criterios de calificación: Se considerará validada la presencia de los alumnos que figuran en la lista si los cinco alumnos firman y se identifican. El 90% de asistencias se valorará en 10 puntos y de forma proporcional hasta cero una asistencia menor.

Momento y lugar: En todas las clases

PE2. Participación en la resolución interactiva de ejercicios. 10%

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios prácticos o tipo test.

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.

Momento y lugar: Los ejercicios se realizarán en el aula en horas de clase y sin previo aviso.

PE3. Realización de un trabajo de grupo 20%

Descripción: Consiste en un trabajo de grupo sobre temas de la materia, asignado directamente por el profesor a un grupo de hasta 10 alumnos, pudiendo ser realizados en el aula o fuera de ella. Los alumnos deberán presentar un trabajo escrito y una grabación de su presentación.

Criterios de calificación: El Trabajo se valorará (de 0 a 10) por su estructuración, por su contenido y por su presentación. La calificación de esta prueba de evaluación será la media de la nota de los conceptos indicados. Tendrán la misma calificación todos los miembros del grupo.

Momento y lugar: Será prefijado en tiempo, lugar, forma y contenidos.

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

PE4. Examen 70%

Descripción: Constará de preguntas teóricas y ejercicios prácticos basados en los apuntes que los alumnos hayan tomado en las horas de clase. Los alumnos completarán la información de sus propios apuntes con las presentaciones que se les facilitarán oportunamente. La duración máxima será de 150 minutos.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10, obteniéndose como suma de la puntuación de todos los ejercicios.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “evaluación continua”

Para poder acceder a la calificación mediante evaluación continua será necesario haber asistido a clase al menos el 40% de las veces en que se haya pasado lista de asistencia y obtener una nota mínima de un 2,0 sobre 10 puntos, en todos y cada uno de los ejercicios del examen PE4.

La nota final será el resultado de la media ponderada de las pruebas mencionadas con su correspondiente peso. Concretamente:

$$\text{NOTA FINAL} = 0,2 \cdot \text{PE2} + 0,1 \cdot \text{PE3} + 0,7 \cdot \text{PE4}$$

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,5 puntos (sobre 10) en la nota del examen PE4 y una calificación final ponderada igual o superior a 5, en cuyo caso verán aumentada su nota en un valor $0,1 \cdot \text{PE1}$

Los alumnos que no superen la asignatura tras el examen final ordinario deberán acudir al examen extraordinario, cuyo formato será similar al del examen ordinario.

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.

7.2 Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Tanto el examen final ordinario, como el examen extraordinario consistirán en la realización de una serie de ejercicios teóricos y prácticos de los temas incluidos en el programa de la asignatura con una duración máxima de 150 minutos. El examen final ordinario coincidirá en fecha y lugar con el examen de evaluación continua PE4.

Criterios de calificación. Se valorará de 0 a 10, obteniéndose como suma de la puntuación de todos los ejercicios.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final.

Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Planificación ferroviaria	IL1
1.1. Desarrollo histórico del ferrocarril	
1.2. Aspectos singulares del ferrocarril	
1.3. Planificación: Planes Estratégicos. Estudios de viabilidad	
Tema 2. El sector ferroviario	IL1
2.1. Nuevo modelo ferroviario	
2.2. Organismos internacionales	
Tema 3. Mercancías	IL1
3.1. El transporte de mercancías por ferrocarril	IL3
3.2. El caso español	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 4. Alta velocidad	IL1
4.1. Mejora de líneas convencionales	IL3
4.2. Características de la alta velocidad ferroviaria	
4.3. La alta velocidad en España y en el mundo	
Tema 5. Sistemas Ferroviarios urbanos y ciudad	IL1
5.1. El ferrocarril urbano	IL3
5.2. Tranvías y metros ligeros	
5.3. Cercanías	
5.4. Metro	
5.5. Estaciones	
Tema 6. La marcha del tren	IL2
6.1. Esfuerzos y resistencias al avance	
6.2. El frenado del tren	
6.3. Capacidad. Programación y Grafiado	

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 aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y la resolución de los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

Se plantearán trabajos específicos para grupos.

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:

- Cuadernos de Ferrocarriles del Catedrático Manuel Losada. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM de Madrid. Diversos años.
- Infraestructuras Ferroviarias, del profesor Andrés López Pita, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Editado en la colección Temas de Transporte y Territorio de la Universidad Politécnica de Cataluña en 2006.
- Explotación de líneas de ferrocarril, del profesor Andrés López Pita, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Editado por la Universidad Politécnica de Cataluña en 2008.
- Ferrocarriles, de los profesores Daniel Álvarez Montarás y Pablo Luque Rodríguez, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Oviedo. Editado por la Universidad de Oviedo en 2003.

- Manual de tranvías, metros ligeros y sistemas en plataforma reservada. Zamorano, C. Bigas, J. Sastre, J. Editado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en 2006.
- Evolución de los sistemas tranviarios. Rodríguez, M. Novales, M y Orro, Acay. Ed. Tórculo Artes Gráficas, A Coruña, 2003.
- Ferrocarriles metropolitanos. Tranvías, metros ligeros y metros convencionales. Melis, M y González, FJ. Col. Ing. Caminos, Canales y Puertos. 2004
- Tratados de Ferrocarriles. Tomo 1 VIA. Oliveros, F. Editorial Rueda. 1977
- Tratado de Ferrocarriles 2. Ingeniería Civil e Instalaciones. Oliveros, F. Editorial Rueda. 1980

Bibliografía complementaria:

High Speed Rail. Leboeuf, M. Le cherche midi. 2014
Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano. Zamorano, C. Bigas, J. Sastre, J. Editado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en 2004
Señalización Ferroviaria de Francisco Javier González Fernández. Edición propia. 2009
Los sistemas de control de tráfico y señalización en el ferrocarril, de Fernando Montes Ponce de León. Editado por la Universidad de Comillas. 2011

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Transportes.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h						3 h
2	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h					3 h
3	Tema 2 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 8 h			11 h
4	Tema 2 3 h						3 h
5	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h					3 h
6	Tema 3 1 h	Tema 2 2 h		Estudio temas 1 y 2 12 h	Control 25 min		15 h 25 min
7	Tema 3 3 h						3 h
8	Tema 4 1 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 8 h			11 h
9	Tema 4 3 h						3 h
10	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h					3 h
11		Tema 4 3 h		Estudio tema 4 preparación control 20 h	Control 35 min		23 h 35 min



Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 5 3 h						3 h
13	Tema 5 y 6 2 h	Tema 5 1 h			Control 30 min		3 h 30 min
14	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h					3 h
15				Estudio tema 6 12 h	Control 30 min		12 h 30 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 14 h 45 min	Examen final 2 h 45 min		17 h 30 min
Horas	29 h	13 h		74 h 45 min	4 h 45 min		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Tercer Semestre

Comunes

Ingeniería Geotécnica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000375	4,5	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Geotechnical Engineering			
Materia	Ingeniería Geotécnica			
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Período impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Claudio Olalla Marañón	Pte.	Todos	M y J (12-14)	1ª Planta Despacho	claudio.olalla@upm.es
Luis Ortuño Abad	Secr.	Todos	L (18:15-20:15)	Laboratorio Geotecnia	luis.ortuno@upm.es
Jesús González Galindo	Vocal	Todos	L (17:00-20:00) J (17:00-20:00)	Despacho 1.10	jesus.gonzalezg@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:

Geología; Geología aplicada a las obras públicas; Mecánica de suelos y rocas; Geotecnia

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil
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
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales
CE21	Aplicación de los conocimientos de la mecánica de suelos y de las rocas para el desarrollo del estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y demás construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea la naturaleza y el estado de éste, y cualquiera que sea la finalidad de la obra de que se trate
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA 1	Identifica los riesgos geotécnicos asociados a las obras y plantea los reconocimientos necesarios para su análisis, establece la metodología de estudio a seguir y propone las soluciones más adecuadas para su resolución dentro del ámbito de las tipologías de obra más frecuentes (edificación, obras viarias, obras portuarias, etc.)	Todas las señaladas en el apartado 4

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	SI	Identifica correctamente los riesgos geotécnicos en ingeniería civil, plantea. Conoce la normativa europea en cuanto a seguridad en Ingeniería Geotécnica	RA1
IL2	SI	Identifica, selecciona y plantea adecuadamente los tratamientos de mejora del terreno más adecuados para hacer frente a los problemas geotécnicos más frecuentes	RA1
IL3	SI	Plantea correctamente los estudios de estabilidad de taludes y laderas. Plantea correctamente el empleo de estructuras de suelo reforzado	RA1
IL4	SI	Conoce los condicionantes de diseño de las excavaciones urbanas y los efectos del agua y la subpresión	RA1
IL5	SI	Identifica y comprende los riesgos asociados a los terrenos problemáticos. Identifica los problemas de patología de cimentaciones más frecuentes y conoce técnicas para su refuerzo y recalce	RA1
IL6	SI	Conoce los aspectos geotécnicos de las obras portuarias. Sabe diseñar cimentaciones superficiales sometidos a fuerzas horizontales apoyadas en terreno heterogéneos.	RA1
IL7	SI	Conoce los aspectos geotécnicos de diseño de túneles.	RA1
IL8	SI	Conoce los principios básicos de los estudios sísmicos y plantea correctamente el análisis de la licuefacción del terreno	RA1
IL9	SI	Conoce las ideas generales del empleo de modelos numéricos en el cálculo geotécnico.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

7.1. Mediante "evaluación continua"

PE. Participación en la resolución interactiva de cuestiones y problemas en clase o para resolver fuera de clase. Nota de evaluación continua **10%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, alguno de los cuales se realizará en el aula de clase, y otros a través del Aula Virtual (MOODLE)).

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta nota de evaluación continua será la media ponderada por el grado de dificultad de todos los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Las cuestiones de clase se plantearán, sin previo aviso, un ejercicio en una de las horas de clase. El ejercicio se realizará en la propia aula de clase. Las cuestiones planteadas a través del Aula Virtual (MOODLE) se realizarán según condiciones y plazos que se anunciarán durante el curso.

PE. Examen parcial **45% o 0%**

Descripción: Consiste en una prueba formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración máxima será de 3 horas.

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

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

2. Examen final ordinario

45% o 90%

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. 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 realización de la esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido en la prueba intermedia.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura no incluidos en el control intermedio. Todos los alumnos deben examinarse de esta parte.

La duración de cada parte será de 1-1,5 hora. 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 90% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 45%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte (la que deben realizar los alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 5 en el control intermedio).

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 (45%) y PE3 (45%).
- 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%) y PE3 (90%).

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 4,0 puntos (sobre 10) en la nota del examen (PE3) y una calificación final igual o superior a 5.

Si el alumno no superase la asignatura tras el final ordinario deberá acudir al extraordinario (PE4). 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%) y PE4 (90%). Para superar la asignatura se debe obtener 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. Para los alumnos que no respondan a la parte voluntaria del examen final ordinario, se considerará su nota de la prueba intermedia 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. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Fiabilidad 2.1 Introducción a la ingeniería geotécnica 2.2 Problemas geotécnicos en ingeniería civil 2.3 Coeficientes de seguridad. 2.4 La seguridad según el Eurocódigo	IL 1
Tema 2. Mejora del Terreno 2.1 Objetivos y clasificación 2.2 Técnicas estáticas de mejora: precarga y aceleración de la consolidación. Técnicas de auscultación. 2.3 Técnicas dinámicas de mejora: compactación dinámica, vibroflotación, columnas de grava 2.4 Inclusiones semirrígidas y rígidas 2.5 Inyecciones	IL2
Tema 3. Geotecnia Vial 3.1 Estabilidad de taludes y laderas 3.1.1 Estabilidad de laderas. Introducción. 3.1.2 Investigación y auscultación de deslizamientos 3.1.3 Medidas de estabilización 3.1.4 El refuerzo de taludes mediante anclajes, bulones, y pasadores 3.2 Muros de tierra armada 3.3 Geosinéticos	IL3
Tema 4. Geotecnia en la Edificación 4.1 Excavaciones urbanas. Contenciones y pantallas 4.2 Control del nivel freático. Rebajamientos. Subpresión 4.3 Cimentaciones sobre terrenos especiales: expansivos, colapsables, karst 4.4 Estimación del daño producido por los asentos. Patología de las cimentaciones de edificios 4.5 Refuerzo y recalce de cimentaciones	IL4, IL5
Tema 5. Geotecnia Portuaria 5.1 Consideraciones geotécnicas sobre las obras portuarias. 5.2 Cimentaciones superficiales de estructuras con componente horizontal 5.3 Cimentaciones superficiales en terrenos heterogéneos 5.4 Problemas geotécnicos en obras portuarias	IL6
Tema 6. Geotecnia en túneles 6.1 Tipología de túneles 6.2 Procesos constructivos.	IL7
Tema 7. Efectos sísmicos. Licuefacción 7.1 Conceptos básicos. Magnitud, intensidad, espectros de respuesta 7.2 Comportamiento dinámico 7.3 Estudio de la licuefacción.	IL8

Tema 8. Modelos numéricos

IL9

7.1 Tipos de modelos numéricos geotécnicos

7.2 Consideraciones generales

7.3 Ejemplos de aplicación

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

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

Clases prácticas:

La enseñanza incluirá, además de las clases teóricas, la propuesta de problemas prácticos que habrán de ser resueltos y entregados por los alumnos. Se podrán establecer sesiones asistidas por los profesores de resolución y repaso.

Prácticas de laboratorio:

No se realizarán prácticas de laboratorio.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y resolverá individualmente los ejercicios que se plantearán en clase.

Trabajos en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

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:

Geotecnia y Cimientos I, II y III, Editorial Rueda, Madrid.

Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.

Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias. ROM-0.5-05. Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda. Ministerio de Vivienda.

Recursos Web:

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Laboratorio.

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver 1)	Nota	Clases magistrales	Clases de problemas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1		Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 3 h 15 min			6 h 15 min
2		Tema 2 1 h	Tema 1 2 h		Estudio Tema 2 3 h 15 min			6 h 15 min
3		Tema 2 2 h	1 h		Estudio Tema 2 3 h 15 min			6 h 15 min
4		Tema 2 2 h	1 h		Estudio Tema 2 3 h 15 min			6 h 15 min
5		Tema 3 3 h			Estudio Tema 3 3 h 15 min			6 h 15 min
6		Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 3 3 h 15 min			6 h 15 min
7		Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 3 3 h 15 min			6 h 15 min
8		Tema 4 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 4 3 h 15 min			6 h 15 min
9		Tema 5 1 h	Tema 4 2 h		Estudio Tema 4 3 h 15 min			6 h 15 min



Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de problemas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Temas 5 3 h			Estudio Tema 5 3 h 15 min			6 h 15 min
11	Temas 5 2 h	Temas 5 1 h		Estudio Tema 5 3 h 15 min			6 h 15 min
12	Temas 6 3 h			Estudio Tema 6 3 h 15 min			6 h 15 min
13	Tema 7 2 h	Tema 6 1 h		Estudio Tema 6-7 3 h 15 min			6 h 15 min
14	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio Tema 7 3 h 15 min			6 h 15 min
15	Tema 8 2 h			Estudio Tema 8 3 h 15 min			6 h 15 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación de exámenes 25 h 45 min	Examen parcial 2 h		27 h 45 min
Horas	36 h	9 h		74 h 30 min	2 h		121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Obras hidráulicas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000374	6	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Hydraulic works			
Materia	Obras hidráulicas			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Primer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Francisco Javier Martín Carrasco	Pte.	Todos	J (10:30-14:30) V (10:30-12:30)	Planta 10	<i>f.martin@upm.es</i>
Alfredo Granados García	Secr.	Todos	L (12-14:30) M (11-14:30)	Planta 10	<i>a.granados@upm.es</i>
David Santillán Sánchez	Vocal	Todos	M y X (9-11) J (16-18)	Planta 10	<i>santillan@caminos.upm.es</i>
Isabel Granados García		Todos	M (11-14)	Planta 10	<i>i.granados@upm.es</i>
Álvaro Sordo Ward		Todos	L (16-19) M (11-14, 16-18)	Laborat. Hidráulica	<i>alvaro.sordo@upm.es</i>

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Hidráulica técnica y Recursos hidráulicos.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.

Código	Competencia
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP13	Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CE24	Capacidad para proyectar, dimensionar, construir y mantener obras hidráulicas.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprende la necesidad de las obras hidráulicas y de su planificación coordinada.	CGP4, CGP5,
RA2	Diseña y proyecta y dirige la construcción de infraestructuras hidráulicas.	CPG12, CPG13, CPG18, CP24, CE34, CE35
RA3	Organiza la conservación y mantenimiento de obras hidráulicas.	CPG12, CP24, CE35
RA4	Incorpora los condicionantes medioambientales en la planificación, evaluación, gestión y explotación de un sistema de recursos hidráulicos.	CPG15, CPG18, CE37
RA5	Comprende y domina los métodos utilizados en la realización de estudios profesionales de obras hidráulicas	CPG3, CPG6, CT5
RA6	Conoce y aplica las bases legales, reglamentarias y administrativas que se utilizan en la planificación del agua en España.	CGP2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los tipos de obras hidráulicas que componen un sistema hidráulico.	RA1
IL2	Sí	Concibe, estudia la viabilidad y anteproyecta sistemas hidráulicos.	RA2
IL3	Sí	Realizar el predimensionamiento de los elementos de una obra hidráulica.	RA2
IL4	Sí	Gestiona, conservar, explota y repara sistemas hidráulicos.	RA3
IL5	Sí	Realiza un estudio de rentabilidad económica de una obra hidráulica.	RA5
IL6	No	Conoce los efectos y condicionantes medioambientales en la planificación de un sistema de recursos hidráulicos	RA4, RA6

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. Ejercicios de clase **10%**

Descripción: Se podrá plantear al alumno un número indefinido de ejercicios teóricos y prácticos de corta duración en la propia aula. Los ejercicios deben ser respondidos de forma individual por cada alumno.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de los ejercicios realizados.

Momento y lugar: Los ejercicios se plantearán sin previo aviso durante el horario de clase y se responderán en el aula.

PE2. Examen parcial **45% o 50%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en las clases de la asignatura hasta la fecha del examen.

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada será de 2-2,5 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE2) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Si la calificación del examen es igual o superior a 4 (es decir, si $PE2 \geq 4$) el alumno puede optar por no examinarse de esta parte en el examen final ordinario.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

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

PE3. Examen final ordinario **45%, 50% o 100%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en el curso.

Descripción: El examen tendrá dos partes diferenciadas:

- La primera (PE3a) corresponde a la parte de la asignatura impartida después de la realización del parcial.
- La segunda (PE3b) corresponde a la materia explicada antes del parcial.

Cada una de las partes constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada de cada parte será de 2-2,5 horas y entre ambas habrá un descanso intermedio de 15 minutos.

Criterios de calificación: Cada parte se evalúa por separado. Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10, siendo la nota de cada una de las partes (PE3a y PE3b) la media de la calificación de los ejercicios correspondientes.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO ORDINARIO

Para aprobar la asignatura el alumno debe cumplir los dos requisitos imprescindibles siguientes:

3. Haber obtenido en cada una de las partes del examen final que haya realizado una calificación igual o superior a 4.
4. Que la media de las calificaciones obtenidas en la primera (PE2 o PE3b) y la segunda parte (PE3a) sea superior a 5.

NOTA FINAL. PERIODO ORDINARIO

La nota final de los alumnos que cumplen las condiciones para aprobar la asignatura será la mayor de las dos siguientes:

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot \text{PE1} + 0,45 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,45 \cdot \text{PE3a}$$

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,5 \cdot \text{PE3a}$$

La nota final de la asignatura de los alumnos que no cumplen las condiciones para aprobar la asignatura será la menor de las dos siguientes:

$$\text{Nota sólo exámenes} = 0,5 \cdot (\text{PE2 o PE3b}) + 0,5 \cdot \text{PE3a}$$

Nota del alumno suspenso que tenga la calificación más alta.

PE4. Examen final extraordinario **90% o 100%**

Materia objeto de evaluación en el examen: Se evalúa toda la materia impartida en el curso.

Descripción: Constará de varios ejercicios de carácter teórico y práctico. La duración aproximada será de 2,5-3 horas.

Criterios de calificación: Todos los ejercicios tienen el mismo peso. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen (PE4) será la media de la calificación obtenida en los ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIÓN PARA APROBAR LA ASIGNATURA. PERIODO EXTRAORDINARIO

Que la nota del examen sea igual o superior a 5 (es decir, $\text{PE4} \geq 5$).

NOTA FINAL. PERIODO EXTRAORDINARIO

La nota final de los alumnos que cumplen la condición para aprobar será la mayor de las dos siguientes:

$$\text{Nota ejercicios y exámenes} = 0,1 \cdot \text{PE1} + 0,9 \cdot \text{PE4}$$

$$\text{Nota sólo examen} = \text{PE4}$$

La nota final de los alumnos que no cumplan la condición para aprobar será la obtenida en el examen extraordinario (PE4).

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

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Será el mismo examen final (ordinario o extraordinario) que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación: Serán los mismos que para los alumnos que realizan la evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA Y NOTA FINAL

La nota final será directamente la obtenida en el examen final (ordinario o extraordinario) con los mismos criterios que para los alumnos que cursan la evaluación continua.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo 0. Obras hidráulicas de regulación: presas.	
Tema 0. Presas y azudes.	
<i>En este tema se repasarán los temas relativos a las presas, que se han visto con gran detalle en la asignatura Recursos Hidráulicos de este mismo máster: cuestiones generales, presas de fábrica, presas de materiales sueltos, órganos hidráulicos de las presas, explotación de presas, regulación, laminación, etc.</i>	
Capítulo I. Obras hidráulicas de transporte: conducciones.	
Tema 1. Conducciones en lámina libre: canales. Tipos de canales. Trazado de canales. Problemas geotécnicos en canales. Sección tipo. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento de canales. Revestimiento y drenaje. Canales en tierra. Construcción de canales. Obras especiales en canales. Regulación de canales. Sistemas de control.	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 2. Conducciones en presión: redes de tuberías. Tipos tubos: componentes y características. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento mecánico de tuberías. Trazado, proyecto, construcción y equipamiento de conducciones. Sistemas de control.	IL1, IL2, IL3, IL4
Tema 3. Optimización de redes ramificadas de tuberías. Planteamiento. Concepto del gradiente de cambio. Procedimiento operativo del sistema Granados.	IL3
Capítulo II. Diseño de estaciones de bombeo y centrales hidroeléctricas.	
Tema 4. Conceptos económicos para la evaluación de proyectos hidráulicos. Manipulación de los flujos monetarios. Comparación económica de inversiones. Criterios para el dimensionamiento óptimo de proyectos.	IL5
Tema 5. Estaciones de bombeo. Conceptos básicos. Clases y características de las bombas rotodinámicas. Criterios de selección de bombas. Normas de instalación y montaje de bombas. Diseño de estaciones de bombeo. Protecciones y enclavamientos. Transitorios y equipos antiarriete. Optimización del sistema conjunto de bombas y conducción. Explotación de un sistema de bombeo.	IL1, IL2, IL3, IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 6. Centrales hidroeléctricas. Conceptos básicos de potencia y energía. El mercado eléctrico. Tipología y dimensionamiento de aprovechamientos hidroeléctricos: saltos de pie de presa, en derivación, fluyente y reversible. Tomas: embocadura, desarenadores, etc. Sumergencia. Chimeneas de equilibrio. Tuberías forzadas: criterios de dimensionamiento, trazado, apoyos, macizos de anclaje, piezas especiales. Minicentrales. Cálculo del caudal de diseño de un aprovechamiento hidroeléctrico.	IL1, IL2, IL3, IL4
Capítulo III. Otras obras hidráulicas: regadíos, obras fluviales, acuíferos y restauración ambiental.	
Tema 7. Regadíos. Regadíos: necesidades hídricas de los cultivos y retornos. Técnicas de riego: riego por aspersión y riego localizado. Cálculo de caudales en redes colectivas de riego.	IL1, IL2, IL3
Tema 8. Obras fluviales y acuíferos Obras de encauzamiento. Defensa y corrección de márgenes fluviales. Captaciones de aguas subterráneas. Explotación de acuíferos y recarga artificial.	IL1, IL2, IL3
Tema 9. Restauración medioambiental. Problemas medioambientales. Medidas preventivas y correctoras. Actuaciones para la restauración ambiental. Estado ecológico de masas de agua. Concepto e importancia del caudal ecológico. Métodos para cálculo de los caudales ecológicos: hidrológicos y de simulación de hábitat.	IL2, IL6

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.

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas, con el objetivo de conseguir una 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. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

- Balairón, L. et al. (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Centro de Publicaciones del CEDEX, Madrid.
- Cuesta, L. & Vallarino, E. (2014). *Aprovechamientos hidroeléctricos*. Editorial Garceta. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección SEINOR nº 50, Madrid.
- Granados, A. (2000). *Problemas de obras hidráulicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Martín Carrasco, F.J. & Garrote, L. (2013). *Dimensionamiento y optimización de obras hidráulicas*. Editorial Garceta, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
-

Bibliografía complementaria:

- Granados, A. (2007). *Redes colectivas de riego a presión*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Granados, A. & Pimentel, H. (2000). *Sistemas de riego*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Liria Montañés, J. (2001). *Canales hidráulicos: proyecto, construcción, gestión y modernización*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección SEINOR nº 25, Madrid.
-

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 0 4 h			Estudio tema 1 4 h 30 min			8 h 30 min
2	Tema 1 2 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 2 4 h 30 min			8 h 30 min
3	Tema 1 (cont.) 2 h	Tema 2 2 h		Estudio tema 3 4 h 30 min			8 h 30 min
4	Tema 1 (cont.) 2 h	Tema 2 (cont.) 2 h		Estudio tema 3 4 h 30 min			8 h 30 min
5	Tema 2 2 h	Tema 2 (cont.) 2 h		Estudio tema 4 4 h 30 min			8 h 30 min
6	Tema 2 (cont.) 2 h	Tema 2 (cont.) 2 h		Estudio tema 4 4 h 30 min			8 h 30 min
7	Tema 2 (cont.) 2 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 5 4 h 30 min			8 h 30 min
8	Tema 3 2 h	Tema 3 (cont.) 2 h		Estudio tema 6 4 h 30 min			8 h 30 min
9				Preparación del examen final 13 h 30 min	Examen parcial 2 h 30 min		15 h
10	Tema 4 y 5 2 h	Tema 4 y 5 2 h		Estudio tema 7 4 h 30 min			8 h 30 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 5 (cont.) 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 8 4 h 30 min			8 h 30 min
12	Tema 5 (cont.) 2 h	Tema 5 (cont.) 2 h		Estudio tema 9 4 h 30 min			8 h 30 min
13	Temas 6 2 h	Tema 5 (cont.) 2 h		Estudio tema 10 4 h 30 min			8 h 30 min
14	Tema 6 (cont.) 2 h	Tema 6 2 h		Estudio tema 11 4 h 30 min			8 h 30 min
15	Tema 7 2 h	Tema 6 (cont.) 2 h		Estudio tema 11 4 h 30 min			8 h 30 min
16	Temas 8 y 9 2 h	Tema 6 2 h		Estudio tema 12 4 h 30 min			8 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 13 h 30 min	Examen final 5 h		17 h 30 min
Horas	37 h 30 min	18 h 45 min		58 h	7 h 30 min		162 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Planificación y gestión de carreteras

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000380	4,5	Obligatoria	Materias comunes	Español
Nombre en inglés:	Road Planning and Management			
Materia	Planificación y gestión de carreteras			
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Período impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Ángel del Val Melús	Pte.	A	X y J: 9:45 -11:45; X: 12:45 - 14:45	3ª planta de la torre	miguel.delval@upm.es
Manuel Romana García	Vocal	A	L:12:30 - 14:00 y 16:00 - 18:30; M: 08:30 - 10:30	Lab. Caminos.	manuel.romana@upm.es
José María Pardillo Mayota		A	J y V: 8:45 - 11:45	3ª planta de la torre	jmpardillo@caminos.upm.es
Begoña Guirao Abad	Secr.	A	M y J: 11:30 - 14:30	Lab. Caminos.	bguirao@caminos.upm.es
Alberto Bardesi Orue-Echevarría		A	J y V: 18:00 - 21:00	Planta 1ª	alberto.bardesi@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:

Ingeniería y Territorio, Modelos matemáticos para sistemas de Ingeniería civil, Sistemas de transporte, Economía

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Estadística, Ingeniería de carreteras (proyecto y construcción), Inglés

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Código	Competencia
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras
CE40	Capacidad de aplicación integral de conocimientos en asesoría, análisis, diseño, cálculo, construcción, mantenimiento, conservación, explotación, gestión legal, gestión empresarial, planificación y gestión técnica de infraestructuras y sistemas de transporte.
CE41	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de infraestructuras y sistemas de transporte.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Inserta adecuadamente la planificación viaria tanto en la política de transportes como en la planificación territorial.	CGP2, CGP3, CGP15, CE37
RA2	Analiza críticamente la estructura y los contenidos de un plan de carreteras.	CGP4, CGP5 CE37
RA3	Es capaz de establecer una programación de actuaciones como consecuencia de los establecidos en un plan de carreteras.	CE40, CT1, CT4, CT7
RA4	Conoce los procedimientos con los que se deben analizar tanto la oferta viaria como la correspondiente demanda y, como consecuencia de ello, es capaz de establecer las bases para la redacción de un plan de carreteras.	CGP12, CE41, CT1, CT4, CT7
RA5	Conoce cómo se organiza la explotación de una red viaria y los distintos modelos de gestión que existen para tal fin.	CGP4, CGP5, CE37
RA6	Es capaz de diseñar la gestión del tráfico de una red viaria interurbana.	CE40
RA7	Es capaz de diseñar la gestión del tráfico de una red viaria urbana.	CE40
RA8	Conoce los fundamentos de la gestión de la seguridad de la circulación viaria.	CGP3, CE41
RA9	Es capaz de diseñar una campaña de vialidad invernal.	CE40, CT1, CT4, CT7
RA10	Conoce las posibilidades de la tecnología ITS aplicada a la explotación viaria.	CGP5, CGP6, CE41
RA11	Sabe cómo obtener, analizar y explotar los datos e informaciones necesarios para la gestión de la conservación viaria.	CGP15, CE41

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA12	Conoce la estructura de los sistemas de gestión de la conservación y las características de cada uno de sus subsistemas.	CGP5, CE40
RA13	Sabe establecer indicadores de estado y sus umbrales y elaborar modelos de evolución para cada uno de los elementos de una carretera considerados en un sistema de gestión de la conservación.	CGP6, CE37
RA14	Determina las necesidades de inversión para la conservación de una red viaria según determinados procedimientos e independientemente de los mecanismos de financiación que se vayan a aplicar.	CGP3, CGP4, CE40, CT1, CT4, CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Identifica las discordancias entre la planificación viaria y la política de transportes, por un lado, y la planificación territorial, por otro.	RA1
IL2	Sí	Elabora el programa de actuaciones correspondiente a un plan de carreteras	RA2, RA3
IL3	No	Evalúa la oferta presente de infraestructuras viarias, así como la demanda actual y la previsible en un futuro.	RA4
IL4	Sí	Diseña las medidas para la gestión del tráfico en una red viaria, sea urbana o interurbana.	RA5, RA6, RA7, RA10
IL5	No	Diseña una campaña para mejorar a medio y a largo plazo las condiciones de seguridad de la circulación en un tramo o en una red viaria.	RA8
IL6	Sí	Diseña una campaña de vialidad invernal	RA9
IL7	Sí	Maneja con soltura un sistema de gestión de la conservación viaria	RA11, RA12
IL8	Sí	Fija indicadores de estado y define modelos de evolución de los principales elementos de la carretera.	RA13
IL9	No	Calcula o estima las necesidades de inversión para la conservación de una red viaria	RA14

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse básicamente de forma individual para aprobar la asignatura.

No básico: Indicador de logro que debe superarse básicamente mediante trabajo de grupo para aprobar la asignatura.

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. Asistencia continuada a las clases teóricas y prácticas	0%
---	-----------

Descripción: El estudiante debe asumir como parte de sus obligaciones individuales la asistencia continuada tanto a las clases teóricas como a las clases prácticas.

Criterios de calificación: La asistencia no se controlará de manera directa, aunque sí de manera indirecta en el curso de la realización de las distintas actividades evaluables previstas.

Momento y lugar: La asistencia continuada a las clases teóricas y prácticas la asumirá el estudiante como un ejercicio de su responsabilidad individual.

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

PE2. Participación en la resolución interactiva de cuestiones y de ejercicios en clase 20%

Descripción: Consiste en un número indefinido de ejercicios teóricos, prácticos o teórico-prácticos que se realizarán individualmente en el aula y que versarán sobre cualquier aspecto abordado en la materia hasta ese momento.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de PE2 será la media aritmética de todos los ejercicios propuestos. A estos efectos un ejercicio no realizado por el estudiante se calificará con 0. Se requiere que en la mitad más uno de los ejercicios se tenga una calificación superior a 0; si no fuese así, la calificación global de PE2 sería 0.

Momento y lugar: Los ejercicios se propondrán en el aula en cualquier momento, durante el desarrollo de la materia y sin previo aviso.

PE3. Resolución en grupo de ejercicios y problemas 30%

Descripción: Consiste en casos prácticos (tres o cuatro a lo largo del semestre), cada uno de los cuales será analizado y resuelto en grupos fuera de las horas de clase. Los grupos serán establecidos por los profesores al comienzo de la asignatura y permanecerán invariables.

Criterios de calificación: Cada caso se valorará de 0 a 10. La calificación de PE3 será la media aritmética de los casos propuestos. A estos efectos un caso no realizado se calificará con 0 (calificación que recibirá también el estudiante que, por las causas que fuesen, no hubiese participado en el trabajo del grupo). Se requiere que en todos los casos prácticos la calificación sea superior a 0 y que en no más de uno la calificación sea inferior a 3,5; si no fuese así, la calificación global de PE3 sería 0.

Momento y lugar: Los 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. Control intermedio 25%

Descripción: Consiste en una prueba que incluye una prueba objetiva de respuesta múltiple (*test*) y uno o dos ejercicios teórico-prácticos, relativos todos ellos a los temas de la materia desarrollados hasta ese momento. La duración será como mínimo de 1,5 horas y como máximo de 2,5 horas.

Criterios de calificación: La prueba se valorará con una calificación de 0 a 10. Se requiere que en el control la calificación sea igual o superior a 3,5; si no fuese así, la calificación de PE 4 sería 0.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE5. Examen final 25 %, 50% o 100%

Descripción: Consiste en una prueba constituida por dos partes: la primera relativa a los mismos temas que el control intermedio y la segunda relativa al resto de los temas. Cada una de las partes tendrá una estructura igual a la del control intermedio. La duración de la prueba será como mínimo de 3 horas y como máximo de 4 horas.

Criterios de calificación: La prueba se valorará con una calificación de 0 a 10, siendo idéntico el peso de cada una de las partes. El estudiante que en el control intermedio hubiese obtenido una calificación igual o superior a 3,5 podrá optar por no volver a hacer la parte correspondiente del examen final. En todo caso, se le computará la mayor de las dos calificaciones.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Se considerará superada la materia cuando la calificación obtenida de combinar PE2, PE3 y PE5 (PE5 incorpora en su caso PE4), con sus correspondientes ponderaciones, sea igual o superior a 5,0.

Para los estudiantes de evaluación continua que realicen la totalidad del examen final P5, 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.

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

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: El examen final ordinario responderá al mismo esquema que se ha indicado para el examen final de los estudiantes de evaluación continua y coincide con él. El examen final extraordinario consiste por su parte en una prueba que incluye una prueba objetiva de respuesta múltiple (*test*) y dos o tres ejercicios teórico-prácticos, relativos todos ellos al conjunto de la asignatura; la duración será como mínimo de 1,5 horas y como máximo de 3 horas.

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.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

Será directamente la calificación obtenida en el examen final ordinario o extraordinario. (En ningún caso se computarán resultados que se hubieran podido obtener en pruebas de evaluación anteriores). Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o mayor que 5,0.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo 0: Introducción	
Tema 1. Conceptos básicos de la Ingeniería de Carreteras	
1.1. Características básicas de los sistemas viarios. Las redes de carreteras y las administraciones viarias en España.	
1.2. Niveles de servicio y capacidad en carreteras y en autopistas.	
1.3. Fundamentos del diseño geométrico de las carreteras.	
1.4. La infraestructura viaria: obras de tierra, puentes, túneles y sistemas de desagüe y drenaje.	
1.5. La superestructura viaria (I): firmes y pavimentos.	
1.6. La superestructura viaria (II): dotaciones viarias.	
Capítulo I: Planificación de carreteras	
Tema 2. La planificación viaria en el contexto de la planificación territorial y de la política de transportes.	IL1
Tema 3. Políticas, planes y programas de carreteras.	IL2
Tema 4. Análisis de la oferta y de la demanda para la planificación viaria.	IL3
Tema 5. Procesos de decisión	IL1, IL2, IL3
Capítulo II: Explotación avanzada de redes viarias	
Tema 6. Organización de la explotación de una red viaria. Modelos para su gestión.	IL4
Tema 7. Gestión del tráfico en una red viaria interurbana.	IL4
Tema 8. Gestión del tráfico en una red viaria urbana.	IL4
Tema 9. Gestión de la seguridad de la circulación en una red viaria.	IL5
Tema 10. Diseño de campañas de vialidad invernal	IL6
Tema 11. Aplicación de la tecnología ITS a la explotación viaria	IL4
Capítulo III: Organización y gestión de la conservación viaria	
Tema 12. Organización de la conservación. Bases para la gestión de la conservación.	IL7
Tema 13. Datos para la gestión de la conservación. Auscultaciones e inspecciones.	IL7

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 14. Indicadores de estado, umbrales y modelos de evolución. Sistemas de gestión	IL7, IL8
Tema 15. Análisis de las necesidades de inversión en la conservación de una red viaria.	IL9

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 estudiante. Se estimulará su intervención, 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 estudiante adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El estudiante trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los estudiantes trabajar sobre un problema que seguidamente se discutirá de manera abierta.

Clases de laboratorio:

No hay prácticas de laboratorio

Trabajos autónomos:

Los estudiantes trabajarán sobre la materia expuesta en las clases teóricas; además, resolverán los ejercicios que se propongan en clase

Trabajos en grupo:

Está prevista la realización de tres o cuatro casos prácticos a lo largo del semestre, cada uno de los cuales será analizado y resuelto en grupos fuera de las horas de clase. Los grupos serán establecidos por los profesores al comienzo de la asignatura y permanecerán invariables.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

De Solminihac, H., *Gestión de infraestructura vial* (2ª edición), Universidad Católica de Chile, 2001, Santiago.
 Kraemer, C. et al., *Ingeniería de Carreteras*, volúmenes I (2ª edición, 2009) y II (2004), McGraw-Hill, Madrid.
 Mannering, F.L., Washburn, S.S., *Highway engineering and traffic analysis* (5ª edición), John Wiley and Sons, 2013, Singapore.
 Robinson, R. et al., *Road Maintenance Management*, MacMillan Press, 1998, Houndmills (U.K.).
 Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual HCM 2010*, 3 volúmenes, 2010, Washington, D.C.

Bibliografía complementaria:

Del Val, M.A., *Las necesidades de conservación de los firmes de las carreteras españolas*, Asefma, 2010, Madrid.

Haas, R., Hudson, W.R., *Pavement Management Systems*, McGraw-Hill, 1978, New York.

Ministerio de Fomento, *Sistema de gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad*, 1996, Madrid.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, *Plan Director de Infraestructuras 1993-2007*, 1993, Madrid.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, *Plan General de Carreteras 1984-1991, (Balance)*, 1994, Madrid.

Pardillo, J.M., *Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras*, Fundación Agustín de Betancourt, 2004, Madrid

Recursos Web:

Moodle de la asignatura

Twitter: @PlaniViaria

Facebook: Planificación y gestión de carreteras (<https://www.facebook.com/planiviaria>)

Blog: <https://planiviaria.wordpress.com/>

Otras webs: <http://www.trb.org/Publications/PubsNCHRPPublications.aspx>

Equipamiento específico:

Biblioteca del Laboratorio del Laboratorio de Caminos de la Escuela

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Trabajo de grupo	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 4 h			7 h
2	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 6 h			9 h
3	Tema 2, Tema 3 3 h		Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Temas 2 y 3 3,5 h			8,5 h
4	Tema 3 2 h	Ej. Tema 3 1 h	Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Temas 5 y 6. 4 h			9 h
5	Tema 4 1 h	Ej. Tema 4 2 h	Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Tema 6. 3,5 h			8,5 h
6	Tema 5 1,5 h	Ej. Tema 5 1,5 h	Ej. Temas 3 y 4 2 h	Estudio Temas 7 y 8 3,5 h			8,5 h
7	Tema 6, Tema 7 3 h		Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Tema 9 3,5 h			8,5 h
8	Tema 7, Tema 8 2 h	Ej. Temas 7 y 8 1 h	Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Tema 10 4 h	Control intermedio 2 h		11 h
9	Tema 9, Tema 10 2 h	Ej. Temas 7 y 8 1 h	Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Tema 10 3,5 h			8,5 h
10	Tema 10, Tema 11 2 h	Ej. Tema 10 1 h	Ej. Temas 7 y 8 2 h	Estudio Temas 11 y 12 3,5 h			8,5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Trabajo de grupo	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 12, Tema 13 3 h		Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 13 3,5 h			8,5 h
12	Tema 13 2 h	Ej. Tema 13 1 h	Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 13 y 14 3,5 h			8,5 h
13	Tema 14 1 h	Ej. Tema 14 2 h	Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 14 4 h			9 h
14	Tema 15 1 h	Ej. Tema 14 2 h	Ej. Temas 13 y 14 2 h	Estudio Tema 14 y 15 3,5 h			8,5 h
Horas	29,5 HORAS	12,5 HORAS	24 HORAS	53,5 HORAS	2 h		121,5 HORAS

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Sistemas Energéticos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000379	3	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Energy systems			
Materia	Sistemas energéticos			
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente			
Web asignatura	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Periodo impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José Ángel Sánchez Fernández	Pte.	Todos	L y X (12-15) V (16-18)	Lab. Electro.	joseangel.sanchez@upm.es
María José Suárez Navarro	Secr.	Todos	X y J (11-14)	Lab. Termo.	mariajose.suarez@upm.es
Juan Ignacio Pérez Díaz	Vocal	Todos	J y V (11-14)	Lab. Electro.	ji.perez@upm.es
Luis Alberto Sánchez Díez		Todos	J y V (10-13)	Lab. Termo.	luisalberto.sanchez@upm.es
Luis Pujol Terés		Todos	M y V (16-18)	Lab. Termo.	luis.pujol@upm.es
Guillermo Martínez de Lucas		Todos	L y M (10-13)	Lab. Electro.	guillermo.martinez@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:

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP9	Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CE35	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional. Desarrolla la competencia transversal 7ª de la normativa UPM.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Planifica las infraestructuras y la explotación de recursos energéticos, incorporando los condicionantes y efectos económicos y medioambientales.	CGP6 CGP9 CGP12 CE33 CE35 CE37 CT5 CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los diferentes tipos de recursos energéticos y el papel que desempeñan dentro de un sistema energético.	RA1
IL2	Sí	Conoce los diferentes ciclos para la conversión de energía térmica en mecánica y de ésta en eléctrica.	RA1
IL3	Sí	Conoce los diferentes tipos de energías renovables.	RA1
IL4	Sí	Planifica las redes de transporte de energía y las necesidades energéticas del transporte	RA1
IL5	No	Analiza las necesidades de almacenamiento de energía	RA1
IL6	Si	Conoce los aspectos medioambientales de la conversión energética.	RA1

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Examen parcial

50%

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración será de 2 - 2,5 horas.

Criterios de calificación. El examen se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

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

PE2. Examen final

50% o 100%

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 2 - 2,5 horas. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico correspondientes a los temas relativos al examen parcial. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4 en el examen parcial.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura no incluidos en el examen parcial. Todos los alumnos deben examinarse de esta parte.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 100% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 50%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Por motivos de organización, primero se realizará el examen correspondiente a la segunda parte de la asignatura (la que deben realizar todos los alumnos). Una vez finalizado éste, se realizará el examen correspondiente a la primera parte (la que deben realizar los alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 4 en el examen parcial).

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que hayan aprobado el examen parcial: PE1 (50%) y PE2 (50%), siempre que la calificación de PE2 no sea inferior a 4.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE2 (100%)

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
<p>Tema 1. Recursos energéticos</p> <p>1.1. Recursos de energía</p> <p>1.2. Sector energético</p> <p>1.3. Sector eléctrico</p> <p>1.4. Transformaciones energéticas</p> <p>1.5. Análisis energético</p>	IL1
<p>Tema 2. Producción de Energía</p> <p>2.1. Ciclos de potencia con turbinas de vapor</p> <p>2.2. Ciclos de potencia con turbinas de gas</p> <p>2.3. Plantas de ciclo combinado y plantas de Cogeneración.</p> <p>2.4. Plantas termo-nucleares</p> <p>2.5. Generación eléctrica</p>	IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 3. Energía y Transporte	IL4
3.1. Transporte de energía	
3.2. Necesidades energéticas del transporte	
Tema 4. Energías Renovables	IL3
4.1. Energía eólica	
4.2. Energía geotérmica	
Tema 5. Almacenamiento y Aspectos Medioambientales	IL5, IL6
5.1. Almacenamiento de la energía	
5.2. Características y tipos de Residuos producidos.	
5.3. Emisiones de CO2 y gases de efecto invernadero	
Tema 6. Economía de la energía	IL7
6.1. Mercado energético.	
6.2. Mercado eléctrico	

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 aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

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:

Martinez-Val Peñalosa, J.M. (editor). (2004). *La energía en sus claves*. Ed. Fundación Iberdrola.
 Kugeler, K. y Phlippen, P.W. (1993). *Energietechnik*. Ed. Springer-Verlag.
 Barrero, F. (2004), *Sistemas de Energía Eléctrica*, Ed. Thomson

Bibliografía complementaria:

IEA (2015). *World energy outlook*. International Energy Agency.

IEA (2017). *Global EV Outlook 2017*. International Energy Agency.

Wark, K. y Richards, D.E. (2001). *Termodinámica*. Ed. Mc Graw-Hill.

World Energy Council (2016) *World Energy Resources*. World Energy Council

Fraile Mora, J. (2015), *Máquinas Eléctricas*, Ed. Ibergarceta Publicaciones

Recursos Web:

Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:



Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 3 h 30 min			5 h 30 min
2	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 3 h 30 min			5 h 30 min
3	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 1 h 30 min			3 h 30 min
4	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h 30 min			5 h 30 min
5	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h 30 min			5 h 30 min
6	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 1 h 30 min			3 h 30 min
7	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 3 h 30 min			5 h 30 min
8	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 3 h 30min			5 h 30 min
9	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 2 h 30 min			4 h 30 min
10				Estudio personal y preparación del examen parcial 4 h	Examen parcial 2 h 30 min		6 h 30 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 1 h 30 min			3 h 30 min
12	Tema 3 2 h			Estudio tema 4 3 h 30 min			5 h 30 min
13	Tema 3 2 h			Estudio tema 5. 3 h 30 min			5 h 30 min
14	Tema 4 2 h			Estudio tema 5 1 h 30 min			3 h 30 min
15	Tema 4 2 h			Estudio tema 6 3 h 30 min			5 h 30 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 4 h	Examen final 2 h 30 min		6 h 30 min
Horas	28 h			48 h	5 h		81 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Tipología Estructural

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000373	3	Obligatoria	Común	Español
Nombre en inglés	Conceptual design of structures			
Materia	Tipología Estructural			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras			
Web asignatura	www.he-upm.com			
Periodo impartición	Tercer semestre			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Hugo Corres Peiretti	Pte.	Todos	L (17-20) J (17-20)	Lab. Estruct	hugoeduardo.corres@upm.es
Javier León González	Secr.	Todos	M (9-11) V (9-10)	Lab. Estruct	franciscojavier.leon@upm.es
Alejandro Pérez Caldentey	Vocal.	Todos	M (9-11) V (9-10)	Lab. Estruct	alejandroperez@upm.es
Leonardo Todisco		Todos	V (15-20)	Lab. Estruct	leonardo.todisco@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:

Resistencia de Materiales, Hormigón y Estructuras Metálicas, Cálculo de Estructuras

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Historia de la ingeniería

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP1	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.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
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

Código	Competencia
CE22	Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.
CE23	Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.
CE37	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural-
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Asume los principios del diseño estructural. Despierta una sensibilidad por la labor creativa.	CGP1
		CGP6
		CE23
		CE37
		CE39
RA2	Desarrolla una síntesis del comportamiento estructural, con una prospectiva nueva, la del proyecto.	CT2
		GP11
		CE22
		CE23
		CE38
RA3	Aplica los métodos de análisis de estructuras para explorar nuevas formas estructurales mediante software de análisis paramétrica	CE39
		CE22

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce las distintas tipologías estructurales	RA1, RA2
IL2	Sí	Conoce los conceptos estructurales básicos	RA1, RA2
IL3	Sí	Conoce el comportamiento básico de los diferentes materiales	RA1, RA2
IL4	Sí	Conoce el comportamiento básico de los diferentes elementos estructurales	RA1, RA2
IL5	Sí	Plantea las distintas alternativas posible en el proyecto y la construcción de una estructura convencional	RA1, RA2
IL6	No	Conoce la forma de abordar el estudio de una estructura	RA1, RA2.
IL7	No	Desarrolla diseño estructuras mediante software de análisis paramétricos	RA1, RA2, RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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. Entregables 20%

Descripción: Consiste en la realización de tres documentos PE1_1: Definición del problema; PE1_2: Estudio de alternativas tipológicas; PE1_3: Elección de la solución ,a ser desarrollados en un grupo de no mas de tres alumnos.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Los ejercicios, cuya fecha de entrega se indicará en el calendario del curso, se realizarán en casa.

PE2. Trabajo final 100%

Descripción: Al finalizar el curso, siempre que los alumnos hayan tenido una nota promedio de al menos 5 puntos en los entregables tipo PE1, los alumnos tendrán que realizar un trabajo que expondrán en un poster de tamaño UNE A-1 y que presentarán oralmente a los profesores en un tiempo máximo de 5 minutos, al cabo de los cuales los docentes harán los comentarios que crean pertinentes y pondrán la calificación oportuna.

Criterios de calificación: Cada trabajo se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Se anunciarán oportunamente tanto el lugar como la fecha.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Para los alumnos que hayan obtenido al menos 5 puntos en promedio en los entregables tipo PE1, la calificación será el 20% del promedio de los PE1 más el 100% del trabajo PE2 (las notas PE1 son, pues, una ayuda).

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria a la "Prueba final" PE3.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

PE3. Prueba final

Descripción. Consistirá en la realización de un trabajo de las mismas características y formato del PE2.

Criterios de calificación. La nota se valora de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5, sin que cuenten como ayuda los puntos de las pruebas PE1.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción	IL1
1.1. Diseño conceptual. Forma de crear una idea	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. Conceptos estructurales básicos	IL2
2.1. El equilibrio.	
2.2. El fenómeno tenso resistente	
2.3. La inestabilidad	
2.4. La funicularidad	
2.5. Los mecanismos resistentes a torsión	
Tema 3. Materiales	IL3
3.1. Fábrica	
3.2. Madera	
3.3. Acero	
3.4. Hormigón	
3.5. Cables, materiales compuestos y telas	
Tema 4. Elementos estructurales	IL4, IL7
4.1. Elementos lineales: elementos traccionados, elementos comprimidos, elementos trabajando a flexión.	
4.2. Elementos superficiales: losas, bóvedas y formas libres	
Tema 5. Las funciones estructurales	IL5
5.1. Influencia de los procedimientos constructivos	

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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los trabajos propuestos

Trabajo en grupo:

Los alumnos, en no más de 3, desarrollarán un trabajo a lo largo de todo el 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:

Torroja, E. (1991) "Razón y ser de los tipos estructurales." Consejo Superior de Investigaciones Científicas.I.E.T.c.c., Madrid.

Muttoni, A.; (2011) "The Art of Structures". EPFL Press, Lausanne.

Bibliografía complementaria:

Allen E. , Zalewski W.,(2009) "Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures".

Menn, C., (1990) "Prestressed Concrete Bridges" Editor Paul Gauvreau. Birkhäuser Verlag

Kurrer, K.-E. (2012) The History of the Theory of Structures: From Arch Analysis to Computational Mechanics. John Wiley & Sons.

Nervi, P.L. (1955)"Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate". Hoepli

Billington D. (1985) "The Tower and the Bridge: The New Art of Structural Engineering". Princeton University Press

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE). www.he-upm.com

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 3 h			5 h
2	Tema 2 2 h			Estudio tema 1 y 2 3 h			5 h
3	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h			5 h
4	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h			5 h
5	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 3 h			5 h
6	Tema 3 2 h			Preparación Evaluación parcial PE1_1 3 h	Evaluación parcial PE1_1 1 h		5 h
7	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 3 h			5 h
8	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
9	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
10	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 4 2 h			Preparación Evaluación parcial PE1_2 3 h	Evaluación parcial PE1_2 1 h		5 h
12	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
13	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 3 h			5 h
14	Tema 4 2 h			Preparación Evaluación parcial P1_3 3 h	Evaluación parcial PE1_3 1 h		7 h
15	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 3 h			5 h
Hasta el examen				Estudio personal, de grupo y preparación del trabajo final 4 h	Examen final PE2 1 h		6 h
Horas	30 h	0 h		49 h	4 h		83 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

Cuarto Semestre

Comunes

Trabajo Fin de Máster

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000381	12	Tr. Fin de Máster	Común	Español
Nombre en inglés	Diploma Project			
Materia	Trabajo Fin de Máster			
Departamento	Junta de Escuela			
Web asignatura	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales			
Período impartición	Cuarto semestre.			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Alejandro Enfedaque Díaz	Pte.	Todos	L (10:30-14:30); M (9:30-13:30)	L ^o Materiales	alejandro.enfedaque@upm.es
Antonio Lara Galera	Vocal.	Todos	L y M (17- 20)	Torre, 6 ^a	antoniolorenzo.lara@upm.es
Miguel Núñez Fernández					miguel.nunez@madrid.org
Marcos García Alberti	Secr	Todos	M (16:00 - 17:30)	Proyectos 2 ^a planta	marcos.garcia@upm.es
María Belén Muñoz	.	Todos			mariabelen.munoz@upm.es

Otros profesores, aunque impartan otras asignaturas del Plan de Estudios, también pueden ser tutores de proyectos fin de grado. Sus horas y lugares de tutorías y sus correos electrónicos figuran en esta Guía en el lugar correspondiente a la asignatura que imparten.

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Para matricularse en el Trabajo Fin de Máster se debe haber cursado todas las asignaturas de los semestres anteriores y se recomienda estar en disposición de terminar la carrera.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral
CGP18	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil.
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CE31	Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas
CT3	Capacidad de comunicación técnica oral y escrita en lengua inglesa.
CT6	Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología profesional

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Realiza individualmente un proyecto profesional original del ámbito de las tecnologías específicas de la ingeniería civil.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP12, CGP15, CGP17, CT2, CE34
RA2	Sintetiza e integra las competencias adquiridas de tecnología específica en un proyecto de ingeniería civil.	CGP18, CE33
RA3	Presenta y defiende un proyecto de ingeniería civil ante un tribunal universitario.	CE31, CT3, CT7, CT1
RA4	Aplica metodologías contrastadas para la elaboración rigurosa y exhaustiva de proyectos de calidad en ingeniería civil, incluidas las de selección de alternativas.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP12, CGP15, CGP17, CT2, CE34
RA5	Aplica los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en un proyecto de ingeniería civil.	CGP2, CGP3, CGP4, CGP5, CGP6, CGP12, CGP15, CGP17, CT2, CE34
RA6	Incorpora los principios de accesibilidad universal y diseño para todos al proyecto y a la obra de ingeniería civil.	CGP2
RA7	Interioriza los principios de deontología profesional de ingeniería civil.	CT6

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Elabora correctamente un proyecto, completo y original, de la competencia de los ingenieros con la mención específica, teniendo en cuenta las condiciones técnicas, administrativas y de la propiedad.	RA1
IL2	No	Participa activamente en talleres generales y de la tecnología específica, aplicando los conocimientos adquiridos e interaccionando con compañeros de otras tecnologías y de la propia en diferentes sesiones y con diferentes roles.	RA2
IL3	No	Obtiene y maneja adecuadamente la información necesaria para la redacción de proyectos.	RA4
IL4	No	Domina los principios de la accesibilidad universal e interpreta las leyes y los códigos técnicos sobre el diseño para todos	RA6
IL5	No	Propone correctamente alternativas habituales para las construcciones propias de su tecnología específica.	RA4
IL7	No	Selecciona y justifica las prestaciones y exigencias que debe de cumplir una construcción de su tecnología específica.	RA5
IL8	No	Aplica las reglas profesionales con la deontología necesaria	RA7
IL9	Sí	Resume y expone públicamente un trabajo personal en un tiempo limitado, respondiendo a las preguntas que se le formulen con la soltura, seguridad y claridad.	RA3
IL10	No	Organiza y planifica los trabajos de elaboración de un proyecto, ajustando los recursos y el esfuerzo de cada actividad.	RA2

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

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”

Nota previa: Asignación de tutor y de tipo de proyecto.

El alumno que quiera seguir el modelo de “evaluación continua” deberá: (1) estar matriculado al inicio de las clases de este semestre, y (2) rellenar un impreso de solicitud durante la primera semana de clase que debe entregar en el Aula Dragados, en el cual indique sus preferencias de tutor y tipo de proyecto.

Para la asignación de tutor y de proyecto, los alumnos se ordenarán por la calificación media de su expediente académico. En cualquier caso, siempre tendrán preferencia aquellos alumnos que se encuentren en disposición de terminar la carrera en ese curso académico. Se hará público lo antes posible el tutor y tipo de proyecto asignado a cada alumno.

PE1. Examen de aprovechamiento de los “Seminarios de apoyo”.

20%

Descripción. Consiste en un examen escrito en que el alumno deberá responder a varias preguntas y ejercicios teóricos y prácticos relativas al contenido de los seminarios, que se indica en el temario.

Criterios de calificación. El examen se calificará de 0 a 10, resultado de aplicar a la calificación de cada respuesta los pesos que se indiquen.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE2. Calificación del proyecto por el tutor

50%

Descripción. El tutor valorará el trabajo realizado por el alumno basándose exclusivamente en la documentación entregada por éste. Cada alumno realizará las entregas que el tutor haya solicitado en una ficha que entregará al alumno una vez acordado su proyecto concreto.

Criterios de calificación. El tutor calificará cada una de las entregas presentadas por el alumno entre 0 y 10. La calificación final será la media ponderada de las calificaciones de cada entrega con los pesos que el tutor haya establecido en la ficha del proyecto. Para aprobar el proyecto mediante evaluación continua es condición necesaria que la puntuación de PE2 sea igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Momento y lugar. los plazos de las entregas son los fijados por la Jefatura de Estudios. Los documentos deben entregarse directamente al tutor y a la Jefatura de Estudios a través de Moodle dentro del plazo indicado.

PE3. Presentación pública del proyecto

30%

Descripción. Esta prueba requiere haber obtenido una calificación igual o superior a 5 en la PE2. El alumno deberá exponer públicamente el proyecto ante un tribunal formado por tres profesores. El tiempo asignado a la presentación será de 15 minutos, pudiendo el tribunal preguntar al alumno lo que considere conveniente durante los siguientes 15 minutos. El tribunal tendrá a su disposición el documento completo del proyecto y la ficha del tutor.

Criterios de calificación. Cada uno de los miembros del tribunal debe calificar al alumno entre 0 y 10. La calificación de la prueba será la media aritmética de las calificaciones individuales.

Para aprobar el proyecto mediante evaluación continua es condición necesaria que la calificación de la PE3 sea igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Momento y lugar. Todas las presentaciones de los trabajos se realizarán en los días que determine la Jefatura de Estudios. Dentro de esos días, el momento concreto, lugar y nombre de los miembros del tribunal evaluador de cada proyecto lo indicará Jefatura de Estudios en la semana previa a la presentación de los trabajos.

Calificación final mediante “evaluación continua”

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación por su correspondiente peso. Para superar el proyecto se debe obtener una calificación igual o superior a 5 en PE2 igual o superior a 5 en PE3, y una calificación final igual o superior a 5, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria. Los alumnos de “evaluación continua” que no hubiesen superado el proyecto en la convocatoria ordinaria podrán continuar con esta modalidad de evaluación en la convocatoria extraordinaria o cambiar a la modalidad de “sólo prueba final”.

7.2. Mediante “evaluación final”

Nota previa. Esta modalidad es obligatoria para los alumnos que no tienen tutor asignado, ya sea porque no estaban matriculados al inicio del semestre, porque no solicitaron “evaluación continua” en la fecha y forma adecuada, o porque renunciaron a su tutor en algún momento del curso. Esta renuncia, que no tiene que ser motivada, debe ser realizada en cualquier momento por escrito ante el Jefe de Estudios, indicando a la vez su voluntad de ser evaluado mediante “sólo prueba final”. También se encuentran en este caso aquellos alumnos que estén en programas de movilidad. Éstos se regularán, en su caso, según las normas específicas de los convenios que regulan sus programas de movilidad o según lo indicado en los contratos de estudios.

PE1. Examen de aprovechamiento de los “Seminarios de apoyo”.

20%

Descripción. Consiste en un examen escrito en que el alumno deberá responder a varias preguntas y ejercicios teóricos y prácticos relativas al contenido de los seminarios, que se indica en el temario.

Criterios de calificación. El examen se calificará de 0 a 10, resultado de aplicar a la calificación de cada respuesta los pesos que se indiquen.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios.

PE2. Calificación del proyecto por el tribunal

80%

Descripción. Consiste en la redacción y entrega de un proyecto, así como la presentación pública del mismo ante un tribunal formado por tres profesores. El proyecto deberá contener, al menos, todos los documentos que se indican al inicio del apartado 8 de esta Guía. La presentación pública se realizará en un tiempo máximo de 30 minutos, pudiendo el tribunal preguntar al alumno lo que considere conveniente durante los siguientes 30 minutos.

Criterios de calificación. El mismo tribunal que se designe para la presentación será el encargado de evaluar la documentación entregada por el alumno. Cada miembro del tribunal valorará individualmente en el impreso correspondiente entre 0 y 10 la documentación presentada por el alumno y entre 0 y 10 la presentación realizada. La calificación final será la media aritmética de las calificaciones otorgadas por los miembros del tribunal.

Momento y lugar. El proyecto deberá entregarse a través de la aplicación de la página web de la Escuela y la instancia de solicitud de presentación del Trabajo se entregará mediante correo electrónico a la dirección del Jefe de Estudios, antes de la fecha límite que se indique. Todas las presentaciones y el examen de aprovechamiento de los Seminarios de Apoyo se realizarán en los días que determine la Jefatura de Estudios. Dentro de esos días se publicará, el momento concreto, lugar y nombre de los miembros del tribunal evaluador de cada proyecto con cinco días de antelación. Entre la fecha de entrega de la documentación y la de presentación pública mediará al menos una semana, durante la cual el tribunal examinará y valorará el documento entregado.

Calificación final mediante “sólo prueba final”

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación por su correspondiente peso. Para superar el proyecto se debe obtener una calificación igual o superior a 5 en PE1 igual o superior a 5 en PE2.

8. Contenidos específicos (Seminarios)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado	
Tema 1. Revisión de los documentos requeridos por la Ley de Contratos del Sector Público. Doc 1. Memoria y sus anexos Doc. 2. Planos Doc. 3. Pliego de prescripciones técnicas particulares Doc. 4 Presupuestos, incluyendo precios unitarios y descompuestos, y mediciones. Estudios complementarios preceptivos: - Plan de obra. - Replanteo de la obra. - Estudio de seguridad y salud. Estudios preceptivos específicos (según los casos): - Estudio de impacto ambiental, gestión de residuos sólidos, explotación de la obra, accesibilidad universal, etc	IL1 IL10	a
Tema 2. Programa de necesidades del proyecto: Las necesidades derivadas de la legalidad. Las necesidades funcionales de un proyecto. Las necesidades derivadas del proceso constructivo. Las necesidades derivadas del entorno del proyecto	IL1 IL10	a
Tema 3. Complejidad de los proyectos: Atribuciones profesionales. Legalidad y jurisprudencia. Soluciones implícitas y explícitas. Soluciones innovadoras. Uso de tecnología en un proyecto. Complejidad en el entorno. Complejidad en las soluciones. Complejidad en la organización. Complejidad derivada del costo o plazo	IL1 IL10	a
Tema 4. Los riesgos en el proyecto: Riesgos del entorno y de la naturaleza. Riesgos inherentes al proyecto. Riesgos laborales. Riesgos medioambientales	IL1 IL10	a
Tema 5. El entorno del proyectista: La competencia y las atribuciones profesionales. Agentes y funciones. El Colegio y las asociaciones. El mercado de la consultoría y su organización. La propiedad y la responsabilidad del proyecto.	IL1 IL10	a
Tema 6. Contratación internacional: El mercado internacional de ingeniería y proyectos. La internacionalización de las empresas de ingeniería. La función comercial internacional. Las licitaciones internacionales. Los contratos internacionales. Los contratos Fidic	IL1 IL10	a
Tema 7. Resolución de conflictos: Los conflictos, su naturaleza y su origen. Afrontar los conflictos: técnicas de negociación, técnicas de prevención del conflicto, técnicas de facilitación de prueba, técnicas de resolución de conflictos. Arbitraje. La vía judicial.	IL1 IL10	a
Tema 8. Introducción a la certificación CAPM y PMP: Estándares en la gestión de proyectos. Fundamentos de la gestión de proyectos. El perfil profesional del director de proyectos.	IL1 IL10	a
Tema 9. Las gestión de los proyectos de ingeniería: La empresa de ingeniería. El presupuesto. La cuenta de pérdidas y ganancias. Los recursos. Los costes. La contabilidad "por proyecto". Función técnico económica del ingeniero en la elaboración de proyectos.	IL1 IL10	a

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Seminarios de apoyo:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos del proyecto, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad proyectual del alumno, cuya intervención se estimulará invitándole a discutir sobre las explicaciones.

El profesor propondrá un número de prácticas que desarrollará el alumno de forma individual y entregará para su evaluación y comentarios.

Prácticas de laboratorio:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo individual y autónomo de redacción de proyecto:

El alumno desarrollará de forma individual su proyecto fin de grado de acuerdo con las normas y contenidos establecidos en esta guía.

Tutorías:

En las horas y lugares anunciados, los profesores tutores de cada proyecto asistirán a los alumnos para facilitar la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Ignacio Morilla Abad, *Guía metodológica y práctica para la realización de Proyectos*. Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Ernest Burden, *Técnica de presentación de Proyectos*. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana.

G. Baca Urbina, *Evaluación de Proyectos. Análisis y administración del riesgo*. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana.

Código de buenas prácticas arbitrales. Club Español del Arbitraje.

Código de buenas prácticas en mediación. Club español del arbitraje.

International construction arbitration law. Jane Jenkins y Simon Stebbings. Kluwer Law.

AAA Handbook on Construction Arbitration and ADR. American Arbitration Association.

Project management for engineering and construction. Garold D. Oberlender. Mc Graw Hill Education.

Guía del PMBOK® (PMI) y Norma ISO 21.500 de Project Management.

Bibliografía complementaria:

IPMA, *Guía NCB de IPMA para las bases de la competencia en la Ingeniería de Proyectos*. 2008. CICCP. CUADERNOS PROFESIONALES. Aspectos a considerar en la redacción de estudios y proyectos de obras civiles.

Manual de Gestión de las obras de contratación pública. RUBIO GONZALEZ, Alfredo. 2002.

UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.

Curso de Gestión de Proyectos. Manual del Alumno. Cano, J.L., Rebollar, R.; SAENZ, M.J. 2003.

Dirección Integrada de Proyecto. Tomos I y II. Rafael de Heredia. 1998.

RD 314/2006. Código Técnico de la Edificación.

Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público

Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Ministerio de Fomento, *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes*.

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual de la UPM (MOODLE).

Equipamiento específico:

Instalaciones, equipo y material del Aula Dragados.

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Seminarios de apoyo	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 y 2 2 h 10 min			Elección y documentación del proyecto 5 h 20 min		Solicitud de tutor	7 h 30 min
2	Temas 3, 4 y 5 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 13 h 30 min		Asignación del proyecto	15 h 40 min
3	Tema 6 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 16 h 35 min			18 h 45 min
4	Tema 6 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
5	Tema 7 2 h 10 min			Realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
6	Temas 8 2 h 10 min			Realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
7	Tema 9 2 h 10 min			Documentación y realización del proyecto 20 h 20 min	1ª Entrega		22 h 30 min
8				Documentación y realización del proyecto 16 h 30 min			18 h 40 min

Semana (ver Nota 1)	Seminarios de apoyo	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
9				Documentación y realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
10				Documentación y realización del proyecto 15 h 20 min			17 h 30 min
11				Realización del proyecto 15 h			17 h 10 min
12				Realización del proyecto 20 h			22 h 10 min
13				Documentación y realización del proyecto 15 h			16 h 05 min
14				Realización del proyecto y estudio de seminarios 15 h			15 h 00 min
15				Preparación del examen y redacción del proyecto 20 h	Examen de seminarios 2 h 30 min		22 h 30 min
16				Realización del proyecto 15 h			15 h
17				Preparación de la 2ª entrega del proyecto 32 h	2ª Entrega		20 h



Semana (ver Nota 1)	Seminarios de apoyo	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
Hasta la presentación				Preparación de la presentación 25 h	Presentación 30 min		25 h 30 min
Horas	15 h 10 min			305 h 50 min	3 h		324 h

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro dónde se presenta el calendario académico.