UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

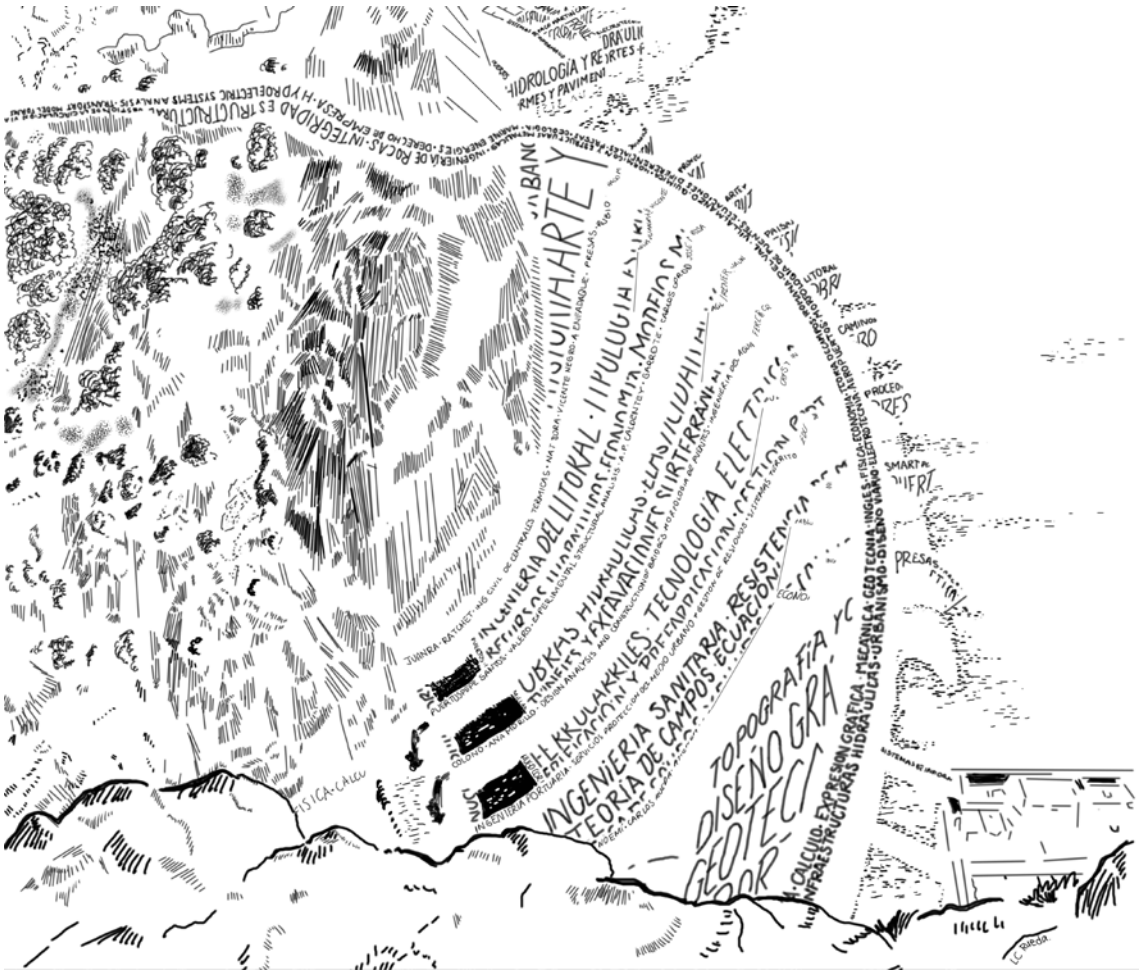
CURSO ACADÉMICO

GUÍA DE APRENDIZAJE 2018-19

DE LAS ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS CONDUCENTE A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO OFICIAL DE

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Tomo II: MÓDULO OPTATIVO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Calle Profesor Aranguren, nº 3
28040 Madrid

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 II

Índice **5**

Plan de estudios **7**

Calendario académico **15**

Exámenes **19**

Horario de clases **21**

Tercer Semestre **25**

Opción: Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales **25**

Cálculo Avanzado de Estructuras 25
Experimental Structural Analysis 33
Ingeniería de Rocas 40
Integridad Estructural 48
Morfología de puentes 54

Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente **61**

Ingeniería Hidroeléctrica 61
Introduction to optimization techniques 68
Ingeniería Nuclear y Medio Ambiente 74
Las Formas en la Ingeniería Civil 82

Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo **90**

Gestión Portuaria 90
Técnicas de Planificación Territorial y Sostenibilidad 103
Tecnología Ferroviaria 112

Opción: Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras **119**

Dirección y Gestión Integrada de Proyectos 119
Metodologías BIM de proyecto para la construcción inteligente 133
Evaluación Económica y Social de Inversiones 141
Public-Private Partnerships in Infrastructure, Facilities and Utilities 150

Cuarto Semestre **157**

Opción: Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales **157**

Advanced Analysis and Design of Concrete Structures 157
Conservación, Auscultación y Rehabilitación Estructural 164
Durabilidad e Innovación en Materiales de Construcción 171
Dynamic and Seismic Analysis of Structures 181
Estructuras de Tierra 189
Comportamiento No Lineal de Estructuras 197
Ingeniería Geológica 205
Innovación en Procedimientos Especiales de Construcción 213
Proyecto, cálculo y construcción de puentes 222
Structural Composite Materials 230
Técnicas Geomáticas en Ingeniería Civil 235

Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente **242**

Control de Sistemas Hidráulicos 242
Presas 249
Hydroelectric Systems Analysis 258
Ingeniería Hidráulica Ambiental 265
Marine Energies 272

Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo **282**

Aeropuertos 282
Diseño Viario 289
Gestión de la Circulación Viaria 297
Planificación y Gestión Urbana 304
Smart Ports 313
Transport Demand Models 323

Opción: Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras **330**

Derecho de la Empresa 330
Development and Civil Engineering 338
Dirección y Gestión Empresarial 348
Financing Infrastructure and Public Services 356
Gestión y Prevención de Riesgos en Ingeniería 364
Global Economy and International Environment in Business Administration 378

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 europeos. 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**	

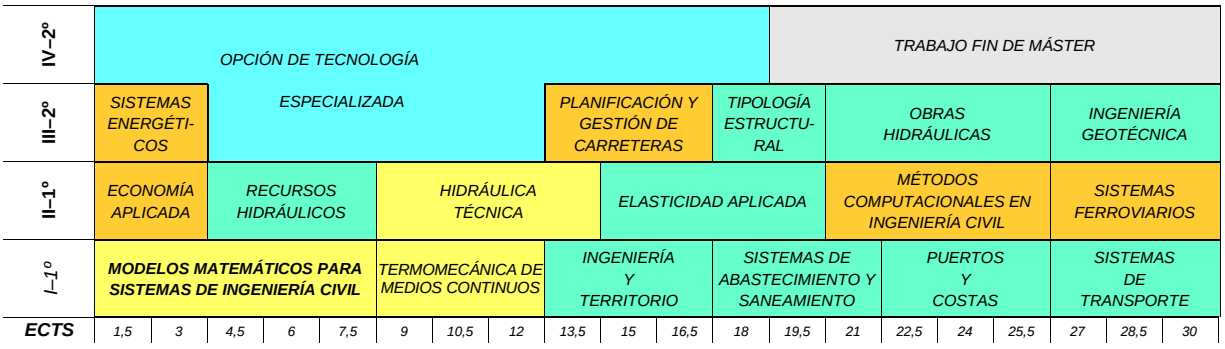
TOTAL CRÉDITOS DEL PLAN ESTUDIOS	**120**	**120**

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.



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 *Orden Minist. CIN/309/2009*		12	6			18
Formación en tecnologías específicas *Orden Minist. CIN/309/2009*		18	10,5	13,5		42
Formación obligatoria de universidad *Propios del título*			13,5	7,5		21
Formación optativa de universidad *Propios del título*	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 *Orden CIN/309/2009*					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 examenes 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 examenes 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	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	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 OOHH	4
Noviembre	10	5	6 1P Carr	7	8 1P I.Geo	9	10	11
	11	12 1P BI. 1	13 1P BI. 2	14 1P BI. 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 BI.1	9 OOHH	10	11 BI. 2	12	13
	E.Ord.3	14	15 Carr	16	17 S.Ener	18	19 BI.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 examenes parciales

CUARTO SEMESTRE

Inicio clases: 29 de enero de 2019. **Final clases: 24** 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 1P BI.6	8 1P BI.4	9	10
	7	11 1P BI.9	12 1P BI.7	13	14 1P BI.8	15 1P BI.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 BI.8	28	29 BI.7	30	31 BI.9	1	2
Junio	E.Ord.1	3 BI.4 Ent.TFM	4	5	6 BI.5	7 BI.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	Mierc.	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Junio	E.Ext.1	24 OOHH	25 BI.1	26 Carr	27 I. Geo BI.7	28 BI.2 BI.8	29	30
Julio	E.Ext.2	1 Ent.TFM S Ener. BI.9	2 BI.3 BI.6	3 T. Estr	4 BI.4	5 BI. 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
CUARTO	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
	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
	43000381	Trabajo fin de máster					17-5-19	13:00		
		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 ferroviara
	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, facilitie: 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 ingrastructure 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 innvoación 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	*Bloque 3*	Tipología Est.
18:15 – 18:20					
18:20 – 19:20	*Bloque 1*	*Bloque 1*	*Bloque 2*	*Bloque 3*	
19:20 – 19:25					
19:25 – 20:25	*Bloque 1*	*Bloque 2*	*Bloque 2*	*Bloque 3*	

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	*Bloque 4*	*Bloque 4*	*Bloque 8*	*Bloque 8*	TFM
15:45 - 15:50					
15:50 – 16:50	*Bloque 4*	*Bloque 9*	*Bloque 9*	*Bloque 8*	TFM
16:50 – 17:15					
17:15 – 18:15	*Bloque 5*	*Bloque 5*	*Bloque 9*	*Bloque 7*	
18:15 – 18:20					
18:20 – 19:20	*Bloque 5*	*Bloque 6*	*Bloque 7*	*Bloque 7*	
19:20 – 19:25					
19:25 – 20:25		*Bloque 6*	*Bloque 6*		

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)

CC: Especialidad Construcciones Civiles
H: Especialidad Hidrología
T: Especialidad Transportes
GyF: EspecialidadGestión y Financiación
**Impartidas en inglés*

Tercer Semestre
Opción: Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales

Cálculo Avanzado de Estructuras

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000466	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Advanced Structural Analysis
Materia	Cálculo Avanzado de Estructuras
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
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 María Arrieta Torrealba	Voc.	Todos	M y X (8:30 - 11:30)	Sótano 1 Despacho	*josemaria.arrieta@upm.es*
Florencio J. del Pozo Vindel	Pte.	Todos	M y X (8:30 - 10:30)	Sótano 1 Despacho	*florencio.delpozo@upm.es*
Antonio Carnerero Ruiz	Secr.	Todos	M y X (8:30 - 11:30)	Sala de Profesores	*antonio.carnerero@upm.es*
David Izquierdo López		Todos	M y X (8:30 -11:30)	Planta 9 Despacho	*david.izquierdo@upm.es*
María Mercedes Madrid Ramos		Todos	J (18:00 - 21:00)	Planta 9 Despacho	*mariamercedes.madrid@upm.es*
Juan Carlos Arroyo Portero		Todos	J (18:00 - 21:00)	Planta 9 Despacho	*jc.arroyo@upm.es*
Manuel Alejandro Nicolás Pazo		Todos	J (18:00 - 21:00)	Planta 9 Despacho	*manuelalejandro.nicolas@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:

Elasticidad Aplicada

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.

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.
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.
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 continuos y estructurales sometidos a acciones estáticas mediante el método numérico de los Elementos Finitos.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23,CE38, CE39,CT2,CT8
RA2	Modela y dimensiona elementos continuos y estructurales sometidos a acciones dinámicas mediante métodos analíticos y numéricos.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23,CE38, CE39,CT2,CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Plantea y resuelve correctamente problemas estáticos con elementos continuos y elementos estructurales por Elementos Finitos.	RA1
IL2	Sí	Plantea y resuelve problemas estructurales dinámicos utilizando métodos analíticos y numéricos.	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. Trabajos de clase, resolución interactiva de ejercicios, casos prácticos y controles **10%**

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.

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 aproximadamente 1 hora.

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 de aproximadamente 2 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).

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. 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. Cálculo de Estructuras por Elementos Finitos	
Tema 1. Introducción Generalidades. Ámbito de aplicación.	IL4
Tema 2. Planteamiento del M.E.F. Planteamiento Variacional. Desarrollo del Método.	IL4
Tema 3. Método de las funciones de forma Interpolación de Lagrange. Elemento de Referencia. Elemento Genérico. Reformulación del Problema.	IL4
Tema 4. Funciones de forma en elementos continuos Elementos Bidimensionales. Elementos Unidimensionales. Elementos Tridimensionales	IL4
Tema 5. Integración numérica Métodos de integración. Orden de integración.	IL4
Tema 6. Convergencia Condiciones Básicas y Adicionales. Aproximación a la Solución. Compatibilidad y Equilibrio. Cálculo de Tensiones. Modelización y Errores.	IL4
Tema 7. Tipos de elementos Elementos continuos 1D. Elementos continuos 2D. Elementos continuos 3D. Barra Articulada. Vigas. Placas. Láminas.	IL4
Tema 8. Otras técnicas del M.E.F. Condensación Estática. Funciones de Forma Adicionales. Integración Selectiva. Campo de Deformaciones Impuesto.	IL4
Capítulo II. Cálculo Dinámico de Estructuras	
Tema 9. Introducción al Cálculo Dinámico Concepto. Objetivos. Causas de aparición de fenómenos dinámicos. Problemas típicos de Cálculo Dinámico. Clasificación del Cálculo Dinámico.	IL5
Tema 10. Acciones Dinámicas Acciones Impulsivas. Acciones Periódicas. Acciones Sísmicas. Viento	IL5
Tema 11. El problema dinámico Planteamiento general. Modelos continuos: la viga. Modelos discretos: sistema de 1 gdl	IL5
Tema 12. Estructuras asimilables a sistemas de 1 gdl	IL5

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Estructuras simples. Estructuras complejas: estructuras con elementos rígidos, estructuras con elementos flexibles.	
Tema 13. Sistema de 1 gdl: respuesta a cargas sencillas Respuesta a cargas impulsivas: FCD. Respuesta a acciones armónicas: FCD y resonancia.	IL5
Tema 14. Sistema de 1 gdl: respuesta a cargas genéricas Introducción. Método de la Integral de Duhamel o de Convolución. Método de la Función Salto Unidad. Espectro de Respuesta. Métodos de Integración Paso a Paso. Paso de un eje por un tablero	IL5
Tema 15. Sistemas de múltiples gdl Planteamiento del problema. Matrices de masas. Oscilación libre sin amortiguamiento. Desacoplamiento del sistema sin amortiguamiento. Desacoplamiento del sistema con amortiguamiento. Condiciones iniciales. Otras cuestiones.	IL5

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 teórico-prácticas:

Las clases teórico-prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. En las clases teórico-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 las clases y se esforzará por entender los ejercicios.

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:

Clough,R.W. y Penzien,J. *Dynamics of structures* Mac Graw-Hill International,2010

Oñate, E. *Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos. Análisis Estático Lineal* Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, 1992

Zienkiewicz, O.C. *El Método de los Elementos Finitos: Formulación básica y problemas lineales* McGraw-Hill, 1993

Bibliografía complementaria:

Bathe, K.J. *Finite Element Procedures in Engineering Analysis* Prentice Hall, Inc., 1982

Bouchholdt,H. *Structural Dynamics for Engineers* Thomas Telford,1997

Brebbia, C. y Connor, J.J. *Método de los Elementos Finitos en la Ingeniería Civil* Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. de Madrid

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

Vázquez M. y López E. *El Método de los Elementos Finitos aplicado al Análisis Estructural* Ed. Noela, Madrid, 2001

Zienkiewicz, O.C. *El Método de los Elementos Finitos* Ed. Reverté, Barcelona, 1982

Recursos Web:

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 teóricas	Clases teórico-prácticas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio y ejercicios tema 1 3 h			6 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio y ejercicios tema 2 3 h			6 h
3	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio y ejercicios tema 3 3 h			6 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio y ejercicios tema 4 3 h			6 h
5	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio y ejercicios tema 5 3 h			6 h
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio y ejercicios tema 6 3 h			6 h
7	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio y ejercicios tema 7 3 h			6 h
8	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio y ejercicios tema 8 3 h			6 h
9				Estudio temas 1 a 8 6 h	Examen parcial Temas 1 a 8 1 h		7 h
10	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Estudio y ejercicios tema 9 3 h			6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases teóricas	Clases teórico-prácticas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Estudio y ejercicios tema 10 3 h			6 h
12	Tema 11 2 h	Tema 11 1 h		Estudio y ejercicios tema 11 3 h			6 h
13	Tema 12 2 h	Tema 12 1 h		Estudio y ejercicios tema 12 3 h			6 h
14	Tema 13 2 h	Tema 13 1 h		Estudio y ejercicios tema 13 3 h			6 h
15	Tema 14 2 h	Tema 14 1 h		Estudio y ejercicios tema 14 3 h			6 h
16	Tema 15 2 h	Tema 15 1 h		Estudio y ejercicios tema 15 3 h			6 h
17				Estudio temas 9 a 15 6 h	Examen parcial temas 9 a 15 1 h		7 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 15 h	Examen final 2 h		17 h
Horas	**30 h**	**15 h**		**72 h**	**4 h**		**121 h**

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

Experimental Structural Analysis

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000384	4,5	Optional	Structures, Geotechnics, Construction and Materials	English

Name in Spanish	Análisis Experimental de Estructuras
Subject	Option of Structures, Geotechnics, Construction and Materials
Department	Continuum Mechanics and Structures
Web page	*http://ingstruct.mecanica.upm.es/node/40*
Semester	Third semester

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Carlos Zanuy Sánchez	Chair	All	Thur & Fri, 11:00-14:00	Structures Lab.	*czs@caminos.upm.es*
Iván Muñoz Díaz	Secr.	All	Wed & Thur, 11:00-14:00	Structures Lab.	*ivan.munoz@upm.es*
Antonio Madrid Ramos	Member	All	Thur,10:30-13:30 Fri, 16:00-19.00	Structures Lab.	*antoniojose.madrid@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Other learning requirements:

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP11	Ability to design, execute and inspect structures (bridges, buildings, etc), foundation works and civil underground structures (tunnels, parkings), and evaluate their structural integrity.
CE38	Ability to integrate and apply technical knowledge to all tasks related to assessment, maintenance, conservation, technical evaluation, exploitation, evaluation, planning, management and physical-mathematical modeling of environmental aspects affecting infrastructures.
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity.
CT3	Capacity of technical communication in English, written and oral.
CT8	Ability to design, analyse and understand relevant experiments in civil engineering.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student knows the fundamentals and applications of the most relevant transducers for instrumentation of structures.	CGP11, CE38, CT1, CT3, CT8
SO2	The student acquires the fundamentals of static and dynamic experimental techniques in structural engineering, and understands the structural implications of taken measurements.	CGP11, CE38, CT1, CT3, CT8

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Correct definition of transducers and associated equipment to take static and dynamic measurements in a structure.	SO1
AI2	Yes	Adequate planning of methodology and required equipment to measurements in load tests and monitoring of structures and laboratory test.	SO1, SO2
AI3	Yes	Correct approach of experimental techniques to estimate the main mechanical properties of a structure.	SO2
AI4	Yes	Correct analysis of structural implications of experimental measurements taken in a structure.	SO2

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation — Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Students' work — **40%**

Description: Resolution of assigned tasks (exercises and case-studies) during the course. The tasks will be part of a virtual student's notebook, whose contests are available at the Moodle. The student's notebook will mainly include practical exercises based on the lectures and laboratory classes.

Evaluation criteria: The student's notebook will be ranked from 0 to 10 as a result of the weighted average of the results obtained in the exercises and case-studies. Weights will be according to the difficulty and work required by the exercises.

Place and period: The student's notebook will be available at the Moodle. The exercises and case-studies shall be completed according to the schedule and conditions announced during the course as the required knowledge is explained in the lectures.

EM2. Final exam — **60%**

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

Evaluation criteria: The final exam will be ranked from 0 to 10. The first part will be ranked from 0 to 4 and each problem of the second part will be ranked from 0 to 2.

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

Result of the evaluation through "continuous assessment"

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

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

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight
Those students with a score less than 5 will not pass the subject and will have another opportunity in the second period examination (extraordinary).	

7.2. Evaluation through "final exam only"

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

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

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

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

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

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Chapter I. Instrumentation	
Unit 1. Introduction to instrumentation	AI1
1.1. Definition	
1.2. Transducers. Types of transducers	
1.3. Characteristics of transducers	
Unit 2. Signal conditioning	AI1, AI2
2.1. Basics of Electro-technics. Background	
2.2. Electric circuits in signal conditioning	
2.3. Signal amplification	
Unit 3. Strain measurement	AI1, AI2
3.1. Working principle of strain gages	
3.2. Configuration of strain gages	
3.3. Characteristics of strain gages	
3.4. Conditioning circuits for strain gages	
Unit 4. Load measurement	AI1, AI2
4.1. Load cells	
4.2. Equipment for load application	
Unit 5. Displacement measurement	AI1, AI2
5.1. Potentiometers	
5.2. Inductive transducers. LVDT	
5.3. Rotation measurement	
Unit 6. Acceleration measurement	AI1, AI2
6.1. Dynamic measurements	
6.2. Accelerometers. Definition and types	
Chapter II. Load tests	
Unit 7. Load tests in bridges	AI2
7.1. Fundamentals and methodology	
7.2. Codes and standards	
Unit 8. Load tests in buildings	AI2
8.1. Fundamentals and methodology	

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
8.2. Codes and standards	
Chapter III. Dynamic tests	
Unit 9. Frequency domain analysis	AI1, AI2
9.1. Fourier analysis	
9.2. Single-degree-of-freedom systems	
9.3. Systems of multiple degree-of-freedoms	
9.4. Analysis of discrete signals	
Unit 10. Equipment for dynamic analysis	AI1, AI2
10.1. Key characteristics of equipment for dynamic measurements	
10.2. Types of excitation	
10.3. Transducers	
10.4. Data acquisition systems	
Unit 11. In-service condition monitoring	AI3, AI4
11.1. Analysis of measurements taken under in-service conditions	
11.2. In-service monitoring	
Unit 12. Forced vibration analysis	AI3, AI4
12.1. Theoretical analysis vs. Experimental analysis	
12.2. Estimation of frequency response functions	
12.3. Estimation of modal parameters	
12.4. Analysis of results and model updating	
Unit 13. Operational modal analysis	AI3, AI4
13.1. Comparison with forced vibration analysis	
13.2. Identification in the frequency domain	
13.3. Identification in the time domain	
Unit 14. Case-studies	AI3, AI4

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts necessary to understand the concepts of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics taught.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at the resolution of exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and engineering practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in the future career. The teacher will first solve some exercises and case-studies to show the students how to work on their own later.

Laboratory classes:

Various laboratory classes will take place during the course, aimed at the understanding of working principles of measurement techniques in structural engineering. These classes will be carried out in the Laboratory of Structures of the School. The classes will be aimed at static and dynamic measurements. Students will take their own measurements individually or in groups. Some exercises of the student's notebook will be related with the measurements taken in laboratory classes.

Independent work:

The student have to study the contents explained in theory lessons. In addition, they have to be able to solve the exercises and case-studies.

Group work:

Some parts of laboratory classes will be allowed to be completed in groups of 2-4 students.

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are given at the beginning of this guide.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

Fraile Mora J., García Gutiérrez P., Fraile Ardanuy J. (2012). *Instrumentación aplicada a la ingeniería.* Editorial Garceta, Madrid.

Ewins D. J. (2000). *Modal Testing: theory, practice and Application*. Editorial Research Studies Press, Baldock, Hertfordshire, Reino Unido

Complementary bibliography:

Blanco, Díaz E., Oller Martínez, S. y Gil Espert, L. (2008). Análisis experimental de estructuras. Editorial: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, España

Web resources:

Web site of the subject, virtual platform (MOODLE).

Specific equipment:

Library of the School, Laboratory of Structures.

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Units 1 y 2 3 h			Study Units 1 y 2 4 h 15 min			7 h 15 min
2	Unit 3 2 h	Unit 3 1 h		Study Unit 3 4 h 15 min			7 h 15 min
3	Unit 4 2 h	Unit 4 1 h		Study Unit 4 4 h 15 min			7 h 15 min
4	Unit 5 y 6 2 h	Unit 5 1 h		Study Units 5 y 6 4 h 15 min			7 h 15 min
5	Units 6 1 h		Units 1 - 5 2 h	Student's notebook 5 h 15 min			8 h 15 min
6	Unit 7 2 h	Unit 7 1 h		Study Unit 7 4 h 15 min			7 h 15 min
7	Unit 8 2 h	Unit 8 1 h		Study Unit 8 4 h 15 min			7 h 15 min
8	Unit 9 2 h	Unit 9 1 h		Study Unit 9 4 h 15 min			7 h 15 min
9	Unit 9 2 h	Unit 9 1 h		Study Unit 9 4 h 15 min			7 h 15 min
10							

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
11	Unit 9 2 h	Unit 9 1 h		Study Unit 9 4 h 15 min			7 h 15 min
12	Unit 10 y 11 2 h	Unit 10 y 11 1 h		Study Units 10 y 11 4 h 15 min			7 h 15 min
13	Unit 12 2 h	Unit 12 1h		Study Unit 12 4 h 15 min			7 h 15 min
14	Unit 13 2 h	Unit 13 1 h		Study Unit 13 4 h 15 min			7 h 15 min
15			Unit 14 3 h	Student's notebook 5 h 15 min			8 h 45 min
To the exam				Independent study and preparation of final exam 15 h	Final exam 3 h		12 h 30 min
Hours	**26 h**	**11 h**	**5 h**	**76 h 30 min**	**3 h**		**121 h 30 min**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.

Ingeniería de Rocas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000386	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Rock Engineering
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Período impartición	Tercer semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Rubén Ángel Galindo Aires	Presidente	Todos	M y J (16 -18)	Laboratorio Geotecnia	*rubenangel.galindo@upm.es*
Claudio Olalla Marañón	Secr.	Todos	M Y J (12-14)	Laboratorio Geotecnia	*claudio.olalla@upm.es*
María Aurea Perucho Martínez	Vocal	Todos	M y J (16-18)	Laboratorio Geotecnia	*aurea.perucho@upm.es*
Diego Escudero Merino	Vocal	Todos	M y J (9-12)	Laboratorio Geotecnia	*diego.escudero@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
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.
CM 21.1	Conocimientos de geotecnia y de mecánica de suelos y de rocas, así como su aplicación para el desarrollo de informes, estudios, proyectos, construcciones y explotaciones; donde sea necesario efectuar movimientos de tierras, en sus más variadas acepciones, cimentaciones y estructuras de contención.

Código	Competencia
CM 35.1	Capacidad para el diseño y la construcción de obras geotécnicas
CT2	Capacidad de participar, organizar y dirigir los esfuerzos de un grupo humano reducido, especializado y homogéneo
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares.
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Identifica los rasgos básicos que definen la respuesta de un macizo rocoso a la intervención humana	CE21, CM35.1, CT3
RA2	Propone una campaña de investigación para el reconocimiento de un medio rocoso	CE21, CT2, CT3
RA3	Aplica la normativa técnica específica en el ámbito de las cimentaciones, los taludes y, en menor medida, los túneles	CE21, CM35.1, CT3
RA4	Identifica y calcula la resistencia y la deformabilidad de un macizo rocoso y de sus discontinuidades	CE21, CM35.1
RA5	Identifica la tipología óptima de una cimentación y calcula la carga de hundimiento y los asientos de una cimentación superficial y profunda, bajo diferentes tipos de solicitación	CE21, CM35.1
RA6	Identifica los riesgos de inestabilidad de un talud en un medio rocoso y calcula, en algunos casos, su margen de seguridad	CE21, CM35.1
RA7	Aplica los diferentes procesos constructivos, fundamentalmente a las cimentaciones y a la ejecución de taludes	CE21, CM34.1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Conoce la historia de la mecánica de rocas	
IL2	SI	Identifica los rasgos básicos que definen su comportamiento	RA1
IL3	SI	Plantea correctamente una campaña de investigación geotécnica para una cimentación, un talud o una excavación subterránea	RA2
IL4	SI	Conoce y aplica la normativa técnica específica en el ámbito de las cimentaciones, los taludes y en menor medida los túneles	RA3
IL5	SI	Identifica la resistencia al corte de un macizo rocoso y de sus discontinuidades, así como su deformabilidad.	RA4
IL6	SI	Plantea correctamente el cálculo de la carga de hundimiento de una cimentación superficial y de una cimentación profunda	RA5
IL7	SI	Identifica los riesgos existentes de inestabilidad una masa rocosa tanto en taludes en desmonte como respecto de excavaciones subterráneas y túneles	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. Controles intermedios **20%**

Descripción: Es consecuencia de la asistencia activa a clase, es decir mostrando la participación en el discurso de la clase, se efectuarán controles permanentemente.

Criterios de calificación: La calificación de este apartado se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Permanentemente y en clase

PE2. Resolución de ejercicios cortos **10%**

Descripción: Durante el desarrollo del curso el profesor solicitará ocasionalmente a los alumnos la elaboración de un trabajo individual que tenga por objeto cubrir algunos de los aspectos que no han podido ser desarrollados en clase o que necesiten de una mayor aclaración o aplicación práctica.
Criterios de calificación: La calificación de cada una de estas pruebas y la media correspondiente se valorará de 0 a 10.
Momento y lugar: Los determina el profesor según el desarrollo de las clases.

PE3. Resolución de problemas **10%**

Descripción: Al principio del curso se repartirá una colección de problemas, que contenga del orden de 10-15 ejercicios, que deberán ser resueltos por los alumnos de manera individual, con anterioridad a que sean solucionados en clase por el profesor correspondiente.
Criterios de calificación: La calificación de cada una de estas pruebas, así como la media, se valorará de 0 a 10.
Momento y lugar: Los determina el profesor según el desarrollo de las clases.

PE4. Examen básico **60%**

Descripción: Constará de varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas impartidos durante el curso y a los problemas resueltos en clase. La duración de esta prueba será de 1 hora.

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

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, así como lograr unos mínimos. Concretamente:

- Se exige un mínimo de asistencias a clase del orden del 75% para poder participar en la evaluación continua.
- Se exige haber conseguido una valoración tanto en las pruebas cortas como en la resolución de los problemas superior a 5.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,5 puntos (sobre 10) en la nota del examen básico (PE4). La valoración final, que podrá ser superada también mediante el procedimiento de "sólo prueba final" de manera voluntaria, será consecuencia de la valoración ponderada de los cuatro componentes citados aplicándole los porcentajes de participación respectivos ($0{,}1 \cdot PE1 + 0{,}15 \cdot PE2 + 0{,}15 \cdot PE3 + 0{,}6 \cdot PE4$).

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, en el que también se evaluará el conocimiento respecto de los problemas resueltos en clase.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10. No hay ponderación con el resto de los apartados mencionados con el procedimiento de evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción a la mecánica de rocas: Señas de identidad e historia y ámbito de aplicación. Diferencias con la mecánica de suelos	IL1, IL2
Tema 2. Tipología de las rocas atendiendo a su origen geológico	IL2, IL3
Tema 3. Tipos de defectos del macizo rocoso	IL2, IL3
Tema 4. Descripción de los defectos del macizo rocoso **4.1.** Número de familias y/o singularidades **4.2.** Orientación **4.3.** Espaciamiento **4.4.** Tamaño y forma de los bloques **4.5.** Persistencia **4.6.** Apertura **4.7.** Rugosidad **4.8.** Estado de la pared **4.9.** Estado del relleno **4.10.** Condiciones hidráulicas	IL2, IL3
Tema 5. Descripción de las propiedades básicas de la roca matriz.	IL2, IL3
Tema 6. Clasificaciones que mecánicas **6.1.** Clasificaciones históricas **6.2.** Clasificación de Bieniawski (RMR) **6.3.** Clasificación de Barton y otros (Q)	IL2, IL3
Tema 7. Tensiones naturales de la corteza terrestre **7.1.** Tectónica de placas **7.2.** Otros condicionantes geo-estáticos	IL2, IL3
Tema 8. Ensayos de campo **8.1.** Medida de la resistencia al corte. **8.2.** Medida de la deformabilidad	IL2, IL3
Tema 9. Resistencia de la roca matriz **9.1.** Resistencia a compresión simple **9.2.** Resistencia a tracción **9.3.** Resistencia axial y multiaxial	IL5
Tema 10. Resistencia del macizo rocoso según Hoek y Brown **10.1.** Historia y evolución **10.2.** Formulación paramétrica **10.3.** Validez **10.4.** Evaluación de parámetros	IL5
Tema 11. Resistencia de las discontinuidades **11.1.** Bases experimentales **11.2.** Criterio de Patton **11.3.** Criterio de Barton y Bandis	IL5
Tema 12. Comportamiento anisotrópico de las rocas **12.1.** Bases experimentales **12.2.** Anisotropía en resistencia. Criterios. **12.3.** Anisotropía en deformabilidad	IL5
Tema 13. Deformabilidad de macizos rocosos **13.1.** Conceptos	IL5

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
13.2. Propiedades **13.3.** Modelos teóricos y modelos empíricos	
Tema 14. Cimentaciones **14.1.** Superficiales; carga de hundimiento y carga admisible **14.2.** Cimentaciones profundas por punta **14.3.** Cimentaciones profundas por fuste	IL4, IL6
Tema 15. Estabilidad de taludes **15.1.** Definiciones **15.2.** Morfologías **15.3.** Inicio al cálculo de situaciones sencillas **15.4** Bloques y cuñas	IL4, IL7
Tema 16. Túneles y excavaciones subterráneas **16.1.** Conceptos básicos **16.2.** Criterios de diseño generales **16.3.** Rasgos básicos de los procedimientos constructivos	IL4, IL7
Tema 17. Herramientas informáticas relacionadas con mecánica de rocas **17.1.** Básicas **17.2.** Para el cálculo de taludes **17.3.** Para el cálculo de túneles	IL6, IL7

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 pertinentes que posibiliten 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:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan aplicar y complementar las clases teóricas impartidas. Facilitan la correcta compresión de la asignatura. En las clases prácticas, se resolverán los problemas, similares a los que se encontrarán en la vida profesional, que al principio del curso se entregan. El alumno presentará, previamente a su resolución en clase, estos problemas resueltos, de manera individualizada, al profesor. En ocasiones se solicitará a algún alumno resolver públicamente un problema que finalmente mostrará el profesor.

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 al principio del curso para ser resueltos al final del mismo.

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:

SERRANO, A. (2004). Mecánica de las rocas tomos I y II. Ediciones de la ETSICCP – UPM

Bibliografía complementaria:

GOODMAN, R. (1989). Introduction to Rock mechanics. John Wiley and Sons.

HARRISON J. P. AND HUDSON J. A. Engineering Rock mechanics. Part 1 and part 2. Pergamon press

BARLA, M. (2011). Elementi di meccanica e Ingeneria delle Rocce. Ed. CELID. Italia

Recursos Web:

ISRM web page.

SEMR web page

Área virtual (MOODLE).

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 Nota 1)	Clases magistrales	Clases de problemas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 4 h			7 h
2	Temas 2 3 h			Estudio Tema 2 4 h			7 h
3	Tema 3 1 h	Temas 1 a 3 2 h		Estudio Tema 3 5 h			8 h
4	Temas 4.1, 4.2 y 4.3 3 h			Estudio Temas 4.1 a 4.3 4 h			7 h
5	Temas 4.4, 4.5 y 4.6 3 h			Estudio Temas 4.4 a 4.6 4 h			7 h
6	Temas 4.7, a 4.10 3 h			Estudio Temas 4.7 a 4.10 4 h			7 h
7	Temas 5 y 6 3 h			Repaso Temas 5 y 6 4 h			7 h
8	Temas 7 y 8 1 h	Temas 4 a 7 2 h		Estudio Tema 7 y 8 5 h			8 h
9	Temas 9 y 10 3 h			Estudio Tema 9 y 10 4 h			7 h
10	Temas 11 y 12 3 h			Estudio Temas 11 y 12 4 h			7 h
11	Tema 13 3 h			Estudio Tema 13 4 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de problemas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 14 1 h	Temas 5 a 12 2 h		Repaso Tema 14 4 h			7 h
13	Tema 15 3 h			Estudio Tema 15 4 h			7 h
14	Tema 16 1 h	Tema 13 a 16 2 h		Estudio Tema 16 4 h			7 h
15	Tema 17 2 h	Tema 17 1 h		Estudio Tema 17 4 h			7 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 12 h 30 min	Examen final 2 h		14 h 30 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.

Integridad Estructural

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000387	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Structural Integrity.
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ciencia de los Materiales
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Tercer semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Gustavo V. Guinea Tortuero	Pte.	Todos	L y M (17-20)	Dpto. CdM	*gustavovictor.guinea@upm.es*
David Cendón Franco	Secr.	Todos	M (9 - 11 y 15:30 – 18:30) y V (9 - 10)	Dpto. CdM	*dcendon@mater.upm.es*
Jose Miguel Atienza Riera	Vocal	Todos	L (17:15 - 19:15) J (17.30-20.30)	Dpto. CdM	*jmatienza@mater.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
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.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural.

Código	Competencia
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce y aplicada correctamente los modelos, teorías y criterios para evaluar la resistencia y seguridad de estructuras fisuradas.	CE22, CE38, CT2
RA2	Sabe diseñar, ejecutar y controlar un programa de mantenimiento de estructuras fisuradas.	CE34, CE38, CT2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce y aplica correctamente el criterio global de fractura.	RA1, RA2
IL2	Sí	Conoce y aplica correctamente el criterio local de fractura.	RA1, RA2
IL3	Sí	Conoce y aplica correctamente los mecanismos de propagación subcrítica de grietas.	RA1, RA2
IL4	No	Conoce y aplica correctamente los métodos de cálculo numérico de G y K.	RA1, RA2
IL5	No	Conoce y aplica correctamente los criterios de fractura elastoplástica	RA1, 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. Resolución de ejercicios y casos prácticos **20%**

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

PE2. Examen parcial **40%**

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.

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% o 80%**

Descripción: Constará de dos partes. 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 5 en el examen parcial. La realización de la esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido 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 80% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 40%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5 sobre 10.

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. Criterio Global de Rotura	IL1
1.1. Introducción y ejemplo.	
1.2. Cálculo de G	
1.3. Medida de R	
1.4. Rotura de láminas delgadas	
Tema 2. Criterio Local de Rotura	IL2
2.1. Campo tenso-deformacional en la proximidad de la grieta.	
2.2. Cálculo de KI.	
2.3. Medida de KIC.	
2.4. Fisuras no pasantes.	
Tema 3. Propagación de grietas por fatiga	IL3
3.1. Calculo clásico.	
3.2. Ley de Paris. Regiones de propagación	
3.3. Propagación bajo amplitud variable.	
Tema 4. Propagación de grietas por corrosión.	IL3
4.1. Corrosión bajo tensión	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
4.2. Corrosión-fatiga.	
Tema 5. Métodos numéricos. **5.1.** Cálculo de KI. **5.2.** Cálculo de G.	IL4
Tema 6. Criterio de rotura elastoplástica. **6.1.** Corrección por zona plástica **6.2.** Integral J **6.3.** Diagrama de rotura	IL5

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:

En las clases prácticas, se aplicarán los conocimientos adquiridos a la resolución de ejercicios correspondientes 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.

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:

Elices, M. (2008). *MECANICA DE LA FRACTURA,* Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos (6ª Edición).

Bibliografía complementaria:

Anderson, T.L (1995). *FRACTURE MECHANICS. FUNDAMENTALS AND APPLICATION*S, CRC Press, Boca Raton (Florida)

Broek, D. (1989). *THE PRACTICAL USE OF FRACTURE MECHANICS*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (Holanda)

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 (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades (ver Nota 2)	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
2	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
3	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
4	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
5	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h			7 h
6	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h			7 h
7	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h			7 h
8	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
9	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Preparación ex. parcial 5 h	Ex. Parcial 2 h		10 h
10	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 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 (ver Nota 2)	Horas
11	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h			7 h
12	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h			7 h
13	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h			7 h
14	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h			7 h
15	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h			7 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 10 h 30 min	Examen final 3 h		13 h 30 min
Horas	**30 h**	**15 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.

NOTA 2. No se realizarán clases de laboratorio ni actividades complementarias obligatorias para superar la asignatura.

Morfología de puentes

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000383	4,5	Optativa del Máster de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	Estructuras, cimientos, construcción y materiales	Español

Nombre en inglés	Morphology of bridges.
Materia	Puentes
Departamento	Mecánica de medios continuos y teoría de estructuras.
Web asignatura	
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Ángel Astiz Suárez	Pte.	Todos	M (10-14)	Torre 9ª	*miguel.a.astiz@upm.es*
José Manuel Simón Talero	Secr	Todos	L(14-16) M(14-16)	Torre 9º	*jm.simon-talero@upm.es*
Diego Guillermo Manzanal	Vocal	Todos	M (09-12) M (14-16)	Lab Mec Comp.	*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:

Elasticidad aplicada

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia	Nivel de adquisición
****	Conocimientos de la historia, forma y comportamiento de los puentes, así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos o construcción de puentes convencionales y de luces moderadas.	4
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil	3

Niveles de adquisición:
1: conocimiento
2: comprensión
3: aplicación
4: análisis y síntesis

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Plantea el proyecto de un puente sobre la base de los datos de trazado, funcionalidad, topografía y geotecnia disponibles	******* CM45
RA2	Aplica los métodos y modelos de cálculo de estructuras para el análisis del comportamiento de los puentes y para la comprobación de su seguridad	******* CM45
RA3	Plantea el método de construcción de un puente	******* CM45
RA4	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de los métodos y modelos de estructuras para el estudio de los puentes.	******* CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce la historia y desarrollo de los puentes.	RA1
IL2	Sí	Plantea las distintas alternativas posibles en el proyecto de un puente convencional de luz moderada.	RA1, RA3, RA4
IL3	Sí	Define las dimensiones aproximadas de los distintos elementos de un puente convencional de luz moderada.	RA1, RA4
IL4	Sí	Estudia correctamente el cálculo de la superestructura de un puente de luz reducida.	RA2, RA4
IL5	Sí	Estudia correctamente el cálculo de la subestructura de un puente.	RA2, RA4
IL6	No	Estudia correctamente la definición de los aparatos mecánicos de un puente (aparatos de apoyo, juntas de dilatación) así como los que sirven para asegurar su funcionalidad (drenaje).	RA1, RA4
IL7	No	Plantea correctamente la construcción de un puente convencional de luz reducida.	RA1, RA3, 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. Examen parcial **35%**

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico, relativas a los temas de la asignatura explicados hasta la fecha. La duración aproximada será de 1 hora.

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	**65% o 100%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 2 horas la primera parte y 1 hora la segunda parte.

La primera 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.

La segunda 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 segunda parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4 en el examen parcial aunque pueden hacerlo si aspiran a mejorar su nota. Para los alumnos que hayan realizado el examen parcial y la segunda parte del examen final sólo se considerará la mejor de las notas obtenidas en los dos exámenes.

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 primera parte, el peso será del 65%.

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 (35%) y PE2 (65%), siempre que la calificación de PE1 y PE2 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE2 (100%), siempre que la calificación de PE2 no sea inferior a 3,5.

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 siempre que las calificaciones correspondientes a la primera y a la segunda parte superen 3,5.

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. Introducción a los puentes Definiciones. Condicionantes en el proyecto del puente. El puente y el paisaje. Génesis del puente. Durabilidad. El puente como símbolo en la Historia.	IL1
Tema 2. Historia de los puentes Puentes de piedra. Puentes metálicos. Puentes de hormigón.	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 3. Morfología de puentes Puentes viga. Puentes pórtico. Puentes arco. Puentes soportados por cables.	IL1
Tema 4. El proyecto del puente Datos de partida. Condicionantes. Fases del proyecto. Cálculo. Organización del proyecto. Aplicación de la normativa de calidad. Revisión y supervisión. Variaciones a nivel internacional.	IL2
Tema 5. Pre-dimensionamiento del puente de luz reducida. Concepción. Vigas prefabricadas en doble T. Vigas prefabricadas de tipo artesa. Tableros in-situ. Pilas. Estribos. Cimentaciones.	IL2
Tema 6. Acciones sobre puentes de carretera. Gestión de la fiabilidad. Vida de proyecto. Clasificación de las acciones. Valores característicos, de combinación, frecuentes y cuasi-permanentes de las acciones. Sobrecargas de uso, ambientales y accidentales. Normativas española, europea y americana.	IL3
Tema 7. Cálculo de la superestructura de puentes de luz reducida. Modelos de cálculo: de viga única, emparrillado, de elementos finitos. Aplicación de cargas exteriores. Aplicación del pretensado. Envolventes de esfuerzos. Definición de estados límite. Comprobación de secciones. Diafragmas de apoyo. Detalles de armado.	IL4
Tema 8. Cálculo de la subestructura de puentes. Modelos de cálculo. Cálculo de pilas. Consideración de los problemas de segundo orden. Modelos de estribos. Cálculo de estribos. Cálculo de cimentaciones.	IL5
Tema 9. Equipamiento de puentes. Aparatos de apoyo: tipología, comportamiento, cálculo, dimensionamiento. Juntas de dilatación: tipología, aplicaciones, dimensionamiento. Impermeabilización. Drenaje: tipología, cálculo. Defensas y barandillas. Aparatos de amortiguación y de transmisión de choque: tipología y aplicaciones. Protección frente a rayos. Iluminación.	IL6
Tema 10. Construcción de puentes de luz reducida. Cimentaciones. Pilas. Montaje de vigas prefabricadas (doble T y artesa). Construcción de tableros de tipo losa. Colocación de aparatos de apoyo. Colocación de juntas de dilatación. Impermeabilización.	IL7

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 compresión 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:

Arenas J. J. (2002), *Caminos en el Aire: Los Puentes*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Fernández Troyano L. (2004), *Tierra sobre el Agua: Visión Histórica Universal de los Puentes*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Hewson N.R. (2003), *Prestressed Concrete Bridges*, Thomas Telford

Manterola J. (2006), *Puentes: Apuntes para su Diseño, Cálculo y Construción*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Menn C.(1986), *Prestressed Concrete Bridges*, BirkHäuser Verlag

Bibliografía complementaria:

Benaim R. (2008), *The Design of Prestressed Concrete* Bridges, Taylos & Francis

Calgaro J.A. (1987), *Projet et Construction des Ponts: Généralités, Fondations, Appuis, Ouvrages* Courants, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées

Calgaro J.A. (1988), Projet et Construction des Ponts: Analyse Structurale des Tabliers de Ponts, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées

Leonhardt F. (1982), Bridges, Deustche Verlags-Anstalt

Monleón S. (1997), *Ingeniería de Puentes: Análisis* Estructural, Universidad Politécnica de Valencia

O'Connor & Shaw P.A. (2000), *Bridge Loads*, Spon Press

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de 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 3 h 45 min			Estudio tema 1 4 h			7 h 45 min
2	Tema 2 3 h 45 min			Estudio tema 2 4 h			7 h 45 min
3	Tema 2 3 h 45 min			Estudio tema 2 4 h			7 h 45 min
4	Tema 3 2 h 30 min	Tema 3 1 h 15 min		Estudio tema 3 4 h			7 h 45 min
5	Tema 3 2 h 30 min	Tema 3 1 h 15 min		Estudio tema 3 4 h			9 h 45 min
6	Tema 4 2 h 30 min	Tema 4 1 h 15 min		Estudio tema 4 4 h			7 h 45 min
7	Tema 5 2 h 30 min	Tema 5 1 h 15 min		Estudio tema 5 4 h			9 h 45 min
8	Tema 6 2 h 30 min	Tema 6 0 h 45 min		Estudio tema 6 y preparación examen parcial 6 h	Examen parcial 1 h 30 min		10 h 45 min
9							

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
10	Tema 7 2 h 30 min	Tema 7 1 h 15 min		Estudio tema 7 4 h			7 h 45 min
11	Tema 7 2 h 30 min	Tema 7 1 h 15 min		Estudio tema 7 4 h			9 h 45 min
12	Tema 8 2 h 30 min	Tema 8 1 h 15 min		Estudio tema 8 4 h			7 h 45 min
13	Tema 8 2 h 30 min	Tema 8 1 h 15 min		Estudio tema 8 4 h			9 h 45 min
14	Tema 9 2 h 30 min	Tema 9 1 h 15 min		Estudio tema 9 4 h			7 h 45 min
15	Tema 10 2 h 30 min	Tema 10 1 h 15 min		Estudio tema 10 4 h			7 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 3 h		9 h
Horas	**38 h 45 min**	**13 h 15 min**		**64 h**	**4 h 30 min**		**128 h 30 min**

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

Tercer Semestre

Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente

Ingeniería Hidroeléctrica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000399	4,5	Optativa	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Español

Nombre en inglés	Hydropower engineering
Materia	Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
Departamento	Ingeniería civil: Hidráulica y energética
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*
José Ignacio Sarasúa Moreno	Secr.	Todos	M y X (11-14)	Lab. Electro.	*joseignacio.sarasua@upm.es*
Juan Ignacio Pérez Díaz	Vocal	Todos	J y V (11-14)	Lab. Electro.	*ji.perez@upm.es*
Guillermo Martínez de Lucas	-	Todos	L y M (10-13)	Lab. Electro.	*guillermo.martinez@upm.es*
Daniel García Lorenzana Acasuso	-	Todos	L y M (18-20)	Lab. Electro.	*daniel.garcia-lorenzana@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:

Módulo de ampliación de la formación científica

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.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la 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.
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.
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	Aplica y evalúa modelos avanzados de ingeniería hidráulica y medioambiental en proyecto y explotación de sistemas hidráulicos y energéticos.	CE33 CE35 CGP6 CT2
RA2	Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción, control y gestión medioambiental de sistemas hidráulicos y energéticos.	CE32 CE35 CGP1 CT5 CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce el papel que desempeñan las centrales hidroeléctricas en un sistema eléctrico.	RA1, RA2
IL2	Sí	Dimensiona las conducciones de un aprovechamiento hidroeléctrico.	RA1, RA2
IL3	No	Analiza la respuesta dinámica de las conducciones de un aprovechamiento hidroeléctrico.	RA1, RA2
IL4	Sí	Selecciona el equipo hidromecánico más adecuado para un aprovechamiento hidroeléctrico.	RA1, RA2
IL5	Sí	Conoce las características de los diferentes tipos de centrales hidroeléctricas.	RA1, RA2
IL6	Si	Conoce las peculiaridades de las centrales reversibles y de las minicentrales.	RA1, RA2

NOTA. Básico: Indicador de logro que deben superarse de forma individual para aprobar de 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. Trabajo propuesto sobre el papel de la centrales en la regulación de frecuencia **20%**

Descripción: Consiste en la realización de los ejercicios propuestos en el tema de regulación de frecuencia

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 trabajos se realizarán inicialmente en el aula y se serán continuados por los alumnos fuera de ella, una vez finalizadas las clases de los temas incluidos en la presentación.

PE2. Trabajo final **80%**

Descripción: Consistirá en la presentación, por parte de los alumnos, del trabajo en grupo que hayan realizado en relación al proyecto de un aprovechamiento hidroeléctrico. Esta presentación ira seguida de un turno de preguntas realizado por los profesores de la asignatura.

Criterios de calificación: Se tendrá en cuenta en la calificación tanto el trabajo realizado como la presentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el tribunal.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la siguiente:

- PE1 (20%), PE2 (80%).
- Para todos los alumnos, la calificación que habría 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 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. Está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura.

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"

Descripción: Está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura.

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: Lo determina la Jefatura de Estudios.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Conceptos generales	IL1
1.1. Conceptos básicos	
1.2. Mercado eléctrico	
1.3. Aprovechamientos óptimo de una cuenca	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. Conducciones **2.1.** Tomas **2.2.** Canales **2.3.** Galerías en presión **2.4.** Chimeneas **2.5.** Tuberías	IL2
Tema 3. Transitorios **3.1.** Transitorios en tuberías **3.2.** Transitorios en chimeneas **3.3.** Ondas de presión	IL3
Tema 4. Equipo de conversión de energía **4.1.** Turbinas **4.2.** Generadores eléctricos **4.3.** Reguladores **4.**4. Equipos auxiliares	IL4
Tema 5. Centrales **5.1.** Tipología **5.2.** Exteriores **5.3.** Subterráneas **5.4.** Centrales reversibles **5.5.** Minicentrales	IL5
Tema 6. Regulación de frecuencia **6.1.** Servicios auxiliares de regulación **6.2.** Modelos dinámicos de centrales en diferentes sistema eléctricos de potencia	IL1

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 compresión 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.

En las clases prácticas sobre regulación de frecuencia será necesario que el alumno disponga de un ordenador en el que se haya instalado previamente el programa Matlab/Simulink cuya licencia está disponible en el servidor de la Universidad.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se realizara una práctica de turbinas hidráulicas.

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

Los alumnos realizarán el proyecto de un aprovechamiento hidroeléctrico situado en una localización de su elección.

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:

Cuesta Diego, L. y Vallarino Canovas del Castillo, E. (2000). *Aprovechamientos hidroeléctricos.* Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Ilyinykh, I. I. (1985). *Hydroelectric stations*. Ed. Mir.

Bibliografía complementaria:

Chaudry, M.H. (2014). *Applied hydraulic transients*. Ed. Springer.

Raabe, J. (1985). *Hydro power*. Ed. VDI-Verlag GmbH.

Ramos, H. (editor) (2000) *Guideline for Design of SMALL HYDROPOWER PLANTS*. WREN

Samadi-Boroujeni, H. (editor). (2012). *Hydropower – Practice and Application*. Ed. InTech

Warnick, C.C. (1984). *Hydropower Engineering*. Ed. Prentice-Hall Inc.

Wilhelmi Ayza, J.R. (2007). *Análisis de sistemas hidroeléctricos.* E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos

Recursos Web:

Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Conjunto de turbinas hidráulicas para enseñanza

Programa Matlab/Simulink para la realización de los ejercicios del tema regulación de frecuencia por centrales hidroeléctricas

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	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Tema 1 2 h			Estudio tema 1 y preparación control 4 h 45 min	Control 1 h		7 h 45 min
3	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Tema 2 2 h			Estudio tema 2 y preparación control 4 h 45 min	Control 1 h		7 h 45 min
6	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Tema 3 2 h			Estudio tema 3 y preparación control 4 h 45 min	Control 1 h		7 h 45 min
9	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h 15 min			7 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
10							
11	Tema 4 2 h	Tema 4 2 h	Práctica de Laboratorio 1 h	Estudio tema 4 4 h			9 h
12	Tema 4 2 h			Estudio tema 4 y preparación control 4 h 45 min	Control 1h		7 h 45 min
13	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h 45 min			7 h 45 min
14	Tema 5 2 h			Estudio tema 5 y preparación control 4 h 45 min	Control 1 h		7 h 45 min
15	Tema 6 2 h	Tema 6 1h		Estudio tema 6 4 h 45 min			7 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 9 h 15 min	Examen final 2 h 30 min		11 h 45 min
Horas	**28 h**	**10 h**	**1 h**	**75 h**	**7 h 30 min**		**121 h 30 min**

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

Introduction to optimization techniques

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000467	4,5	Optional	Hydraulics, Energy and Environment	English

Name in Spanish	Introducción a las técnicas de optimización
Subject	Introduction to optimization techniques
Department	Hydraulics, energy and environment
Web page	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Third semester
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Juan Ignacio Pérez Díaz	Chair	All	Wed & Thur, 11:00-14:00	Electrical Engineering Laboratory	*ji.perez@upm.es*
Manuel Chazarra Jover	Secr.	All	Wed & Thur, 11:00-12:30	Electrical Engineering Laboratory	*manuel.chazarra@upm.es*
Ignacio Guisández González	Member	All	Mon, Tue, Wed 11:00-13:00	Electrical Engineering Laboratory	*i.guisandez@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil

Other learning requirements:

Basic knowledge of linear algebra and differential calculus; Intermediate-level skills in using Microsoft Excel and Matlab.

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP6	Knowledge to apply the technical and management skills in activities of R+D in the area of Civil Engineering
CGP18	Right knowledge of scientific and technological aspects of the mathematical, analytical and numerical methods used in engineering, fluid mechanics, continuum mechanics, structural design, landscape engineering, marine engineering, constructions and hydroelectric facilities and linear works.

Code	Competence
CE19	Ability to deal with and resolve advanced mathematical problems of engineering, from the problem statement to the development of the formulation and implementation in a computer program. In particular, ability to formulate, program and apply advanced analytical and numerical models for calculation, project design, planning and management, as well as ability to interpret the results obtained, in the context of civil engineering
CE33	Ability to apply the technical knowledge in activities of R+D in the area of Civil Engineering
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity.
CT3	Capacity of technical communication in English, written and oral.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	Formulates and solve optimization problems in the area of civil engineering systems.	CGP6 CGP18, CE19, CE33, CT1, CT3
SO2	Analyzes and understands optimization algorithms published in the technical and scientific literature.	CGP6 CGP18 CE19, CT3

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Formulates optimization problems in the area of civil engineering systems.	SO2
AI2	Yes	Solves linear programming problems in the area of civil engineering systems with the help of different optimization software tools.	SO1
AI3	Yes	Solves integer programming problems in the area of civil engineering systems with the help of different optimization software tools.	SO1
AI4	Yes	Solves nonlinear programming problems in the area of civil engineering systems with the help of different optimization software tools.	SO1
AI5	Yes	Solves dynamic programming problems in the area of civil engineering systems with the help of different optimization software tools.	SO1
AI6	Yes	Gets familiar with commercial optimization software tools.	SO1
AI7	Yes	Analyzes and understands research articles related with the development and application of optimization algorithms to solve problems of civil engineering systems.	SO1, SO2
AI8	No	Applies optimization algorithms recently published in the scientific literature to solve problems of civil engineering systems.	SO1, SO2

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Attendance and participation **10%**

Description: Attendance and participation in the lectures.

Evaluation criteria: It will be ranked from 0 to 10 points, proportionally to the percentage of lectures attended and to the participation of the student.

Place and period: The attendance control will be carried out in the classroom during all lectures.

EM2. Resolution of practical exercises **40%**

Description: Students shall submit several exercises related to the contents of the lectures of the first block of the course.

Evaluation criteria: Exercises will be graded from 0 to 10 points, according to the degree of fulfillment of the objectives of the first block of the course (block I). EM 2 grade will correspond to the arithmetic mean of the exercises grades.

Place and period: The exercises will be done outside the class time.

EM3. Comprehensive exam **20%**

Description: At the end of block I, students must take a comprehensive exam (test) about the lectures given since the beginning of the course.

Evaluation criteria: Exams will be graded from 0 to 10 points. The exam grade will be calculated as the average of the score of all questions.

Place and period: The exam will be done in the classroom during the class time.

EM4. Technical report (TR) **30%**

Description: Students shall present a final work related to one or more optimization techniques introduced in the course. The final work shall be presented both in written form and in an oral session.

Evaluation criteria: Technical reports will be graded from 0 to 10 points, according to the skills for analysis, discussion and drawing conclusions, demonstrated by the students in their respective reports.

Place and period: The final work will be done outside the class time.

Result of the evaluation through "continuous assessment"

The final score will be the weighted average of the results obtained in the evaluation items 1 to 4, previously described. The course will be passed if the final score is equal or greater than 5.

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: The exam will consist of a series of theoretical and/or practical exercises, related to the contents taught during the lectures.

Evaluation criteria: The maximum points of each question will be indicated in the statement of the exam. The exam will be ranked from 0 to 10 points.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

The final score will be the one obtained in the final exam. The course will be passed if the final score is equal or greater than 5.

8. Course content

Units, sections and descriptors		Achievement indicator linked
Unit 1.	Formulation of optimization problems	AI1
Unit 2.	Linear programming	AI1, AI2
Unit 3.	Integer linear programming.	AI1, AI3
Unit 4.	Nonlinear programming.	AI1, AI4
Unit 5.	Solving optimization problems with GAMS.	AI1-AI4, AI6
Unit 6.	Dynamic programming.	AI5
Unit 7.	Multi-objective optimization.	AI1-AI5
Unit 8.	Applications.	AI7, AI8

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts necessary to understand the course contents in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the taught Units.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at solving exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and engineering practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in the future career. A special emphasis will be put on the use of commercial software tools.

Laboratory classes:

Tutorials of the optimization software used in the course will be given during practice lessons.

Independent work:

As indicated in section 7, in case of choosing continuum assessment, the student shall submit several practical exercises related with the contents taught during the sessions.

Group work:

There is no group work in the course.

Office hours:

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the course content. The students can attend to office hours on the places and hours indicated above, as well as ask their questions by email.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

Bertsekas, D.P., Dynamic Programming: Deterministic and Stochastic Models. Prentice-Hall, 1987

Castillo, E. et al., Building and solving mathematical programming models in engineering and science. Wiley, 2002.

Revelle, C.S. et al., Civil and environmental systems engineering. New Jersey, Prentice Hall, 1997.

Rosenthal, R.E., GAMS - A user's guide. GAMS Development Corporation, Washington DC, USA, 2008. (http://www.gams.com/)

Complementary bibliography:

Several complementary readings are uploaded in the course Moodle site periodically.

Web resources:

Course Moodle site

Specific equipment:

Library of the laboratory of electrical engineering.

11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
	Unit 1 3 h			Study Unit 1 6 h	Exercise 1 (EM 2)		
	Unit 2 6 h			Study Unit 2 6 h	Exercise 2 (EM 2)		
	Unit 3 6 h			Study Unit 3 9 h	Exercise 3 (EM 2)		
	Unit 4 4 h 30 min			Study Unit 4 4 h 30 min	Exercise 4 (EM 2)		
	Unit 5 3 h		Unit 5 4 h 30 min	Study Unit 5 9 h	Exercise 5 (EM 2)		
	Unit 6 6 h			Study Unit 6 9 h	Exercise 6 (EM 2)		
	Unit 7 3 h			Study Unit 7 4 h 30 min	Exercise 7 (EM2) EM 3		
	Unit 8 3 h			Study Unit 8 38 h	EM 4		
Horas	**34 h 30 min**		**4 h 30 min**	**86 h**			**125 h**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar

Ingeniería Nuclear y Medio Ambiente

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000400	4,5	Optativa	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Español

Nombre en inglés	Nuclear Environmental Engineering.
Materia	Opción Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
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
María José Suárez	Pte.		L, X y V (10:30 a 12:30).	Lab. Nuclear	*mariajose.suarez@upm.es*
Luis Pujol Terés	Secr.		M y V (16:00 a 18:00)	Lab. Nuclear	*luis.pujol@upm.es*
Manuel Fuentes	Vocal				*manuel.fuentes@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:

Módulo de ampliación de la formación científica

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.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la 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.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructuradas y argumentadas.

Código	Competencia
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
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.
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. Nivel alto.
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 y evalúa modelos avanzados de ingeniería hidráulica y medioambiental en proyecto y explotación de sistemas hidráulicos y energéticos.	CE33 CE35 CGP6 CT1 CT2 CT7
RA2	Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción, control y gestión medioambiental de sistemas hidráulicos y energéticos.	CE32 CE35 CGP1 CT1 CT4 CT5 CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnología básicas a la práctica de la Ingeniería Nuclear.	RA1, RA2
IL2	Sí	Comprender el impacto de la Ingeniería Nuclear en el Medio Ambiente.	RA1, RA2
IL3	No	Conocer las peculiaridades y problemática de las centrales nucleares.	RA1, RA2
IL4	Sí	Conocer las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en el campo de la ingeniería civil.	RA1, RA2
IL5	Sí	Capacidad de identificación y análisis de los problemas científicos y técnicos que plantea la energía nuclear.	RA1, 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 casos prácticos **30%**

Descripción: Consiste en una serie de pruebas de conocimiento, que se realizan al final de cada módulo temático, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase.

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

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 temario.

PE2. Realización de un trabajo individual **15%**

Descripción: Consiste en un trabajo práctico monográfico fijado por el profesor.

Criterios de calificación. Se valorará de 0 a 10 puntos.

Momento y lugar. A lo largo del curso se definirá la fecha límite de entrega del trabajo.

PE3. Realización colectiva de un trabajo con orientación investigadora. **45%**

Descripción: Consiste en la realización de un trabajo de investigación aplicada de temas concretos relacionados con la asignatura que podrá seleccionar el alumno entre los temas propuestos por el profesor. Dicho trabajo se realizará en grupos de 3-4 alumnos.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10 puntos.

Momento y lugar: A lo largo del curso se definirá la fecha límite de presentación del trabajo. La exposición pública se realizará en la propia aula de clase dentro del horario ordinario.

PE4. Prácticas de laboratorio **10%**

Descripción: Consiste en dos prácticas guiadas, la primera sobre detección de radiactividad ambiental y la segunda de procesos de calibración de pórticos para su aplicación en la industria relacionada con el campo nuclear. Las dos prácticas se realizan con detectores específicos en el laboratorio de Ingeniería Nuclear.

Criterios de calificación: Se valorará la asistencia a las prácticas y entrega de un cuaderno de prácticas.

Momento y lugar: Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Ingeniería Nuclear.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media de la calificación de cada una de las pruebas ponderada por su correspondiente peso. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de (5) puntos sobre (10).

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consistirá en varias preguntas de carácter teórico-práctico, una prueba de respuesta múltiple (test) y dos ejercicios prácticos, relativos todos ellos al conjunto de los temas de la materia. La duración será de 2 horas 30 min.

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: Lo determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final de la asignatura se calcula ponderando el examen final con un factor del 85% y la calificación de las prácticas de laboratorio con un 15%. 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. Fundamentos físicos de ingeniería nuclear	
Tema 1. Conceptos básicos	IL1
1.1. Estructura de la materia	
1.2. El átomo. El núcleo atómico	
1.3. Energía de enlace y estabilidad nuclear	
Tema 2. Radiactividad	IL1
2.1. Tipos de desintegración espontánea. Otras radiaciones	
2.2. Cinética de las transformaciones radiactivas	
2.3. Equilibrios radiactivos	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 3. Interacción de la radiación con la materia **3.1.** Interacción de las partículas cargadas **3.2.** Interacción de los fotones	IL1
Capítulo II. Detectores de radiación y protección radiológica	
Tema 4. Detectores de radiación **4.1.** Fundamentos físicos de detección **4.2.** Detectores de gas **4.3.** Detectores de centelleo orgánicos e inorgánicos **4.4.** Detectores de semiconductor **4.5.** Detectores tipo pórtico	IL1, IL4
Tema 5. Protección radiológica **5.1.** Principios de protección radiológica **5.2.** Magnitudes y unidades en PR **5.3.** Protección a los trabajadores y medio ambiente. Cálculo de blindajes **5.4.** Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las radiaciones ionizantes **5.5.** Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.	IL1
Capítulo III. Radiactividad en el medio natural	
Tema 6. Radiactividad de origen natural **6.1.** Radiación cósmica. Radionucleidos cosmogénicos **6.2.** Radionucleidos primordiales **6.3.** NORM **6.4.** El radón	IL1,IL2, IL3
Tema 7. Radiactividad de origen artificial **7.1.** Radiactividad artificial. **7.2.** Usos y aplicaciones de la radiactividad artificial	IL1,IL2, IL3
Capítulo IV. Ciclo del combustible nuclear	
Tema 8. Primera parte del ciclo del combustible nuclear **8.1.** Ciclo del combustible. Etapas del ciclo **8.2.** Minería del uranio. Concentración del uranio **8.3.** Procesos de enriquecimiento del uranio **8.4.** Fabricación de elementos combustibles	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 9. Centrales Nucleares **9.1.** Fisión nuclear. **9.2.** Principio de funcionamiento de una central nuclear **9.3.** Tipos de reactores nucleares **9.4.** Seguridad Nuclear de Centrales	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 10. Segunda parte del ciclo del combustible **10.1.** El combustible irradiado. Características **10.2.** Gestión del combustible irradiado **10.3.** Reelaboración del combustible **10.4.** Transmutación	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo V. Residuos Radiactivos	
Tema 11. Origen, clasificación y gestión de residuos radiactivos **11.1.** Residuo radiactivo. Clasificación **11.2.** Residuos generados en todas la operaciones del ciclo del combustible nuclear **11.3.** Gestión de residuos radiactivos. Caracterización de residuos **11.4.** Transporte	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 12. Almacenamiento de residuos radiactivos **12.1.** Almacenamiento de residuos de media y baja actividad **12.2.** Almacenamiento temporal de residuos de alta actividad **12.3** Almacenamiento definitivo de residuos de alta actividad	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Capítulo VI. Desmantelamiento de instalaciones nucleares	
Tema 13. Desmantelamiento de instalaciones del ciclo	IL1,IL2, IL5
Capítulo VII. Vigilancia del medio ambiente.	
Tema 14. Programas de vigilancia radiológica ambiental. **14.1.** Objeto de los programas de vigilancia del medio ambiente **14.2.** Diseño de un programa de vigilancia radiológica ambiental **14.3.** Redes de vigilancia existentes en España	IL2, IL5
Tema 15. Control de calidad en vigilancia radiológica ambiental **15.1.** Procedimientos del Consejo de Seguridad Nuclear **15.2.** Normas de competencia técnica de los laboratorios 17025	IL2, IL5

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 de casos prácticos sirven para complementar las clases teóricas y la correcta compresión 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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las clases de laboratorio se realizan en grupos de 5 a 6 alumnos, de una hora de duración. La semana que los alumnos realicen la práctica se eliminará una sesión de clase teórica. Las prácticas se realizarán con los detectores y equipos disponibles en el Laboratorio de Ingeniería Nuclear.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los trabajos propuestos por el profesor.

Trabajo en grupo:

El alumno realizará los trabajos en equipo descritos en apartado anteriores (realización de un trabajo con orientación investigadora y prácticas de laboratorio).

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:

Reactores nucleares *Kenneth Wark, Donald e Richards*. Ed. Mc Graw Hill, 2001

S. Glasstone, A. Sesonske, Nuclear Reactor Engineering, Ed. ITP, 1994

W. M. Stacey, Nuclear Reactor Physics, Ed. John Wiley & Sons, 2001

Radiaciones Ionizantes, Ortega X., Jorba J. Editorial Ediciones UPC, 1996

Bibliografía complementaria:

Alonso A. (Director), Gallego E. (Coordinador). Varios autores, *"Curso sobre Gestión de residuos radiactivos"*, 2 tomos. Editorial CIEMAT (ISBN- 84-7834-516-7), Madrid (2006).

Recursos Web:

Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Equipos de detección de radiactividad para enseñanza.

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 y 2 3 h			Estudio tema 1y 2 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Tema 2 y 3 3 h			Estudio tema 2 y 3 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Tema 3 y 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 3 y 4 4 h 45 min	Control 45 min		8 h 30 min
4	Tema 4 y 5 2 h	Tema5 1 h		Estudio tema 4 y 5 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 6 h 45 min			9 h 45 min
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Tema 7 1 h	Tema 7 2 h		Estudio tema 7 4 h 45 min	Control 45 min		8 h 30 min
8	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 4 h 45 min			7 h 45 min
10							
11	Tema 10 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 10 4 h 45 min	Control 45 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
12	Tema 11 y 12 3 h			Estudio tema 11 y 12 2 h 45 min			7 h 45 min
13	Tema 12 y 13 3 h			Estudio tema 12 y 13. 4 h 45 min	Control 45 min		8 h 30 min
14	Tema 14 2 h	Tema14 1 h		Estudio tema 14 4 h 45 min			7 h 45 min
15	Tema 15 3 h			Estudio tema 15 4 h 45 min	Control 45 min		8 h 30 min
Hasta el examen				Estudio personal 4 h 45 min	Examen final 2 h 30 min		7 h 15 min
Horas	**33 h**	**9 h**		**62 h 30 min**	**6 h 15 min**		**121 h 30 min**

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

Las Formas en la Ingeniería Civil

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000401	4,5	Optativa	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Español

Nombre en inglés	Design in Civil Engineering
Materia	Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
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
Jorge Bernabéu Larena	Pte.	Todos	M (11.00-14.00) J (11.00-14.00)	Torre, Planta 4	*jorge.bernabeu@upm.es*
Roberto Revilla Angulo	Secr.	Todos	X (10.30-13.30) J (10.30-13.30)	Torre, Planta 4	*roberto.revilla@upm.es*
Patricia Hernández Lamas	Vocal	Todos	X (10.30-13.30) J (10.30-13.30)	Fundación M. Aguiló	*patriciahlamas@hotmail.com*
Mercedes López García		Todos	X (10.30-13.30) J (10.30-13.30)	Torre, Planta 4	*lalatinaml@hotmail.com*
José Antonio Martín-Caro Alamo		Todos	M (11.00-14.00) J (11.00-14.00)	Torre, Planta 4	*jmc@inesingenieros.com*
Beatriz Cabau Anchuelo		Todos	M (10.30-13.30) J (10.30-13.30)	Fundación M. Aguiló	*beatriz.cabau@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 Básica, Expresión Gráfica, Diseño Gráfico, Materiales de construcción, Resistencia de Materiales, Hidráulica e hidrología, Arte y estética de la ingeniería.

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.
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
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentalmente.
CT8	Capacidad de concebir, diseñar, analizar y comunicar proyectos de ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica la técnica en el análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección y construcción en los campos de la ingeniería civil.	CE1
RA2	Interioriza el carácter histórico, territorial, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de la ingeniería civil.	CE4
RA3	Aplica los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.	CE33
RA4	Prepara y presenta exposiciones orales, escritas y gráficas.	CT1
RA5	Concibe, diseña, analiza y comunica proyectos de ingeniería civil.	CT8, CE33

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Aplica la técnica en el análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección y construcción en los campos de la ingeniería civil.	RA1
IL2	Sí	Conoce y comprende las realizaciones más relevantes de la ingeniería civil; relaciona oportunamente conceptos, tecnologías, formas y disciplinas.	RA1, RA2, RA3
IL3	Sí	Realiza exposiciones orales, escritas y gráficas.	RA4
IL4	Sí	Realiza diseños y proyectos de ingeniería civil.	RA3, RA5

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 monografías, debates y críticas durante clases y seminarios **25%**

Descripción: Consiste en la asistencia y participación en clase mediante la preparación de monografías y la intervención en debates y discusiones críticas, orales o escritos, que se realizarán en el aula de clase.

Criterios de calificación: Los comentarios y ejercicios se valorarán 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 durante las horas de clase, realizándose en el propio aula.

PE2. Realización de un trabajo de concepción, diseño o investigación de proyectos de ingeniería civil **75%**

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

Descripción: Consiste en la realización de un trabajo de concepción, diseño o investigación de proyectos de ingeniería civil. El trabajo se desarrollará a lo largo del curso y exigirá la presentación en talleres de las diferentes fases de concepción y desarrollo del mismo. Se emplearán herramientas y programas informáticos de dibujo, representación, imagen, vídeo. La presentación incluirá: la presentación gráfica, oral y escrita; preguntas y debate.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10.

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

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la media de la calificación de cada una de las pruebas, ponderada por su correspondiente peso. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de cinco (5) puntos sobre diez (10). Si el alumno no superase la asignatura en los exámenes ordinarios debe presentarse al examen final, fijado por Jefatura de Estudios.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Para los alumnos que no sigan el proceso de aprendizaje de evaluación continua, o aquellos que no consigan superar la asignatura mediante evaluación continua, se realizará un trabajo de concepción, diseño o investigación de proyectos de ingeniería civil. El trabajo exigirá el seguimiento tutorado por parte de los profesores, así como presentaciones parciales de las diferentes fases de concepción y desarrollo y una presentación final que incluirá: la presentación gráfica, oral y escrita; preguntas y debate.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Lo determina Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante "solo prueba final"

La calificación final será directamente la calificación obtenida en el trabajo final. Se considerará que el alumno ha superado la materia cuando la calificación global del examen final sea al menos de 5 puntos.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. La forma en el proyecto y en la construcción Diseño, tipo, forma. Creatividad. Metodologías proyectuales. Materia y forma. Espacio y tiempo. Territorio y paisaje. Usos y cultura. Relevancia de los procesos de construcción. Permanencia de la forma.	IL1, IL2
Tema 2. El diseño en el proceso de proyecto Aproximación funcional, aproximación tipológica, aproximación territorial. Autoría. Equipos de proyecto. Construcción y dirección de obra. Trascendencia del dibujo. El lápiz, el ordenador. La realidad virtual, la obra construida.	IL1, IL2
Tema 3. Tecnologías y procesos La enseñanza y la práctica del diseño. El papel del fallo estructural en el diseño y en la historia. Evolución tecnológica en el proyecto y en el diseño.	IL1, IL2
Tema 4. Etapas de proyecto Escalas de concepción. Fases de proyecto. Estudios tipológicos, estudios de alternativas. Concursos de ideas. Modelos de representación. Relevancia del detalle en el proyecto y en la construcción.	IL1, IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 5. Ensayo, modelos, innovación, experimentación Modelos experimentales, artefactos, juegos de construcción. Artilugios de Leonardo, modelos de Galileo, máquinas de Juanelo Turriano, funiculares de Gaudí, modelos tridimensionales de Le Ricolais, tensegrities de Keneth Snelson, artefactos y geodésicas de R. Buckminster Fuller., optimización de Heinz Isler, pompas de jabón de Edmund Happold.	IL1, IL2
Tema 6. Proyectos de trazado Trazado, ajuste con el terreno, desmontes, terraplenes, muros, emboquilles. El proyecto carretero: pavimentos, defensas, pretiles, barreras. El proyecto ferroviario: plataforma, balasto, vías, electrificación, catenaria, señalización, comunicaciones.	IL1, IL2, IL4
Tema 7. Proyectos hidráulicos Ríos, cuencas, canales, presas, azudes, depósitos, abastecimiento y saneamiento. Lo resistente, lo hidráulico, aprovechamientos energéticos, dispositivos, accesos, edificios.	IL1, IL2, IL4
Tema 8. Proyectos costeros Playas, paseos marítimos, obras de corrección. Dársenas, muelles, diques, espaldones, terminales marítimas. Faros.	IL1, IL2, IL4
Tema 9. Proyectos de puentes Tipos, materiales, procesos. Vigas, celosías, voladizos, tirantes. Arcos, cimbras, avances en voladizo. Pórticos. Puentes colgantes. Superación del tipo, libertad formal. Pilas, estribos, barandillas.	IL1, IL2, IL4
Tema 10. Proyectos de estructuras singulares La ingeniería estructural en los proyectos de arquitectura. Colaboración entre disciplinas. Museos, estadios, cubiertas, aeropuertos, estaciones, construcción vertical.	IL1, IL2, IL4
Tema 11. Proyectos urbanos Plazas, calles, bulevares, parques, aparcamientos. Urbanización, mobiliario, iluminación, equipamiento. Metros, tranvías, intercambiadores.	IL1, IL2, IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

Asignatura transversal que plantea metodologías de proyecto aplicadas a la concepción de una obra de ingeniería civil. El curso estimula la creatividad del alumno, fundamentada en el conocimiento de tipos y referencias, históricas y actuales, de realizaciones similares.
El profesor expondrá el contenido de los temas con el apoyo de planos e imágenes ilustrativas. En la exposición se realiza un proceso de condensación y filtrado de la información disponible en la bibliografía. El discurso se desarrolla sobre una importante base gráfica de proyectos y obras representativas.
Debate, crítica y opinión: la participación en el diálogo razonado que se abordará en cada tema permitirá asimilar y discutir los conceptos planteados en las clases de teoría.

Clases prácticas o talleres:

La asignatura se desarrolla acompañando el proceso de proyecto y concepción que siguen los alumnos. Todos los alumnos deben plantear el diseño de una obra de ingeniería civil en un mismo lugar geográfico, que varía según el curso (2015 Nueva York; 2016 Sydney; 2017 Londres). Los proyectos, elegidos por los alumnos siguiendo las orientaciones de los profesores, abarcan el conjunto de especialidades: proyectos de trazado (carreteras, ferrocarriles, vías ciclistas), hidráulicos (canales, presas, azudes, depósitos, abastecimiento y saneamiento), costeros (playas, paseos marítimos, obras de corrección, dársenas, muelles, diques, espaldones, terminales marítimas), estructuras (puentes, pasarelas, torres, arquitectura singular, estadios, cubiertas, aeropuertos, estaciones) y proyectos urbanos (plazas, calles, bulevares, parques, aparcamientos).
Sobre un discurso común de comprensión del lugar (carácter, evolución, escala, necesidades) se establecen las pautas de las distintas especialidades, destacando diferencias y características comunes. El proceso de concepción parte del lugar y el tipo, para desarrollar sucesivamente: estudio de alternativas, planteamiento conceptual, análisis crítico de referencias, elección de la solución, desarrollo a nivel de anteproyecto y representación gráfica en paneles DIN A1. El proceso se sigue con tutorías compartidas guiadas por los profesores. Se potencian las capacidades de diseño, de expresión gráfica y de comunicación del alumno a partir de la preparación y presentación de los trabajos en sus distintas etapas.
La asignatura tiene una fuerte vinculación con la práctica profesional real y alcanza su mayor potencial, precisamente debido su carácter transversal, al reunir alumnos de todas las especialidades.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá desarrollar un trabajo de concepción, diseño o investigación de proyectos de ingeniería civil..

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:

Ábalos, I, Herreros, J (2000): *Técnica y Arquitectura en la ciudad contemporánea 1950-2000*. Nerea Ed. Hondarribia.

Aicher, Otl. (2004): *El mundo como proyecto*. Gustavo Gili.

Aguiló, M. (1999): *El paisaje construido*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid

Aguiló, M. (2004): *La enjundia de las presas españolas*. ACS, Madrid.

Aguiló, M. (2006): *Túneles y viaductos para los caminos españoles*. ACS, Madrid.

Aguiló, M. (2007): *El carácter de los puentes españoles*. ACS, Madrid

Aguiló, M (2008): *Forma y tipo en el arte de construir puentes*. Abada, Madrid.

Aguiló, M (2013): *Qué significa construir*. Abada, Madrid.

Bernabeu, J. (2004): *Evolución tipológica y estética de los puentes mixtos en Europa*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Billington, D.P. (1983): *The tower and the bridge. The new art of structural engineering*. Princenton University Press. N.Jersey.

Collis, H.(2003): *Transport, Engineering and Architecture*. Laurence King Ed. London

DeLong, E.(1992): *Landmark American bridges*. ASCE. New York

Fernández Troyano, L. (1999): *Tierra sobre el agua*. Colegio de Ingenieros de Caminos

Jenny, Peter (2008): *La mirada creativa*. Gustavo Gili.

López García, M. y Bernabeu, J.(2005): *50 años construyendo el futuro, ingeniería e infraestructuras en España*. Constructora Hispánica. Madrid.

Meeks C.L.V. (1995): *The railroad station. An Architectural History*. Dover Publications, Inc. N. York.

Munari, Bruno (1981). *¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual*. Gustavo Gili.

Picon, A, ed. (1997): *L´art de l'ingénieur, Constructeur, Entrepreneur, Inventeur*. Centre Georges Pompidou, Paris.

Torroja, E. (1998): *Razón y Ser de los tipos estructurales*. CSIC. Madrid.

Letimann, J. (1999): *Sustaining Cities: environmental planning and management in urban design.* McGraw-Hill. New York.

Busquets, J. (ed.) (2006): *Cities: 10 lines- A new lens for the urbanistic project.* Graudate School of Design, Harvard University.

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Biblioteca de la Fundación Miguel Aguiló, en la ETSI de Caminos, Canales y Puertos.

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

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases prácticas, talleres.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 3 h			Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Temas 2 3 h			Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Tema 3 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Tema 4 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 3 h 45 min			6 h 45 min
5	Tema 5 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
6	Tema 6 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Tema 7 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Tema 8 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Tema 9 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
10	Tema 10 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases prácticas, talleres.	Clases de laboratorio (lab. de informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 11 1 h	Trabajos 2 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
12		Trabajos 3 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
13		Trabajos 3 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
14		Trabajos 3 h		Estudio + trabajos 4 h 45 min			7 h 45 min
15		Trabajos 3 h		Estudio + trabajos 4 h 15 min			7 h 15 min
16		Trabajos 3 h		Estudio + trabajos 3 h 45 min			6 h 45 min
Horas	**15 h**	**33 h**		**73 h 30 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

Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo

Gestión Portuaria

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000409	4,5	Optativa	Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Port Management
Materia	Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Tercer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Alberto Camarero Orive	Pte.		M (9.00-10.30) y X (17.00-20.30)	Planta 5ª	*alberto.camarero@upm.es*
Rafael Molina Sánchez	Vocal		M (9.00-10.30) y X (17.00-20.30)	Planta 5ª	*rafael.molina@upm.es*
Nicoletta González Cancelas	Secret.		M y X (9:00-12:00)	Planta 5ª	*nicoleta.gcancelas@upm.es*
Mónica González García			M y X (12:00 a 14:00)	Planta 5º	*monica254@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:

Módulo de formación básica, Ingeniería Civil y Medioambiente, Modelos Matemáticos para Ingeniería Civil, puertos, carretas y ferrocarriles.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Topografía y Procedimientos generales de construcción

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
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)

Código	Competencia
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
CM13.1	Conocimiento de usuario de los ordenadores y sus sistemas operativos, y capacidad de aplicación de hojas de cálculo, bases de datos, y programas de matemática computacional.
CM16.1	Conocimiento de las funciones de la empresa, de su marco institucional y jurídico, y de su organización y gestión.
CM16.2	Comprensión de la interacción entre la funciones de la empresa, de la interacción de la empresa con el mercado, y de los mecanismos y estrategias de reacción ante el mercado
CM27.1	Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental.
CM31.1	Capacidad para construcción y conservación de obras marítimas.
CM31.2	Comprensión de la interrelación clima-viento-oleaje-costa y de los condicionantes que impone a las obras marítimas.
CM38.1	Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y de los factores ambientales.
CM38.2	Comprensión y capacidad de aplicación de metodologías de restauración ambiental.
CM42.1	Conocimiento del diseño y funcionamiento de las infraestructuras para el intercambio modal, tales como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y centros logísticos de transporte.
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares. Desarrolla la competencia 5ª de la normativa UPM.
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas. Completa el desarrollo de la competencia transversal 4ª del real decreto y desarrolla la competencia transversal 2ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Analizar y describir las características de la demanda y oferta de los puertos en el entorno del transporte marítimo para todo tipo de mercancías e identifica las variables explicativas así como su contexto histórico y evolución.	CM13.1, CM16.1, CM16.2
RA2	Analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento frente a la explotación de los servicios portuarios en función de las mercancías y los equipos empleados así como aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental.	CGP17, CM27.1
RA3	Describir y analizar la relación existente entre los actores del sector portuario y la relevancia del marco jurídico, organización, funciones y modelo de gestión portuario	CGP17, CM16.1, CT3 y CT4
RA4	Comprender la relación entre construcción y conservación de obras marítimas y su explotación posterior la interrelación clima-viento-oleaje-costa y de los condicionantes que impone a las obras marítimas y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y de los factores ambientales, capacidad de aplicación de metodologías de restauración ambiental.	CG12, CM31.1, CM31.2, CM38.1 y CM38.2
RA5	Describir y analizar procesos de planificación y gestión portuaria y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras portuarias	CM16.1, CM16.2, CM42.1, CM38.1 y CM38.2
RA6	Comprender y explicar los procesos de de mantenimiento, conservación y explotación de infraestructuras portuarias, su importancia en el ámbito de la gestión de la infraestructura.	CGP7, CGP12, CM42.1

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA7	Comprender y explicar los procesos de toma decisión por diferentes agentes económicos y sociales en materia portuaria, tanto a escala local, regional, nacional y europea.	CM 16.2
RA8	Ser capaz de comunicar de manera eficiente y con visión multidisciplinar con un amplio abanico de agentes sociales y económicos que intervienen en el proceso de toma de decisiones del mundo del transporte.	CT3

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Interpretar los datos de demanda y oferta portuaria dentro del transporte marítimo, y comprende el papel desempeñado por cada una de las mercancías en cada periodo temporal.	RA1
IL2	Sí	Llevar a cabo el diseño funcional básico de infraestructuras portuaria de acuerdo a su modelo de gestión, para todo tipo de mercancías como para viajeros	RA2
IL3	Sí	Interpretar y analizar los procesos de planificación territorial y estratégica pronosticando impactos sociales, económicos y medioambientales de las actuaciones propuestas.	RA5
IL4	Sí	Identificar las necesidades del marco jurídico y socioeconómico para la consecución de los objetivos de las diferentes políticas de transporte, tanto en materia de infraestructuras como de servicios.	RA3
IL5	Sí	Identificar la relación entre construcción y conservación de obras marítimas y su explotación posterior la interrelación clima-viento-oleaje-costa y de los condicionantes que impone a las obras marítimas y del funcionamiento de los ecosistemas y de los factores ambientales.	RA4
IL6	Sí	Identificar los principales retos del sector, propone estrategia y valora los efectos probables y su adecuación a los objetivos establecidos así como sus diferentes modelos de gestión.	RA5 y RA7
IL7	Sí	Identificar los objetivos y directrices de la política de transporte compatible con unas condiciones socioeconómicas de contorno dadas, a las diferentes escalas políticas de decisión.	RA5 y RA6
IL8	Sí	Identificar diversas alternativas de actuación, identifica y valora sus efectos probables y relacionarlos con los objetivos y efectos de otras políticas generales y sabe presentar los resultados en un entorno multidisciplinar y para destinatarios con y sin formación técnica específica.	RA8

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

7.1. Mediante "evaluación continua"

PE1. Participación en clase y resolución interactiva de ejercicios y casos prácticos **30%**

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios, repartidos a lo largo del curso, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase de manera individual.

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 sin previo aviso: cada ejercicio se desarrollará en una de las horas de clase. El ejercicio se realizará en la propia 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. Resolución en equipo de ejercicios y casos prácticos	**30%**

Descripción: Consiste en un conjunto de ejercicios o casos prácticos sobre temas de la materia, asignados directamente por el profesor a un grupo de entre 3 y 5 alumnos, pudiendo ser realizados en el aula o fuera de ella.

Criterios de calificación: Se valorarán de 0 a 10, dando el mismo peso a la parte del ejercicio realizada por cada alumno y al conjunto del trabajo colectivo del grupo. La calificación final será la media aritmética de los resultados obtenidos en los distintos ejercicios o trabajos.

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

PE3. Examen final **40%**

Descripción: Para los alumnos que hayan seguido el proceso de aprendizaje en evaluación continua habrá un examen final de la asignatura, que consistirá en la defensa pública de un trabajo realizado por los alumnos en grupos durante todo el curso.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10 y corresponderá a la defensa pública de un trabajo que se habrá realizado en grupos durante todo el curso, dando el mismo peso a la parte del ejercicio realizada por cada alumno y al conjunto del trabajo colectivo del grupo

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Para los alumnos que sigan el proceso de aprendizaje de evaluación continua, la calificación final será la media ponderada (con los pesos indicados en el apartado correspondiente) de los tres componentes de la evaluación continua. Se considerará que el alumno ha superado la materia cuando dicha media ponderada sea al menos de 5 puntos y en ninguno de los dos exámenes de curso la calificación obtenida hubiese sido inferior a 3.

Para los alumnos que no sigan el proceso de aprendizaje de evaluación continua, la calificación final será la del examen final. Se considerará que el alumno ha superado la materia cuando la calificación global del examen final sea al menos de 5 puntos y en ninguno de las dos partes de dicho examen la calificación obtenida hubiese sido inferior a 3.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

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

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10 y se compondrá de dos ejercicios. En el examen final, la calificación global será la media de las dos partes: 50 % la primera parte y 50 % la segunda parte. En cada parte la calificación será la media aritmética de las obtenidas (entre 0 y 10) en los diferentes ejercicios que la componen. Para considerar superado el examen final se exige alcanzar una media global de al menos 5 puntos, y que en ninguna de las dos partes la calificación obtenida esté por debajo de 3 puntos.

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
Capítulo I: Introducción	
Tema 1. Introducción a los modelos de gestión portuaria El modelo de gestión del dominio público portuario del sistema portuario español. Gestión del dominio público Modelos de privatización. Service port. Tool port. Landlord Port. Private port. Terminal port. Gestión ferroportuaria.	IL4, IL5, IL6
Tema 2. Evolución de los puertos. Transporte marítimo. Organización del sistema portuario Definición. Aspectos especiales. Conceptos básicos. Evolución del sistema portuario. Generación de puertos. Definición. Aspectos especiales. Conceptos básicos. Agentes y actores del sistema portuario.	IL1, IL3, IL4
Capítulo II. Gestión estratégica y planificación	
Tema 3. Política portuaria europea. Funciones y política portuaria española. Política europea de transporte. Ejes principales. Política europea de puertos. Política española portuaria.	IL2, IL4, IL5
Tema 4. Marco estratégico. Planificación estratégica y Plan Director Planificación estratégica: conceptos básicos. Planificación estratégica en puertos. Plan director en un puerto: características y elementos fundamentales. Gestión estratégica. Cuadro de mando Integral.	IL4, IL5, IL6
Capítulo III. Gestión de las terminales y del transporte terrestre	
Tema 5. Transporte y logística Concepto de logística. Relación entre el transporte y la logística. Estudio y caracterización de plataformas logísticas. Gestión de los accesos terrestres: carretera y ferrocarril.	IL1, IL2
Tema 6. Gestión de terminales portuarias Estudio y caracterización de terminales de contenedores, terminales de graneles sólidos, terminales de graneles líquidos, terminales de mercancía general y terminales de pasajeros.	IL1, IL2
Capítulo IV. Gestión de los RR.HH., medioambiente y seguridad en el puerto	
Tema 7. RRHH en el puerto Gestión de los RRHH asociados a la operativa del puerto.	IL1, IL2
Tema 8. Gestión de las actuaciones medioambientales Gestión del medioambiente en el puerto debido a afecciones de la explotación.	IL1, IL2
Tema 9. Seguridad en el puerto Gestión de la seguridad portuaria. Actuación frente a eventos adversos.	IL1, IL2
Capítulo V. Gestión de la conservación	
Tema 10. Gestión de la conservación. Mantenimiento de la infraestructura. Definición. Aspectos especiales. Conceptos básicos. Evolución del sistema portuario. Gestión de servicios portuarios. Definición. Aspectos especiales. Conceptos básicos. Evolución del sistema portuario. Gestión de los RR.HH. Gestión medioambiental. Gestión de la seguridad	IL6, IL7, IL8
Capítulo VI. Gestión financiera	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 11. Gestión económico-financiera de la explotación portuaria Definición. Aspectos especiales. Conceptos básicos. Gestión de la oferta y la demanda. Gestión de los activos.	IL6, IL7, IL8

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clases de teoría:

El profesor expondrá los resultados 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 casos prácticos y sus aplicaciones.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios complementan de manera imprescindible la correcta comprensión de la materia. 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. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor y se realizará tanto de manera individual como en colectiva.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Está prevista una visita al puerto seco de Azuqueca de Henares o de Coslada. Y si fuera posible una visita al puerto de Valencia

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas

Trabajos en grupo:

Están previstos trabajos en grupo de las diferentes partes de la asignatura, así como un trabajo global que abarque la estructura completa del curso.

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:

Agerschou, H. (2004). *Planning and design of ports and marine terminals* Thomas Telford Services Ltd.

Ashar, A. (2003). " User charges for port cost recovery: The US harbor maintenance tax controversy"(international journal of maritime economics, 2002, 4: 149-163). *Maritime Economics &# 38; Logistics, 5*(1), 90-91.

Baird, A. (2005). EU motorways of the sea policy. *European Conference on Sustainable Goods and Passenger Transport, Kristiansand.*

Bana e Costa, C. A., Nunes da Silva, F., & Vansnick, J. C. (2001). Conflict dissolution in the public sector: A case-study. *European Journal of Operational Research, 130*(2), 388-401.

Bish, E. K. (2003). A multiple-crane-constrained scheduling problem in a container terminal. *European Journal of Operational Research, 144*(1), 83-107.

Bonilla, M., Casasús, T., Medal, A., & Sala, R. (1998). Un análisis de la eficiencia de los puertos españoles. *VI Jornada De ASEPUMA, Ud Valencia, Departamento De Economía Financiera y Matemática: Santiago De Compostela,* 9.

Bonilla, M., Casasús, T., Medal, A., & Sala, R. (2004). An efficiency analysis with tolerances of the spanish ports system. *International Journal of Transport Economics, 32*(3), 380-400.

Brodin, A. (2003). *Baltic sea ports and russian foreign Trade–Studies in the economic and political geography of transition*.

Brooks, M. R. (2009). Intermodal transport & supply chains liberalization in maritime transport.

Camarero Orive, A., López Ansorena, C., Camarero Orive, A., & González Cancelas, N. (2011). Los servicios de bunkering en los puertos. *Revista De Obras Publicas, 158*(3.519), 31-40.

Camarero, A., & González, M. (2008). Aplicación de índices de calidad a las autopistas del mar. *Estudios De Construcción y Transportes,* (109), 121.

Camarero, A., González, M., Polo, G., & Urcola, I. (2006). Criterios de evaluación portuaria para el desarrollo de las autopistas del mar. *Estudios De Construcción y Transportes,* (105), 241.

Camarero, A., & González, N. (2005). *Cadenas integradas de transporte*. Madrid, España: Fundación Agustín de Betancourt. Ministerio de Fomento.

Camarero, A., & González, N. (2007). *Logística y transporte de contenedores*. Madrid, España: Fundación Agustín de Betancourt. Ministerio de Fomento.

Camarero, A., & López-Ansorena, C. (2011). *Explotación y Planificación del Bunkering*. España: Fundación Agustín de Betancourt, Autoridad Portuaria de Ceuta.

Chew, W. E. L., & Boon, T. (1992). The use of information technology by the port of singapore authority. *World Development, 20*(12), 1785-1795.

Clark, J. R. (1990). *Regional aspects of wetlands restoration and enhancement in the urban waterfront environment* Island Press, Washington, DC.

Clark, X., Dollar, D., & Micco, A. (2004). *Port Efficiency, Maritime Transport Costs and Bilateral Trade*

Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. (2006). Plan estratégico de infraestructuras y transporte. *Revista De Obras Públicas, Nº 3.471 1*

Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. (2010). *Libro Verde de Transporte y Cambio Climático* (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ed.). Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

White Paper European Transport Policy for 2010–Time to Decide, (19/09/2001).

Convery, F. J., & Redmond, L. (2007). Market and price developments in the european union emissions trading scheme. *Review of Environmental Economics and Policy, 1*(1), 88-111.

Cowen, D., & Bunce, S. (2006). Competitive cities and secure nations: Conflict and convergence in urban waterfront agendas after 9/11. *International Journal of Urban and Regional Research, 30*(2), 427-439.

Dalsøren, S. B., Eide, M. S., Myhre, G., Endresen, Ø., Isaksen, I. S., & Fuglestvedt, J. S. (2010). Impacts of the large increase in international ship traffic 2000− 2007 on tropospheric ozone and methane. *Environmental Science & Technology, 44*(7), 2482-2489.

Dapena, A. R. (2007). ¿ Pierden dinamismo los graneles frente a la mercancía general? *Lecciones De Economía Marítima,* , 85.

De Monie, G. (1987). In United Nations Conference on Trade and Development (Ed.), *Measuring and evaluating port performance and productivity* United Nations.

De Monie, G. (1989). Medición y evaluación del rendimiento y de la productividad de los puertos. *Monografías De La UNCTAD Sobre Gestión De Puertos.*

Decaillon, J., & Panneels, A. (2010). GURN: Employment and climate policies in europe.

Development. Secretariat. (2011). *Review of maritime transport* United Nations Pubns.

Estepa Moreno, M. (2012). El régimen jurídico y el tráfico de los cruceros marítimos. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense,* (45), 133-154.

Feo, M., Espino, R., & García, L. (2010). An stated preference analysis of spanish freight forwarders modal choice on the south-west europe motorway of the sea. *Transport Policy.*

Fink, C., Mattoo, A., & Neagu, I. C. (2002). Trade in international maritime services: How much does policy matter? *The World Bank Economic Review, 16*(1), 81.

Fleming, D. K., & Baird, A. J. (1999). Comment some reflections on port competition in the united states and western europe. *Maritime Policy & Management, 26*(4), 383-394.

Frias, I., & Guisan, M. C. (2002). Modelización del transporte marítimo internacional. *Economic Development.*

García, T. R., Cancelas, N. G., & Soler-Flores, F. (2013). Forecasts of container terminal capacity in a crisis scenario using neural networks. *Proceedings in Scientific Conference,* (1)

González Serrano, M. M., & Trujillo Castellano, L. (2005). La medición de la eficiencia en el sector portuario: Revisión de la evidencia empírica. *Documentos De Trabajo Conjuntos: Facultades De Ciencias Económicas y Empresariales,* (6), 1.

González, M., & Camarero, A. (2009). Caracterización de los parámetros de diseño de terminales portuarias de contenedores. *Revista De Obras Públicas,* (3501), 39-50.

González, M., & Camarero, A. (2010). Explotación de terminales de graneles sólidos. *Litoral, Ordenación y Modelos De Futuro: IV Congreso De Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente,* , 37-38.

González, M. N. (2007). Metodología para la determinación de los parámetros de diseño de las terminales portuarias de contenedores a partir de datos de tráfico marítimo. Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

González, M. N., & Camarero, A. (2009). Caracterización de parámetros físicos de las terminales de contenedores del sistema portuario español. *Ingeniería y Ciencia,* (10), 49.

Gordon, D. L. A. (1997). Managing the changing political environment in urban waterfront redevelopment. *Urban Studies, 34*(1), 61-83.

Groenleer, M., Kaeding, M., & Versluis, E. (2010). Regulatory governance through agencies of the european union? the role of the european agencies for maritime and aviation safety in the implementation of european transport legislation. *Journal of European Public Policy, 17*(8), 1212-1230.

Guasch, C. M. (2002). *Ciudad y transporte: El binomio imperfecto* Ariel.

Hoyle, B. (2000). Global and local change on the port-city waterfront*. *Geographical Review, 90*(3), 395-417.

Hoyle, B. S. (1989). The port-city interface: Trends, problems and examples. *Geoforum, 20*(4), 429-435.

Hoyle, B. S., Pinder, D., & Husain, M. S. (1988). *Revitalising the waterfront: International dimensions of dockland redevelopment* Belhaven Press.

Hudspeth, T. R. (1982). *Visual preference as a tool for citizen participation: A case study of urban waterfront revitalization in burlington, vermont* University of Michigan.

Jara-Díaz, S., Martínez-Budría, E., Cortes, C., & Vargas, A. (1997). Marginal costs and scale economies in spanish ports. 25th european transport forum. *Proceedings Seminar L, PTRC, London,* pp. 137-147.

Jara-Díaz, S. R., Martínez-Budría, E., Cortés, C. E., & Basso, L. (2002). A multioutput cost function for the services of spanish ports' infrastructure. *Transportation, 29*(4), 419-437.

Junior, G. A. D. S., Beresford, A. K. C., & Pettit, S. J. (2003). Liner shipping companies and terminal operators: Internationalisation or globalisation? *Maritime Economics & Logistics, 5*(4), 393-412.

Kia, M., Shayan, E., & Ghotb, F. (2000). The importance of information technology in port terminal operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30*(3/4), 331-344.

Kissling, C. C. (2010). Ports, cities, and global supply chains.

Maloni, M., & Jackson, E. C. (2005). North american container port capacity: A literature review. *Transportation Journal, 44*(2), 16-36.

Marshall, R. (2001). *Waterfronts in post-industrial cities* Taylor & Francis.

Martinez-Budria, E., Diaz-Armas, R., Navarro-Ibanez, M., & Ravelo-Mesa, T. (1999). A study of the efficiency of spanish port authorities using data envelopment analysis. *International Journal of Transport Economics, 26*, 237-254.

Mastaglio, L. (1997). Bridge bashing. *Civil Engineering—ASCE, 67*(4), 38-40.

McNeilan, T. W., & Foxworthy, J. E. (1993). Probing the port of los angeles. *Civil Engineering—ASCE, 63*(1), 66-68.

MEDAL BARTUAL, A. Perspectivas sobre la eficiencia del sistema portuario español. *Rect@, 12*

Medal Bartual, A., & Sala Garrido, R. (2011). Análisis de la eficiencia y liderazgo de los puertos españoles por áreas geográficas. *Revista De Estudios Regionales,* (91), 161-184.

MUÑOZ, A., & ALARCON, H. (2005). Diseño de una herramienta para la evaluación de la calidad de servicio de operadores logísticos. *Revista Ingeniería Industrial, 4*(1), 13-27.

Park, N. K., & Suh, S. C. (2010). a study on the potential of modal shift with mobile harbour. *World Conference on Transport Research.*

Párraga, M. M., González-Cancelas, N., & Soler-Flores, F. (2013). Delphi-SWOT as a strategic tool of planning for the port of manta. *Proceedings in Scientific Conference,* (1)

Párraga, M. M., González-Cancelas, N., & Soler-Flores, F. (2013). Proposal for the integration of the port of manta in latin american multimodal logistics. *Proceedings in GV-the 1st Global Virtual Conference,* (1)

Paulauskas, V. (2002). Liner shipping. *Klaipeda University Publish House, Klaipeda, 170*

Paulauskas, V. (2003). The influence of the european union enlargement on the volumes and routes container carriage. *Ports and Harbours (Japan), 48*(1), 21.

Pavón, B. S. (2003). *El futuro de las relaciones puerto-ciudad* Netbiblo. Universidade da Coruña Instituto Universitario de Estudios Marítimos.

Psaraftis, H. N. (2005). EU ports policy: Where do we go from here? *Maritime Economics & Logistics, 7*(1), 73-82.

Ravella, O., Karol, J., & Aón, L. (2012). Transporte y ambiente: Utopías urbanas, ciudades reales, ciudades posibles. *Transporte y Territorio,* (6), 27-51.

Rodrigue, J. P., Comtois, C., & Slack, B. (2009). *The geography of transport systems* Taylor & Francis.

Roscommon, C. (2002). White paper european transport policy for 2010–Time to decide.

Rowlinson, M., & Wixey, S. (2002). «The politics and economics of developing coastal shipping». *IAME 2002 Panama Conference Proceedings.*

Šakalys, A., & Palšaitis, R. (2006). Development of intermodal transport in new european union states. *Transport, 21*(2), 148–153.

Schwarz-Miller, A., & Talley, W. K. (2002). Technology and labor relations: Railroads and ports. *Journal of Labor Research, 23*(4), 513-533.

Sokoloff, H., & Steinberg, H. M. (2005). Deliberative city planning on the philadelphia waterfront.

Talley, W. K. (2002). Dockworker earnings, containerisation, and shipping deregulation. *Journal of Transport Economics and Policy, 36*(3), 447-467.

Talley, W. K. (2004). Wage differentials of intermodal transportation carriers and ports: Deregulation versus regulation. *Review of Network Economics, 3*(2), 8.

Tongzon, J., & Heng, W. (2005). Port privatization, efficiency and competitiveness: Some empirical evidence from container ports (terminals). *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 39*(5), 405-424.

Tongzon, J. L. (1995). Determinants of port performance and efficiency. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 29*(3), 245-252.

Tongzon, J. L. (1993). The port of melbourne authority's pricing policy: Its efficiency and distribution implications. *Maritime Policy & Management, 20*(3), 197-205.

Tovar, B., Jara-Díaz, S., & Trujillo, L. (2003). Production and cost functions and their application to the port sector aliterature survey. *World,*

Tovar, B., Jara-Díaz, S., & Trujillo, L. (2004). Funciones de producción y costes y su aplicación al sector portuario. una revisión de la literatura. *Documento De Trabajo, 6*

Tovar, B., Jara-Diaz, S. R., & Trujillo, L. (2003). A multioutput cost function for port terminals: Some guidelines for regulation. *World.*

Tovar, B., Trujillo, L., & Jara-Díaz, S. (2004). Organization and regulation of the port industry: Europe and spain. *Essays on Microeconomics and Industrial Organization.2nd Edn.Springer-Verlag, Heidelberg,* , 189–207.

Trujillo, L., & Tovar, B. (2007). The european port industry: An analysis of its economic efficiency. *Maritime Economics & Logistics, 9*(2), 148-171.

WANG, J., & LU, Z. (2001). a historic review of world urban waterfront development [j]. *City Planning Review, 7*

Wang, J. J. (2007). *Ports, cities, and global supply chains* Ashgate Pub Co.

West, N. (1989). Urban-waterfront developments: A geographic problem in search of a model. *Geoforum, 20*(4), 459-468.

Recursos Web:

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 1 y 2 4 h			7 h
3	Tema 3 1 h		Tema 3 2 h	Estudio tema 3 4 h			7 h
4	Tema 4 2 h		Tema 4 1 h	Estudio tema 4 4 h			7 h
5	Tema 5 1 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 2,3,4 y 5 repaso general 6 h			9 h
6	Tema 6 1 h		Tema 6 2 h	Estudio tema 6 4 h			7 h
7	Repaso Temas 1,2,3,4,5 y 6 1 h		Temas 1,2,3,4,5 y 6 2 h	Estudio temas 1,2,3,4,5 y 6 4 h			7 h
8	Tema 7 1 h		Tema 7 2 h	Estudio tema 7 4 h			7 h
9	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8 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 actividades	Horas
10	Tema 9 1 h		Tema 8 2 h	Repaso general de conceptos del Tema 7,8 y 9 4 h			7 h
11	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Estudio tema 10 6 h			9 h
12	Tema 11 1 h		Tema 11 2 h	Estudio tema 11 4 h			7 h
13	Repaso Temas 7,8,9,10 y 11 1 h		Tema 7 2 h	Estudio tema 7,8,9,10 y 11. 4 h			7 h
14	Presentación trabajos		Presentación trabajos 3 h	Repaso 4 h			7 h
15	Presentación trabajos		Presentación trabajos 3 h	Repaso 4 h			7 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 8 h 30 min	Examen final 4 h		12 h 30 min
Horas	**18 h**	**6 h**	**21 h**	**70 h**	**4 h**		**121 h 30 min**

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

Técnicas de Planificación Territorial y Sostenibilidad

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000410	4,5	Optativa	Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Methods for Regional Planning and Sustainability
Materia	Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Tercer semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Rosa M. Arce Ruiz	Pte.	Todos	M y X (11-14)	Transyt, planta 2ª	*rosa.arce.ruiz@upm.es*
Julio Alberto Soria Lara	Secr.	Todos	M, X y J (10-12)	Torre, 7ª	*julio.soria-lara@upm.es*
Ana Belén Berrocal Menárguez	Vocal	Todos	M X y J (10-12)	Torre, 8ª	*anabelen.berrocal@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.

Código	Competencia
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.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.
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	Identifica, conoce y es capaz de valorar los componentes ambientales y territoriales afectados por la planificación de sistemas de ingeniería civil. Obtiene, gestiona y analiza información relevante. Analiza las interrelaciones de factores, procesos y fenómenos ambientales y territoriales con los sistemas de ingeniería civil a diferentes escalas. Aplica herramientas de toma de decisiones, así como metodologías de estudios y evaluaciones ambientales a la evaluación de proyectos de ingeniería civil y a la de los planes territoriales, urbanísticos y sectoriales, ya sean de transporte, de recursos hidráulicos, de energía, de residuos, etc.	CGP2, CGP3, CGP7, CGP10, CT2, CT8
RA2	Identifica y valora los efectos históricos, sociales, económicos, ambientales, culturales, políticos y de integración de los planes, programas y proyectos relacionados con el ámbito de la ingeniería civil. 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.	CGP7, CGP10, CE32,CE33 CT2, CT8
RA3	Identifica y aplica los principios de sostenibilidad económica, social y ambiental en la propuesta y evaluación de alternativas de proyectos, planes y programas territoriales, urbanísticos y sectoriales, así como en la gestión y gobernanza de los mismos. Identifica y elabora indicadores de sostenibilidad.	CE32, CE33, CT2, CT8
RA4	Identifica y valora las nuevas tecnologías y su uso en problemas de análisis y evaluación ambiental, de planificación de infraestructuras, territorio y sistemas de ingeniería civil. Conoce los Sistemas de Información Geográfica y su uso para el análisis y la resolución de problemas de planificación y evaluación ambiental	CE32, CE33
RA5	Integra análisis y valoraciones individuales en el trabajo colectivo interdisciplinar para la resolución de problemas de índole territorial y de planificación sectorial y transmite la información a un público generalista y especializado mediante comunicaciones orales, escritas y gráficas	CT1, CT2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Describe y analiza los componentes ambientales y territoriales, caracterizando su calidad y contribución a la capacidad de acogida para la planificación de infraestructuras y sistemas de ingeniería civil en casos concretos. Utiliza correctamente las fuentes de información para obtener y analizar datos relevantes. Define criterios de sostenibilidad y valora indicadores de sostenibilidad. Aplica herramientas de toma de decisiones, así como metodologías de estudios y evaluaciones ambientales a la evaluación de planes y proyectos de ingeniería civil, así como a los planes territoriales, urbanísticos y sectoriales. Redacta un estudio ambiental estratégico y un estudio de impacto ambiental	RA1
IL2	Sí	Valora correctamente la capacidad del territorio para la localización de alternativas de infraestructuras y actividades. Describe y valora correctamente los efectos históricos, sociales, económicos, ambientales, culturales, políticos e integradores de los planes, programas y proyectos de la ingeniería civil en casos concretos. Describe y aplica las bases de la normativa territorial y ambiental española y europea.	RA2
IL3	Sí	Identifica y aplica los principios de sostenibilidad en la propuesta y evaluación de alternativas de proyectos, planes y programas territoriales, urbanísticos y sectoriales, así como en la gestión de los mismos. Identifica correctamente y es capaz de elaborar indicadores de sostenibilidad de proyectos, planes, actividades territoriales, o instituciones y empresas.	RA3
IL4	Sí	Conoce y utiliza los SIG para definir la capacidad del territorio y la evaluación ambiental de planes y proyectos	RA4
IL5	Sí	Presenta y defiende su trabajo oralmente y por escrito, estructurada y argumentadamente	RA5

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.

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 Descripción: Constará de varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura 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 aprobar la asignatura será necesario obtener al menos una nota de 5 en esta prueba. Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.	**20%**
PE3. Trabajo de curso Descripción: Cada alumno/a realizará, individualmente, un trabajo de curso que recoja algunos aspectos de la materia impartida. Las instrucciones para la realización y entrega del trabajo se incluirán en Moodle. Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10 y para aprobar la asignatura será necesario obtener, al menos, una nota de 5 en este ejercicio. Momento y lugar: El trabajo lo realizará el alumno, parcialmente, en clase, y lo completará fuera de las horas lectivas. Se entregará en la fecha que se anuncie en el moodle o en clase.	**70%**
Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua La calificación final será la media ponderada de PE1, PE2 y PE3, siempre que estas tres notas no sean inferiores a 4. 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, más un trabajo práctico similar al trabajo de curso.

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. El trabajo se calificará también de 0 a 10.

Calificación final de la asignatura mediante “sólo prueba final”

La calificación final será la media aritmética de las notas obtenidas en el examen y en el trabajo, siempre que éstas sean iguales o superiores 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
Tema 1. La sostenibilidad en la Planificación. **1.1.** Concepto. **1.2.** La sostenibilidad y la planificación. Indicadores **1.3.** La sostenibilidad local **1.4.** Discusión de casos	IL1
Tema 2. Generación de alternativas en la planificación territorial **2.1.** Capacidad de acogida del territorio. **2.2.** Principios de sostenibilidad en la planificación territorial y sectorial **2.3.** La influencia de la planificación del territorio y sectorial en la protección de la biodiversidad **2.4.** Minimización de recursos	IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
2.5. La consideración del cambio climático **2.6.** La consideración de los riesgos naturales	
Tema 3. Evaluación de alternativas en la planificación **3.1.** Métodos unicriterio. **3.2.** Métodos multicriterio **3.3.** Análisis de casos.	IL2
Tema 4. La Evaluación ambiental en la planificación. **4.1.** El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. **4.2.** La Evaluación Ambiental Estratégica. **4.3.** Análisis de casos.	IL2
Tema 5. Las nuevas tecnologías y su aplicación a la planificación territorial **5.1.** Las nuevas tecnologías y su influencia en los usos del suelo y actividades económicas. **5.2.** Smartcities **5.3.** Big data	IL2
Tema 6. Los Sistemas de Información Geográfica. **6.1.** Tipos de SIG **6.2.** Operaciones con los SIG. **6.3.** Ventajas y usos en el análisis ambiental y la planificación territorial.	IL3
Tema 7. Los SIG y ARCGIS **7.1.** Visualización **7.2.** Diseño de mapas **7.3.** Análisis alfanumérico **7.4.** Análisis vectorial	IL3, IL4
Tema 8. Localización de una actividad (centro comercial, vertedero, puerto deportivo, etc) en una zona seleccionada del territorio utilizando la herramienta SIG **8.1.** Planteamiento del caso. **8.2.** Información territorial. **8.3.** Criterios de localización. **8.4.** Aplicación práctica	IL3, IL4, IL5
Tema 9. Mapas de calidad y fragilidad ambiental. Capacidad de acogida. **9.1.** Información básica **9.2.** Aplicación en SIG **9.3.** Generación de alternativas	IL3, IL4, IL5
Tema 10. Evaluación y selección de alternativas **10.1.** Evaluación ambiental **10.2.** Indicadores de sostenibilidad **10.3.** Multicriterio aplicado en SIG **10.4.** Justificación de la alternativa seleccionada.	IL3, IL4, IL5
Tema 11. La Gobernanza en los procesos de planificación territorial y Evaluación ambiental **11.1.** El proceso de toma de decisiones **11.2.** La participación pública **11.3.** El papel de las nuevas tecnologías	IL2, IL3, IL5

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 servirán, fundamentalmente, para desarrollar ejercicios en grupo que permitan complementar las clases teóricas para la correcta compresión de la asignatura, así como para la exposición de casos de discusión repartidos con anterioridad o realizados por los alumnos. 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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se realizarán talleres en el aula informática,

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos para su desarrollo, individualmente o en grupo.

Trabajo en grupo:

Los talleres se realizarán individualmente y en grupo.

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:

ARCE RUIZ, R. (2013) *La evaluación ambiental en la ingeniería civil.* Ed. Paraninfo

GARMENDIA SALVADOR, L. et al. (2005) *Evaluación de Impacto Ambiental*. Pearson educación

GÓMEZ DELGADO, M. BARREDO CANO, J. I. (2006) *Sistemas de Información Geográfica y Evaluacion Multicriterio en la Ordenación del Territorio.* Alfaomega Grupo Editor,

GÓMEZ OREA, D. (2007) Evaluación Ambiental Estratégica. Un instrumento para integrar el medio ambiente en la elaboración de planes y programas. Ed. Mundiprensa

GUTIÉRREZ PUEBLA, J. & M. GOULD (2001): SIG: sistemas de información geográfica. Ed. Síntesis. Madrid.

GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (2007): "Los sistemas de información geográfica en la planificación del transporte". En: M. T. CAMACHO; J. A. CAÑETE; M. CHICA & J. J. LARA: Información espacial y nuevas tendencias en las tecnologías de la información geográfica (TIGs). Universidad de Granada.

MANCEBO QUINTANA, S. et al. Libro SIG: Aprendiendo a usar los SIG en la Gestión Ambiental. Ver: *http://oa.upm.es/1244/1/Mancebo_Quintana_SIG_2008a.pdf*

Bibliografía complementaria:

ARCE RUIZ, R. et al. *Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el Medio Ambiente.* Ed.: Fundación Gas Natural y EOI.

Ver: *https://www.eoi.es/es/file/17136/download?token=I5zPUYos*

BARBA ROMERO, S. y POMEROL, J-C. (1997): Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. Alcalá de Henares, Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá. 420 p.

EASTMAN, J.R. y otros (1993): GIS and Decision Making. Explorations in Geographic Information Systems Technology. Vol. 4, Ginebra, UNITAR European Office, 112 p. (3 discos)

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento y Aula Informática con disponibilidad de uso de ARCGIS.

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

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, prácticas aula informática.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio tema 1 4 h 15 min			7 h 15 min
2	Tema 2 3 h			Estudio tema 2 4 h 15 min			7 h 15 min
3	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 4 h 15 min			7 h 15 min
4	Tema 4 3 h			Estudio tema 4 4 h 15 min			7 h 15 min
5	Tema 5 3 h			Estudio tema 5 4 h 15 min			7 h 15 min
6	Tema 6 1 h	Taller Tema 6 2 h		Estudio tema 6 4 h 15 min			7 h 15 min
7		Taller Tema 7 3 h		Trabajo tema 7 4 h 15 min			7 h 15 min
8		Taller Tema 8 3 h		Trabajo tema 8 4 h 15 min			7 h 15 min
9		Taller Tema 9 3 h		Trabajo tema 9 4 h 15 min			7 h 15 min
10		Taller Tema 9 3 h		Trabajo tema 9 4 h 15 min			7 h 15 min
11		Taller Tema 9 3 h		Trabajo tema 9 4 h 15 min			7 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, prácticas aula informática.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12		Taller Tema 10 3 h		Trabajo tema10 4 h 15 min			7 h 15 min
13		Taller Tema 10 3 h		Trabajo tema 10. 7 h			10 h
14	Tema 11 2 h 30 min			Estudio tema 11 2 h			4 h 30 min
15				Preparación 4h 30 min	Presentaciones en clase 3 h 30 min		8 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 10 h	Examen final 2 h		12 h
Horas	**18 h 30 min**	**23 h**		**74 h 30 min**	**5h 30min**		**121 h 30 min**

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

Tecnología Ferroviaria

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000408	4,5	Ingeniería Civil	Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Railway Technolgy.
Materia	Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Tercer semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jesús Ruiz Casamayor	Pte.	Todos	M (14:00-15:30) J (14:00-15:30)	Torre planta 5ª	*jruizcasamayor@gmail.com*
Clara Isabel Zamorano Martín	Secr.	Todos	M (10:00-12h00) y (15:00-16h00) J (11:00-14:00)	Torre planta 5ª	*clara.zamorano@upm.es*
José Quereda Laviña	Vocal	Todos	M (10:30-13:30) V (10:30-13:30)	Torre planta 5ª	*jquelav@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:

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

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos de física elemental, Procedimientos generales de construcción

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CPG2	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 alternativa 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.
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.

Código	Competencia
CM21.1	Comprensión de los modelos teóricos y aplicación práctica de los mismos, que explican el comportamiento mecánico de la vía, la interacción de la vía y el tren y su influencia sobre las especificaciones del diseño
CM45	Capacidad de aplicación de los procedimientos constructivos, la maquinaria de construcción y las técnicas de planificación de obras y mantenimiento

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica la normativa técnica específica del ferrocarril (infraestructura, instalaciones y material rodante)	CGP3, CM21.1 CM45
RA2	Explica las especificaciones de diseño ferroviario a partir de los modelos teóricos del comportamiento mecánico de la vía y de la interacción de la vía y el tren	CE28, CM21.1 CM45
RA3	Planifica, organiza y dirige la ejecución de obras de construcción y trabajos de mantenimiento	CGP2, CE28
RA4	Diseña infraestructuras ferroviarias, coordinando todas las especialidades que forman parte de la misma	CE28
RA5	Tiene conocimientos sobre material rodante, permitiendo conocer las características y problemática de la explotación ferroviaria	CE28

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Define la geometría del trazado ferroviario, tanto en planta como en alzado, incluyendo el proceso constructivo de la sección transversal	RA1, RA2
IL2	Sí	Utiliza adecuadamente las curvas del movimiento ferroviario, las capacidades de tracción de los trenes y las curvas de resistencias al avance y adherencia	RA1, RA2, RA5
IL3	Sí	Estudia correctamente el diseño de la vía, catenaria, subestaciones, instalaciones de seguridad y material móvil. Entiende cada tipo de explotación y los subsistemas que la componen, utilizando la terminología ferroviaria adecuada	RA1, RA2, RA4, RA5
IL4	Sí	Estudia correctamente la forma de explotar cada red ferroviaria con autonomía, acierto y rigor técnico	RA1, RA3, RA5
IL5	Sí	Evalúa la capacidad soporte de la plataforma ferroviaria y diseña la sección tipo en concordancia con la rigidez global de la vía	RA1, RA2
IL6	No	Plantea correctamente los problemas de diseño y selección de soluciones integrado en un equipo de proyecto, obra o mantenimiento	RA1, RA2, RA3
IL7	No	Estudia correctamente la fiabilidad y disponibilidad de los sistemas	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. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura planteados y explicados durante el curso. La duración será de unas 2 horas.

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: 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. Normativa ferroviaria **1.1.** Normativa Europea. **1.2.** Normativa en España. **1.3.** Otras normas aplicables al ferrocarril	IL1, IL3
Tema 2. Procesos Constructivos **2.1.** Infraestructura y Plataforma. **2.2.** Vía sobre balasto. **2.3.** Vía en Placa. **2.4.** Línea aérea de contacto. **2.5.** Instalaciones de seguridad - Telecomunicaciones. **2.6.** Instalaciones no ferroviarias.	IL1, IL3, IL6
Tema 3. Material Rodante **3.1.** Viajeros. **3.2.** Mercancías. **3.3.** Gálibo de material y gálibo de obstáculos.	IL2, IL4
Tema 4. Comportamiento mecánico. **4.1.** Esfuerzos verticales estáticos. La rigidez vertical. **4.2.** Esfuerzos horizontales estáticos. Resistencia lateral de la vía. **4.3.** Esfuerzos longitudinales. Frenado.	IL5 IL6
Tema 5. Dinámica Vertical. **5.1.** Comportamiento dinámico vertical. Aceleraciones verticales **5.2.** Señales digitales: Comunicación vía - tren. **5.3.** Modelos de una, dos o más masas.	IL5, IL6
Tema 6. Dinámica Transversal. **6.1.** Esfuerzos en el contacto rueda-carril. **6.2.** Estabilidad transversal del bogie. **6.3.** Efectos de las irregularidades y/o defectos de la vía. Soluciones.	IL6
Tema 7. Mantenimiento de infraestructuras ferroviarias. **7.1.** Infraestructura y plataforma.	IL6, IL7

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
7.2. Vía: auscultación geométrica y dinámica. Tratamiento de Señales digitales.	
7.3. Línea Aérea de Contacto y Subestaciones.	
7.4. Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones.	
7.5. Instalaciones no ferroviarias.	
Tema 8. Confort del viajero.	IL2, IL4
8.1. Movimientos del tren y aceleraciones.	
8.2. Basculación y pendulación.	
8.3. La Calidad de la vía.	
8.4. Criterios e índices de confort. Norma Europea de confort.	

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 compresión 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:

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:

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:

Alias, J.; Valdés, A.: *"La vía del ferrocarril"*. Editorial Bellisco. Madrid 1990.

Esveld, C.: *"Modern railway track"*. MRT Productions. Duisburg, 1989.

García Lomas y Cossío, J.M.: *"Tratado de explotación de ferrocarriles. Tomo I. La vía"*. Edix, S.A. 1965

López Pita, A.: *"Infraestructuras ferroviarias"*

Losada M. *Curso de Ferrocarriles, Cuadernos I, II, III, IV y V*. Servicio de Publicaciones

Melis Maynar, M.: *"Apuntes de introducción a la dinámica vertical de la vía y a las señales digitales en ferrocarriles"*, con 151 programas en Matlab, Simulink, Visual C++, Visual Basic y Excel. 2008

Melis Maynar, M.; González Fernández, F.J.: *"Ferrocarriles metropolitanos. Tranvías, metros ligeros y metros convencionales"*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección seinor 29. 2002

Oliveros Rives, F.; López Pita, A.; Megía Puente, M.: *"Tratado de ferrocarriles I. Vía"*. 1977

Oliveros Rives, F.; Rodríguez Méndez, M.; Megía Puente, M.: *"Tratado de ferrocarriles II. Ingeniería civil e instalaciones"*. 1980

Profillidis, V.: *"La voie ferree et sa fondation modelisation mathematique"*. Tesis Doctoral. 1983

Bibliografía complementaria:

González Fernández, F. Javier (2010). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado.* FC Editorial (4ª Edición)

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Transportes.

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 y 2 3 h			Estudio tema 1 4 h 15 min			7 h 15 min
2	Tema 2 1 h	Tema 2 2 h		Estudio tema 2 4 h 15 min			7 h 15 min
3	Tema 3 2 h	Tema 2 1 h		Estudio temas 2 y 3 4 h15 min			7 h 15 min
4	Tema 4 1 h 25 min	Tema 4 1 h		Estudio tema 3 preparación control 5 h 15 min	Control 35 min		8 h 15 min
5	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h15 min			7 h 15 min
6	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio temas 4 y 5 4 h 15 min			7 h 15 min
7	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h 15 min			7 h 15 min
8	Tema 5 1 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 4 h 15 min			7 h 15 min
9	Tema 6 2 h			Preparación control 6 h 15 min	Control 1 h		9 h 15 min
10	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h 15 min			7 h 15 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 7 3 h			Estudio temas 6 y 7 4 h 15 min			7 h 15 min
12	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 4 h 15 min			7 h 15 min
13	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Estudio tema 8. 4 h 15 min			7 h 15
14	Temas 9 1 h	Tema 8 y 9 2 h		Estudio tema 8 y 9 4 h 15 min			7 h 15 min
15	Tema 9 2 h			Estudio tema 9 preparación control 6 h 15 min	Control 1 h		9 h 15 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 1 h 45 min		7 h 45 min
Horas	**29 h 25 min**	**13 h**		**74 h 45 min**	**4 h 20 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

Opción: Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras

Dirección y Gestión Integrada de Proyectos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000417	4,5	Optativa	Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras	Español

Nombre en inglés	Project Management
Materia	Opción Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción.
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Tercer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Fernando Rodríguez López	Pte.	Todos	L (8 -14)	Aula Dragados	*fernando.rodriguezl@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.

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.
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.
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).
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.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de 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.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.
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.
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	Domina las técnicas de gestión de calidad, plazos y costes de la Ingeniería que le permiten gestionar los proyectos.	CGP1, CT5
RA2	Aprecia y analiza la incertidumbre de los proyectos y determina la estrategia para su consideración.	CGP2, CGP6, CE32, CE29

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA3	Conoce el marco legal en el que se desarrollan las actividades de la ingeniería de caminos, canales y puertos.	CGP3, CT2, CT4, CT5
RA4	Domina las técnicas de toma decisiones en los procesos y actividades en las que participa.	CGP1, CGP2 CE34
RA5	Conoce el sector en el que desarrolla las actividades un ingeniero de caminos, canales y puertos.	CGP3, CGP12, CE29
RA6	Interpreta los requisitos exigibles a las construcciones y los ajusta en función de las características del proyecto y su entorno, incluyendo la naturaleza y los aspectos sociales.	CGP2, CGP3, CGP6
RA7	Sabe desagregar un plan director en proyectos en función de las condiciones del entorno, del cliente y de la sociedad.	CGP12, CGP17
RA8	Domina los aspectos administrativos de la gestión de un proyecto de manera que es capaz de dirigirlo de forma individual	CGP3, CGP7, CT2, CGP17
RA9	Conoce la ordenación de los procesos en los que se desarrolla un proyecto, así como las funciones, competencias y responsabilidades de los que participan.	CGP3, CGP7, CT4, CGP17
RA10	Integra la prevención de riesgos laborales en los procesos competencia de los ingenieros de caminos, canales y puertos	CGP3, CGP17, CT6, CE32
RA11	Facilita la accesibilidad y el trabajo para todos en los procesos competencia de los ingenieros de caminos, canales y puertos.	CGP2, CE32, CE29
RA12	Domina todos los elementos necesarios para dirigir individualmente un proceso de la competencia del ingeniero de caminos, canales y puertos	CGP3, CT2
RA13	Organiza y gestiona los contratos necesarios en un proceso de competencia de los ingenieros de caminos, canales y puertos.	CGP7, CGP17
RA14	Domina los principios sostenibles y los aplica para asegurarlos en los procesos competencia de los ingenieros de caminos, canales y puertos.	CGP2, CT6, CE32, CGP15

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Sabe identificar los riesgos de un proyecto y establece la selección de los que precisan ser tratados.	RA1, RA2, RA15
IL2	Sí	Conoce el ciclo del proyecto y es capaz de actuar en cada etapa considerando el resto del proceso.	RA3, RA4, RA7, RA8, RA9
IL3	Sí	Plantea las necesidades de un proyecto para satisfacer sus objetivos y los procesos para su realización.	RA2, RA6, RA10, RA11

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL4	Sí	Diseña y dirige equipos precisos para llevar a cabo proyectos de ingeniería.	RA9, RA1, RA5, RA8, RA9, RA11, RA14
IL5	Sí	Dispone de capacidad para seleccionar alternativas y seleccionar la mejor o más adecuada teniendo en cuenta todos los factores influyentes.	RA7,RA11
IL6	Sí	Plantea las prestaciones de los proyectos para cumplir con los requisitos	RA6, RA10
IL7	No	Integra la innovación en los proyectos que participa con la destreza equivalente a los sistemas tradicionales.	RA1, RA8, RA2, RA6
IL8	No	Maneja los principios sostenibles y es capaz de que los procesos que dirige o gestione se adapten a los mismos	RA12, RA15

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. También se valorará la participación en clase hasta un máximo del 5 %.

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. Control al final de bloques temáticos **10%**

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

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

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 **40%**

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

PE4. Mediante Prácticas **100%**

Descripción: Se harán grupos de alumnos (5) que asistirán 8h/semana a prácticas reales en empresas de consultoría en la Dirección y Gestión de Proyectos. En la empresa existirá un tutor profesional que otorgará una primera nota que será del 60 % de la nota de la asignatura. Los alumnos deberán asistir a clases de la asignatura hasta un 85 % de las que se impartan, salvo fuerza mayor.

La segunda parte, será un estudio comparativo de la manera con que se actúa en la empresa donde cursa las prácticas y los contenidos teóricos impartidos en la clase.

Criterios de calificación: Es necesario asisitr al 85 % de las clases de la asignatura. La nota de prácticas de la empresa contribuye al 60 % de la nota y el estudio comparativo un 40 % de la nota.

Momento y lugar: En la primera semana de clase se organizarán los grupos a propuesta de los alumnos. El informe debe ser entregado antes de el examen final de la asignatura.

PE5. Examen final **40% o 80%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 1- 1,5 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 5 en el examen parcial. La realización de esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido 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 80% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 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 (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:

- Para los alumnos que hayan aprobado el examen parcial: PE1 (5%), PE2 (15%), PE3 (40%) y PE4 (40%), siempre que la calificación de PE4 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (5%), PE2 (15%) y PE4 (80%), 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.

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
Capítulo I. Generalidades sobre gestión de proyectos	
Concepto, funciones y responsabilidades de la Dirección Integrada de Proyectos (DIP) **1.1.** Necesidad, justificación, cualidades, etc. **1.2.** Funciones de un DIP. Modalidades. **1.3.** El contrato de la DIP. Responsabilidades. Equipo. **1.4.** El sector en España	IL4
El equipo de Dirección **1.5.** Estructuras y organización **1.6.** Liderazgo **1.7.** Funciones y atribuciones **1.8.** Orientación hacia objetivos	IL4
La competencia profesional en dirección y gestión de proyectos **1.9.** La competencia en la dirección y gestión de proyectos **1.10.** El PMI y el PMBOOK **1.11.** IPMA y el NCB **1.12.** Las competencias de conocimiento, de comportamiento y de contexto.	IL4
Tema 2. El sector de la construcción en España **2.1.** Cifras más significativas por sector **2.2.** Sistemas de financiación más frecuentes **2.3.** Parque de empresas constructoras, subcontratistas, consultoras, laboratorios, etc. **2.4.** La rehabilitación y reparación	IL4
Tema 3. Marco legal de la construcción **3.1.** Obras promovidas por la Administración y empresas públicas **3.2.** Obras promovidas por empresas privadas **3.3.** Urbanismo y ordenación de territorio **3.4.** Edificación	IL4, IL3
Capítulo II. Ciclo de vida de un proyecto de ingeniería civil	
Tema 4. Partes involucradas. Corporificación. **4.1.** Funciones y responsabilidades de cada agente **4.2.** Caso de obra promovida por la Administración **4.3.** Edificaciones. **4.4.** Gestión de la Corporificación.	IL4
Tema 5. Los requisitos de las construcciones **5.1.** Modelos de Códigos Técnicos **5.2.** Reglamento de productos de la Construcción **5.3.** Funcionales, esenciales, del urbanismo, contractuales y voluntarios, técnicos, de seguridad, etc. **5.4.** Exigencias y Prestaciones	IL4, IL6
Tema 6. La accesibilidad y el trabajo para todos	IL8, IL6, IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
6.1. El marco legal de la accesibilidad **6.2.** Ideas fuerza de la accesibilidad **6.3.** La accesibilidad en los proyectos de ingeniería	
Tema 7. Ciclo de vida y coste global de una construcción **7.1.** Etapas del ciclo de una construcción **7.2.** Funciones generales de cada etapa **7.3.** Influencia en el coste de la construcción	IL3, IL2, IL6
Tema 8. Planeamiento de infraestructuras y construcciones **8.1.** Elementos de un plan de infraestructuras. Plan Director. **8.2.** El urbanismo y el urbanismo. **8.3.** Trámites de los planes **8.4.** Desagregación de un plan en obras parciales **8.5.** Programa de un plan de infraestructuras	IL2, IL3
Tema 9. El programa de la operación. Gestión del alcance. **9.1.** Fijación de los objetivos de una obra. Contorno del proyecto. **9.2.** Programa de Necesidades. **9.3.** Análisis de trámites y elementos necesarios. **9.4.** Planificación del programa **9.5.** Planificación de la inversión. Viabilidad.	IL3, IL4, IL7
Tema 10. Gestión del diseño. Los estudios del entorno **10.1.** Fuentes de información disponibles **10.2.** Tipos de informes necesarios de índole legal **10.3.** Sistemas de contratación **10.4.** Costes aproximados **10.5.** Incertidumbres hacia la obra y los resultados	IL3, IL4, IL6
Tema 11. Gestión del diseño. La funcionalidad de un proyecto **11.1.** El programa de necesidades del proyecto. **11.2.** El layout de un proyecto. **11.3.** La ingeniería de valor. **11.4.** Los costes de explotación.	IL4
Tema 12. Gestión del diseño. El estudio previo de alternativas y anteproyecto **12.1.** La generación de alternativas. **12.2.** Los criterios de selección **12.3.** La comparación de soluciones **12.4.** Justificación técnica, costes y plazos	IL4, IL5
Tema 13. El proyecto de obras **13.1.** El Proyecto de licitación. Contenido y organización. **13.2.** Las posibles variantes de licitación. **13.3.** La desagregación del proyecto EDP **13.4.** Agentes intervinientes en el proceso.	IL4
Tema 14. La ejecución de una obra	IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
14.1. Organización de la obra. Planificación tipo de un obra. Agentes intervinientes. Los facultativos. **14.2.** Organigrama común de una constructora **14.3.** Obras con varias constructoras. Obras por lotes **14.4.** Campamentos. El arranque de una obra.	
Tema 15. La recepción de obras **15.1.** Los agentes intervinientes **15.2.** El acta de recepción en una obra pública y obra privada **15.3.** Los repasos y las reservas **15.4.** Las responsabilidades y garantías	IL4
Tema 16. La explotación de las construcciones **16.1.** La información para la explotación. La vida útil. **16.2.** Los sistemas del proyecto en la explotación. **16.3.** El uso, el mantenimiento y la explotación. **16.4.** Los planes de autoprotección. La vigilancia medioambiental.	IL4, IL2
Capítulo III. Gestión de una obra de construcción.	
Tema 17. La gestión administrativa de un proyecto privado. Gestión de las Licencias. **17.1.** Marco Administrativo y requisitos de un proyecto **17.2.** Trámites del proyecto **17.3.** Gestión de los requeridos **17.4.** Las sanciones administrativas	IL2, IL4
Tema 18. La gestión administrativa de un proyecto público **18.1.** El ciclo de un proyecto para las AAPP **18.2.** La regulación del proyecto **18.3.** La gestión documental de un proyecto público **18.4.** La gestión de las modificaciones y cambios **18.5.** La liquidación del proyecto	IL2, IL4, IL8
Tema 19. La gestión de los riesgos y oportunidades **19.1.** Concepto de riesgo y oportunidad **19.2.** La incertidumbre en un proyecto. Fuentes de riesgos en los procesos de construcción. La ISO 31000. **19.3.** El proceso de definición y análisis de riesgos y oportunidades. **19.4.** El método de Montecarlo.	IL1, IL3, IL7
Tema 20. La gestión medioambiental **20.1.** Las exigencias medioambientales **20.2.** Los riesgos medioambientales. UNE EN 150008 **20.3.** El proyecto medioambiental **20.4.** La vigilancia medioambiental y las garantías ambientales	IL8
Tema 21. La gestión de la calidad y las prestaciones **21.1.** El plan de aseguramiento de la calidad **21.2.** La gestión de la calidad **21.3.** La gestión documental y los registros de la calidad **21.4.** Las No conformidades y las acciones correctoras	IL4
	IL8

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 22. La gestión de la sostenibilidad **22.1.** Los pilares y principios de la sostenibilidad **22.2.** La economía para la sociedad **22.3.** La integración social de la construcción **22.4.** Las herramientas y sellos de sostenibilidad	
Tema 23. La gestión de la seguridad y salud **23.1.** Los principios de la prevención **23.2.** Los planes de prevención de las empresas **23.3.** La coordinación de la seguridad y salud y el estudio de seguridad y salud **23.4.** El libro de incidencias. La gestión de los accidentes. Las sanciones administrativas	IL2, IL8
Tema 24. La gestión de los plazos **24.1.** Los plazos y su vínculo con el coste y la calidad **24.2.** El trámite del proyecto y los plazos **24.3.** La estimación de plazos en el ciclo de un proyecto **24.4.** Técnicas de programación	IL4
Tema 25. La gestión de los costes **25.1.** Los costes y su vínculo con el plazo y la calidad **25.2.** El trámite del proyecto y los costes **25.3.** La estimación de costes en el ciclo de un proyecto **25.4.** Técnicas presupuestarias	IL4
Tema 26. La gestión documental **26.1.** Los documentos en un proyecto **26.2.** El flujo documental en tiempo útil. Organización. **26.3.** Los informes de la DIP **26.4.** La documentación “as built”.	IL4
Tema 27. Compras. La petición de oferta de equipos de diseño **27.1.** La información para la oferta **27.2.** Los requisitos administrativos, económicos y financieros **27.3.** Los requisitos técnicos **27.4.** La mejor oferta. El cumplimiento de la oferta. **27.5.** Responsabilidades y garantías. **27.6.** La propiedad intelectual.	IL5, IL4
Tema 28. Compras. Los contratos de consultores **28.1.** La ordenación, las funciones y responsabilidades **28.2.** El contrato de consultoría **28.3.** El cumplimiento del contrato. El desestimiento y la resolución **28.4.** Las responsabilidades y garantías	IL5, IL4
Tema 29. Compras. La petición de oferta de constructores **29.1.** La información para la oferta **29.2.** Los requisitos administrativos, económicos, técnicos y financieros **29.3.** La mejor oferta. El cumplimiento de la oferta **29.4.** La prevención de riesgos económico/técnicos	IL5, IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 30. Compras. Los contratos de obra **30.1.** La ordenación, las funciones y responsabilidades **30.2.** El contrato de obras. **30.3.** El cumplimiento del contrato, el desestimiento y la resolución **30.4.** Las responsabilidades y garantías. La recepción.	IL5, IL4
Tema 31. Compras. La gestión de compras durante la construcción. **31.1.** Sistemas de organización del contratista. **31.2.** Las obligaciones derivadas frente al subcontratista **31.3.** Los contratos de subcontratistas **31.4.** La aceptación y coordinación de los procesos	IL5, IL4
Tema 32. Gestión del Post venta. La responsabilidad en un proceso de construcción. **32.1.** Las reclamaciones y el post venta **32.2.** Responsabilidad civil contractual y extracontractual y daños **32.3.** Responsabilidad administrativa y penal. **32.4.** Los seguros en construcción	IL5, IL4, IL2

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 compresión 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:

PROYECTOS. Ignacio Morilla Abad. 2001.

Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Tercera Edición. Project Management Institute, 2004.

DIRECCION INTEGRADA DE PROYECTOS. DIP. Rafael de Heredia 1998.

CURSO DE GESTION DE PROYECTOS. Manual del alumno. Cano, JL; Rebollar, R.; Saenz

NCB Bases para la competencia en Dirección de Proyectos. IPMA. AEIPRO.

UNE EN 31010 Gestión del Riesgo. Técnicas de apreciación del riesgo. Mayo 2011.

GESTION INTEGRADA DE PROYECTOS. Marcos Serer Figueroa. 2001.

UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.

Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público sustituyendo a la Ley 30/2007 que está derogada por dicho RD 3/2011.

LEY 31/99 de ordenación de la edificación y el CTE (Decreto 314/2005)

Teoría General del Proyecto II. Ingeniería de Proyectos. Manuel De Cos. 1997

Bibliografía complementaria:

LA EJECUCION DEL CONTRATO DE OBRA PÚBLICA. Rafael Juristo Sánchez. 1983.

CICCP. CUADERNOS PROFESIONALES. Aspectos a considerar en la redacción de estudios y proyectos de obras civiles.

UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.

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.

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.

Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre **las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.**

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

AULA DRAGADOS

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 y 3 3 h			Estudio tema 1 y 2 4 h			7 h
2	Tema 4 y 5 3 h			Estudio tema 2 y 3 4 h			7 h
3	Tema 6 y 7 3 h			Estudio tema 5 y 6 y preparación control 5 h 30 min	Control 30 min		9 h
4	Tema 8, 9 y 10 3 h			Estudio tema 7 y 8 4 h			7 h
5	Tema 11 y 12 2 h	Tema 11 1 h		Estudio tema 9 y 10 4 h			7 h
6	Tema 13 y 14 3 h			Estudio tema 11 y 12 4 h			7 h
7	Tema 15 y 16 3 h			Estudio tema 13 y 14 5 h			8 h
8	Tema 17 y 18 3 h			Estudio tema 15, 16 y 17 5 h			8 h
9	Tema 19 y 20 2 h			Preparación control intermedio 5 h	Control intermedio 1 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
10	Tema 21 y 22 2 h	Tema 19 1 h		Estudio tema 21 y 22 3 h 30 min			6 h 30 min
11	Tema 23 y 24 2 h	Tema 21 1 h		Estudio tema 17 a 20 3 h 30 min			6 h 30 min
12	Tema 25 y 26 2 h	Tema 22 1 h		Estudio tema 21 y 22 3 h 30 min			6 h 30 min
13	Tema 27 y 28 2 h	Tema 26 1 h		Estudio tema 23 y 24. 3 h 30 min			6 h 30 min
14	Tema 29, 30 y 31 2 h	Tema 27 1 h		Estudio tema 26 y 26 y preparación control 5 h	Control 30 min		8 h 30 min
15	Tema 32 1 h	Tema 30 y 31 2 h		Estudio tema 27 y 28 3 h 30 min			6 h 30 min
16	Tema 33 y 34 2 h	Tema 29 1 h		3 h 30 min			6 h 30 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 5 h	Examen final 4 h		9 h
Horas	**38 h**	**9 h**		**71 h 30 min**	**6 h**		**124 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

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

Metodologías BIM de proyecto para la construcción inteligente

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000468	4.5	Optativo	Gestión y Financiación	Español

Nombre en inglés	Smart construction: BIM
Materia	Metodologías de construcción inteligente para proyectos: BIM
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción/ Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	*http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/imt/Expresion_grafica/UD_EG_BIM.html*
Periodo impartición	Tercer semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Marcos García Alberti	Pte.	Todos	L 10:00-12:00 J 9:30-11:30	Seminarios 2ª P	*marcos.garcia@upm.es*
Antonio Arcos Álvarez	Secr.	Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*antonio.arcos@upm.es*
Salvador Senent Domínguez	Vocal	Todos	M 9:30-11:30 J 9:30-13:30	Seminarios 2ª P	*s.senent@upm.es*
Tomás Ripa Alonso		Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*tomas.ripa@upm.es*
Miguel Fernández Centeno		Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*miguelangel.fernandez@upm.es*
Noelia Ruano Paniagua		Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*noelia.ruano.paniagua@upm.es*
Ángela Moreno Bazán		Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*angela.moreno@upm.es*
Jesús Mª Alonso Trigueros		Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*chus.alonso@upm.es*
Miguel Núñez		Todos	M y J 8:30-11:30	Seminarios 2ª P	*miguel.nunezf@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:

Conocimientos de informática y CAD

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.

Código	Competencia
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.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de 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.
CT101	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente
CT104	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5º de la Normativa UPM.
CT107	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 3º de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Identificar la problemática particular de realizar un proyecto y la completa definición del mismo.	CGP12, CE32, CE34
RA2	Entender el nuevo panorama profesional del proyecto que se está vertebrando en la actualidad y que en lo sucesivo marcará el nuevo marco de actividad laboral de la construcción y de la ingeniería civil.	CGP12, CE32, CE34
RA3	Emplear nuevos lenguajes y tecnologías de trabajo colaborativo para la planificación, diseño y gestión de proyectos de construcción.	CT101, CT107
RA4	Planificar, organizar y dirigir la ejecución de obras de construcción, así como de su mantenimiento	CGP7, CGP12, CE30
RA5	Comprender y solucionar problemas de gran complejidad derivados de los nuevos paradigmas de demanda a los profesionales de la ingeniería civil	CGP12, CE23, CE32, CT104
RA6	Emplear herramientas de control y edición de la información en la red de interés para la ingeniería civil	CGP12, CE23, CE30, CE32, CT104
RA7	Estructurar procedimientos, técnicas y estrategias competitivas para el acceso al encargo profesional.	CGP12, CE30, CE32, CE34, CT101, CT104, CT107
RA8	Capacidad de intercambio y de interconexión con estructuras de trabajo internacional a partir de las herramientas de la metodología conocida como *Building Information Modelling* (BIM)	CE30, CT104, CT107

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Comprende y conoce el contenido de un Proyecto de Construcción de Ingeniería Civil.	RA1, RA2,
IL2	Sí	Reconoce y es capaz de utilizar adecuadamente la terminología BIM	RA3
IL3	Sí	Selecciona y controla los procedimientos constructivos adecuados a las características de cada obra, con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA1, RA2, RA3, RA4
IL4	Sí	Aplica la metodología BIM para la realización del Proyecto de Construcción.	RA5, RA6
IL5	Sí	Conoce y utiliza el software adecuado para cada necesidad del proyecto.	RA5, RA6, RA8
IL6	Sí	Aplica las técnicas de organización, medición, valoración de obras, control de calidad y costos con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA3, RA4, RA5
IL7	Sí	Planifica, organiza y dirige la ejecución de obras de construcción, así como de su mantenimiento con autonomía, acierto, rigor lógico y método científico.	RA3, RA4, RA5
IL8	Sí	Conoce y utiliza las nuevas tecnologías para el intercambio de datos en la Ingeniería Civil.	RA6, RA8

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. Prácticas y ejercicios de clase **10%**

Descripción. Para evaluar el seguimiento de la asignatura, se propondrán al final de algunas sesiones ejercicios relacionados cada temática de forma individual o por grupos de ejercicios.

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10 cada uno de los ejercicios, dependiendo del grado de participación y de la calidad en la realización de los ejercicios propuestos.

Momento y lugar. Los ejercicios de clase se resolverán al final de cada sesión y se entregarán en el tiempo y forma que proponga el profesor.

PE2. Controles intermedios **30%**

Descripción. Para evaluar el seguimiento de la asignatura, se realizarán dos entregas intermedias (E1 y E2), de un proyecto de construcción utilizando metodología BIM.

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10 cada uno de las entregas, dependiendo del grado de participación y de la calidad en la realización de los trabajos.

Momento y lugar. Se reservará, en el horario de clase, el tiempo necesario para las exposiciones.

PE3. Examen final **60%**

Descripción. Consistirá en un ejercicio de modelado y gestión BIM de un proyecto de Ingeniería Civil a desarrollar por el alumno de forma individual.
En caso de haber obtenido notas superiores a 3,0 en las entregas parciales, el examen final se podrá sustituir por una entrega final (EF) de un proyecto de construcción utilizando la metodología BIM.

Criterios de calificación. El examen final se puntuará de 0 a 10.

Momento y lugar. El examen se realizará en el laboratorio de CAD-BIM en el momento 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

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua.

La calificación final será la obtenida de la calificación de cada prueba de evaluación, ponderada por su correspondiente peso. No obstante se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La nota mínima en cada control intermedio para optar a la calificación por evaluación continua será de 3 puntos.
- Los alumnos que tengan nota igual o superior a 3 puntos en las entregas E1 y E2, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (10%), E1 (10%), E2 (20%), EF o PE3 (60%).
- Los alumnos que no tengan nota igual o superior a 3 puntos tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (10%), PE3 (90%).

Para superar la asignatura se deberá alcanzar una nota final igual o superior a 5 sobre 10. No obstante, la calificación final de los alumnos no será inferior a la que hubiesen obtenido de aplicar los criterios de solo prueba final.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Los exámenes finales ordinario y extraordinario coinciden con el examen final de evaluación continua.

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10.

Momento y lugar. El examen se realizará en el laboratorio de CAD-BIM en el momento que determine la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "solo prueba final"

La calificación final de la asignatura será la puntuación obtenida en el examen final.

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

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción a la metodología BIM de gestión de Proyectos **1.1.** Concepto de BIM (*Building information Modelling*) **1.2**. Diccionario BIM **1.2.** Implantación actual de la metodología BIM **1.3.** Ventajas e inconvenientes de la metodología BIM **1.4.** Revisión del software BIM y sus aplicaciones	IL2, IL3
Tema 2. Aspectos generales del Proyecto de Construcción **2.1.** Aspectos generales y organización de las diferentes etapas de la planificación, construcción y explotación de obras **2.2.** El Proyecto de Construcción tradicional **2.3.** Metodologías clásicas de Gestión de Proyectos **2.4.** Los agentes intervinientes. Funciones y responsabilidades. **2.5.** Tipos de proyectos, características de cada uno de ellos **2.6.** Análisis de los componentes de cada tipo de proyecto **2.7.** Revisión previa del proyecto de construcción y coherencia documental	IL1
Tema 3. Modelado Estructural en BIM (Revit) **3.1.** Plantilla del proyecto, ubicación **3.2.** Modelado. Elementos del modelo: categorización, referencia y vista. **3.3.** Modelo Geométrico y modelo analítico **3.4.**Mediciones y documentación: Tablas de planificación, cantidades y fases **3.5**. Detección de conflictos **3.6.** Trabajo colaborativo	IL4,IL5

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 4. Modelado de Obras Lineales en BIM (*Civil 3D, OpenRoads*) **4.1.** Explanaciones: Trabajo con superficies, optimización de volúmenes de desmonte y terraplén **4.2.** Obras lineales: Concepto de alineación, perfil longitudinal y ensamblaje **4.3.** Cubicación: Perfiles transversales, tablas de volúmenes e informes **4.4.** Drenaje: Rutas de Caudal y cuencas vertientes **4.5.** Visibilidad y Recorrido virtual	IL4,IL5
Tema 5. Presupuestos y Certificaciones **5.1.** Mediciones de modelos BIM **5.2.** Presupuesto **5.3.** Software complementario (Presto) **5.4.** Informes	IL6, IL7
Tema 6. Gestión BIM I **6.1.** El proyecto colaborativo. Trabajo en red **6.2.** Modalidades y métodos **6.3.** Gestión de los modelos. Modelo federado (Navisworks) **6.4.** Detección de Interferencias (Navisworks) **6.5.** Planificación: Timeliner y simulaciones (Navisworks) **6.6.** Interacción con programas de seguimiento de obra y control de ejecución	IL7,IL8
Tema 7. Gestión BIM II **7.1.** Gestión de documentación y comunicaciones. **7.2.** Flujos de trabajo. **7.3.** Transmitals **7.4.** Control de Revisiones y versiones **7.5.** Coordinación **7.6**. Roles BIM	IL8
Tema 8. Conservación y explotación de infraestructuras **8.1.** Conceptos generales. Beneficios e impactos de la conservación. **8.2.** Innovaciones y nuevas tecnologías en actividades de conservación y explotación de carreteras.	IL1, L2, IL4, L5, IL6, IL8

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 diferentes temas, 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 del contenido de los temas 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 de los correspondientes temas serán cuidados con el máximo detalle.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Las prácticas en laboratorio informático constarán de una breve explicación del profesor de prácticas para la posterior resolución de un problema semejante a los de la vida profesional.

Trabajos autónomos:

El estudiante deberá examinar en profundidad los problemas resueltos en clase para ubicarlos en su contexto adecuado, y para constatar reflexivamente el pleno soporte lógico y metodológico que el modelo 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.

Trabajos en grupo:

Se estimará durante el curso la realización de trabajos en equipo con ayuda del profesor. Servirán para la nota del E1, E2 y EF.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

BIM Project Execution Planning Guide by *CIC Research Group, Department of Architectural Engineering,The Pennsylvania State University*
LEVEL DEVELOPMENT SPECIFICATION October 19, 2016. BIMFORUM. AIA. AGC of America..
Métodos de planificación y control de obras.
Aldo Mattos; Fernando Valderrama, 2014. Ed. Reverté.
BIM. Diseño y gestión de la construcción
Antonio Manuel Reyes Rodriguez; Pablo Cordero , 2016. Ed. Anaya.

Recursos Web:

http://www.esbim.es/es-bim/

moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/

www.upm.es/institucional/UPM/Biblioteca/RecursosInformacion

Equipamiento específico:

Laboratorio CAD-BIM. Se cuenta con licencias Autodesk y Bentley

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
1	Tema 1 2h 10 min	Tema 1 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
2	Tema 2 2h 10 min	Tema 2 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
3	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
4	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
5	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
6	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1h 05 min	Tema 3 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
7	Tema 4 1h 05 min			Preparación Exposición 5 h	Exposición 2 h		7 h
8	Tema 4 1h 05 min	Tema 4 1h 05 min	Tema 4 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
9	Tema 4 1h 05 min	Tema 4 1h 05 min	Tema 4 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
10	Tema 4 1h 05 min			Preparación Exposición 5 h	Exposición 2 h		7 h
11	Tema 4	Tema 4	Tema 4	Estudio personal			6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
	1h 05 min	1h 05 min	1 h 05 min	3 h 30 min			45 min
12	Tema 5 1h 05 min	Tema 5 1h 05 min	Tema 5 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
13	Tema 6 1h 05 min	Tema 6 1h 05 min	Tema 6 1 h 05 min	Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
14	Tema 7 y 8 2h 10 min	Tema 7 y 8 1 h 05 min		Estudio personal 3 h 30 min			6 h 45 min
15	Exposición Casos Prácticos			Preparación Exposición 5 h	Exposición 2 h		7 h
Hasta el examen				Preparación examen final 8 h	Examen final 4 h		12 h
Horas	**17 h 10 min**	**13 h**	**9 h 50 min**	**64 h**	**10 h**		**114 h**

NOTAS:

1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.
2. Las clases de laboratorio informático se realizarán en grupos pequeños.

Evaluación Económica y Social de Inversiones

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000419	4,5	Optativa	Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras	Español

Nombre en inglés	Economic and social appraisal of public works investment
Materia	Opción Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras
Departamento	Ingeniería civil: transportes
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Tercer semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José Manuel Vassallo Magro	Pte.	Todos	L (8.30-11.30) M (8.30-11.30)	TRANSyT	*josemanuel.vassallo@upm.es*
Juan Gómez Sánchez	Secr.	Todos	L (9.30-12.30) M (9.30-12.30)	TRANSyT	*juan.gomez.sanchez@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:

Economía, Sistemas de Transportes

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos básicos de ingeniería civil y economía.

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. Capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los posibles problemas durante su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadoras, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medioambiente.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
CE30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
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.
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de normativa europea e internacional.
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 los instrumentos fundamentales de la evaluación del proyectos: análisis coste-beneficio, métodos de evaluación multicrierio, análisis de sensibilidad, evaluación ambiental.	CGP2, CGP3, CGP12, CE30, CE32, CE33, CE40, CT5, CT8
RA2	Conoce los principios fundamentales del desarrollo sostenible (económico, social, ambiental) para la correcta evaluación de inversiones en ingeniería civil.	CGP2, CGP3, CGP12, CE30, CE32, CE33, CE40, CT5, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Entiende los conceptos de beneficio económico y social, y los distingue de los conceptos de beneficio y coste privados.	RA1
IL2	Sí	Entiende las limitaciones del análisis coste-beneficio y la necesidad de contar con otros instrumentos de evaluación social de inversiones.	RA1
IL3	Sí	Sabe distinguir impactos cuantificables en términos monetarios de impactos que deben ser evaluados cualitativamente.	RA1
IL4	Sí	Sabe utilizar las herramientas para la toma de decisiones (métodos multicriterio) con base en varios criterios independientes.	RA1
IL5	Sí	Entiende y sabe aplicar el concepto de incertidumbre y riesgo en la evaluación de inversiones.	RA1
IL6	Sí	Sabe aplicar los conocimientos de evaluación de inversiones a casos prácticos de proyectos de ingeniería civil.	RA1
IL7	Sí	Sabe llevar a cabo un estudio de impacto ambiental.	RA1, RA2
IL8	Sí	Entiende los tres principios básicos de la sostenibilidad.	RA2
IL9	No	Entiende el concepto de sostenibilidad social y sabe identificar algunos de sus aspectos.	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. Asistencia y participación en clase **15%**

Descripción: Consiste en evaluar por una parte, la asistencia; y, por otra, el grado y la calidad de la participación del alumno en clases magistrales, prácticas y en conferencias de invitados.

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. Ejercicios de clase **25%**

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. Examen parcial **35%**

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico relacionado con los cuatro primeros temas de la asignatura. La duración será de 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.

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

Momento y lugar: En la semana 9 o cuando se hayan impartido los cuatro primeros temas.

PE4. Examen final **35% o 70%**

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 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 5 en el examen parcial. La realización de esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido 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 70% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 35%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. 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:

- Para los alumnos que hayan aprobado el examen parcial: PE1 (15%), PE2 (25%), PE3 (35%) y PE4 (35%), siempre que la calificación de PE4 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (15%), PE2 (25%) y PE4 (70%), siempre que la calificación de PE4 no sea inferior a 3,5.
- Para todos los alumnos, la calificación que hubiera 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.

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. Introducción a la asignatura	IL1
Tema 2. Principios de microeconomía para la evaluación de inversiones	IL1
2.1. Concepto de coste social y privado	
2.2. La oferta y la demanda	
2.3. Valor y precio: el excedente del consumidor	
Tema 3. Análisis coste-beneficio (ACB)	IL1
3.1. Fortalezas y debilidades del ACB	IL2
3.2. Agregación intertemporal: la tasa social de descuento	IL3
3.3. Criterios de rentabilidad (VAN, TIR, etc.)	
3.4. Costes y beneficios en proyectos de ingeniería civil	IL6
3.5. Resolución de ejercicios prácticos	
Tema 4. Otros impactos económicos (*wider economic impacts*)	IL2
4.1. Efectos macroeconómicos en el corto plazo	
4.2. Efectos sectoriales (tablas input – output)	
4.3. Resolución de ejercicios prácticos con tablas input-output	
4.4. Efectos en las finanzas públicas	
4.5. Efectos macroeconómicos en el largo plazo	
Tema 5. Impactos en el medioambiente	IL2
5.1. Normativa y reglamentación Europea	
5.2. La evaluación ambiental estratégica	IL7
5.3. Estudio de impacto ambiental	IL8
5.4. Evaluación de impacto ambiental	
5.5. Cambio climático medidas para mitigación y adaptación	
Tema 6. Impactos sociales de las inversiones	IL3
6.1. Impactos en la equidad social / poblaciones en riesgo de exclusión social	IL6
6.2. Impactos en el empleo / normas ILO	IL9
6.3. Responsabilidad social corporativa	
6.4. La participación ciudadana en la toma de decisiones	
6.5. Relaciones con la sociedad civil: gestión de protestas / oposición a proyectos	
Tema 7. Sensibilidad y riesgo	IL5
7.1. Concepto de riesgo	
7.2. Herramientas para medir el riesgo	
7.3. El método de Montecarlo	
7.4. Ejercicios prácticos de sensibilidad y riesgo con software @risk	
Tema 8. Métodos multicriterio para la toma de decisiones	IL4
8.1. Principios generales de la evaluación multicriterio	IL6
8.2. Estimación de pesos o preferencias	
8.3. Métodos específicos (PATTERN / ELECTRE)	
8.4. Ejercicios prácticos	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 9. Herramientas para evaluar la sostenibilidad de proyectos	IL8
9.1. Concepto de sostenibilidad	IL9
9.2. Mecanismos para medir la sostenibilidad (*rating systems* y modelos)	
Tema 10. Desastres Naturales	
10.1. Tres etapas de la intervención: salvamento, reconstrucción y prevención	
10.2. Tipos de desastres y sus consecuencias	
10.3. Los acuerdos internacionales de Hyogo	

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 compresión 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:

Se realizarán alguna prácticas en grupos reducidos para resolver casos prácticos de análisis coste beneficio

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 realizarán trabajos específicos en grupo.

Sesiones profesionales:

Se invitará a profesionales que estén trabajando en el ámbito de la evaluación de inversiones, a que impartan sesiones de 2 horas 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:

Fontaine, E.R. (1999). *Evaluación social de proyectos*. Alfaomega-Ediciones Universidad Católica de Chile.

Nijkamp, P., Rietveld, P. and Voogd, H. (1990). *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*. North Holland, Amsterdam.

Bibliografía complementaria:

Arce, R. (2002). *La evaluación de impacto ambiental en la encrucijada*. Ecoiuris, Madrid.

Boardman, A.E. et al. (2001). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*. Prentice-Hall, Toronto.

CEDEX (2010). *Evaluación Económica de Proyectos de Transporte*. Ministerio de Fomento.

De Rus, G. (2001). *Análisis Coste-Beneficio*. Ariel Economía, Barcelona.

Finnerty, J.D (1996). Project Financing: Asset-based Financial Engineering. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Gómez-Ibáñez, J.A. (2003). *Regulating Infrastructure. Monopoly, Contracts, and Discretion*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Gramlich E. M. (1998). *A Guide to Benefit-Cost Analysis*. Waveland Press. Illinois.

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

Izquierdo, R. y Vassallo, J.M. (2005). *Nuevos sistemas de gestión y financiación de infraestructuras de transporte*. Colección SEINOR nº 35, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 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 o taller	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 y 2 3 h			Estudio temas 1 y 2 4 h			7 h
2	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
3	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
4			Prácticas Tema 3 3 h	Estudio tema 3 4 h			7 h
5			Prácticas Tema 3 3 h	Estudio tema 3 4 h			7 h
6	Tema 4 3 h			Estudio tema 4 4 h			7 h
7	Tema 5 1 h	Tema 4 2 h		Estudio temas 4 y 5 4 h			7 h
8	Tema 5 1 h			Estudio tema 5 4 h		S. Profesional 2 h	7 h
9	Tema 6 1 h			Preparación control intermedio 6 h	Control intermedio 2 h		9 h
10	Tema 6 1 h			Estudio tema 6 4 h		S. Profesional 2 h	7 h
11	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 4 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio o taller	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 8 2 h	Tema 7 1 h		Estudio tema 7 4 h			7 h
13	Tema 8 1 h	Tema 8 2 h		Estudio tema 8 4 h			7 h
14	Tema 9 1 h			Estudio tema 9 4 h		S. Profesional 2 h	7 h
15	Tema 10 2 h			Estudio personal y preparación del examen final 7 h			9 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 8 h 30 min	Examen final 4 h		12 h 30 min
Horas	**22 h**	**8 h**	**6 h**	**73 h 30 min**	**6 h**	**6 h**	**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.

Public-Private Partnerships in Infrastructure, Facilities and Utilities

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000418	4,5	Optional	Management and Financing Projects and Infrastructures	English

Name in Spanish	Las Colaboraciones Público-Privadas en Infraestructuras, Equipamientos y Servicios.
Subject	Option of Management and Financing Projects and Infrastructures
Department	Civil Engineering: Constructions.
Web page	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Third semester
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

NOTE. It can be taught in English, depending on the number of students and the availability of professors.

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Antonio López Corral	Chair	All	Mon (11-14) Tue (11-14)	Tower 6th	*alopezcorral@caminos.upm.es*
Juan Molina Millán	Secr.	All	Thur (11-14) Fri (11-14)	Tower 6th	*juan.molina@upm.es*
Antonio Sánchez Soliño	Member	All	Wed (17-20) Thur (17-20)	Tower 6th	*antonio.sanchezso@upm*.es
Vicente Alcaraz Carrillo de Albornoz	Member	All	Wed (17-20) Thur (17-20)	Tower 6th	*alcazazv@yahoo.com*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Other learning requirements:

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP1	Scientific, technical and methodological ability to the continuous use of previous knowledge and the practice of professional functions such as assessment, analysis, design, calculus, project, planning, direction, management, construction, maintenance, conservation and use of civil engineering fields.

Code	Competence
CGP6	Knowledge to make use of technical and management capacities in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area.
CGP17	Capacity to use business management techniques and labor law
CE33	Capacity of technical application of the knowledge in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area
CT2	Capacity to become autonomous and multi-skilled. Developing of the fifth crosscurricular competency of the Royal Decree.
CT3	Capacity to communicate, speaking and writing, in English. Developing of the first crosscurricular competency of the Royal Decree
CT7	Capacity to use the information and communication services in order to practice the functions of the graduate profile. Developing of the third crosscurricular competency of the Royal Decree.

1. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student knows the theoretical and methodological fundamentals as well as the legal bases of the different systems which allow the provision of the infrastructures, facilities and services, including the private participation, its management and financing.	CGP1, CGP6, CGP17, CE33, CT2 CT3,CT7

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	The student makes a correct use of the methodological tools for the economic analysis and the student is able to apply his legal knowledge to the provision, financing and management processes of the infrastructures, equipments and services.	SO1

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Attendance and exercises **40%**

Description: Attendance and participation during the lessons and resolution of the exercises or case studies which will be done during the lesson.

Evaluation criteria: Each exercise or case-study will be marked from 0 to 10. The score will be the average between all the exercises done during the course.

Place and period: The exercises or case studies can be propose, without any notice, during a lesson. In this case it will be solve at class.

EM2. Final exam **60%**

Description: The final exam will consist of a single exam, with a duration of 2 hours. It will consist of theoretical or applied questions.

Evaluation criteria: The final exam will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average between all the questions.

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

Result of the evaluation through "continuous assessment"

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight
The final score will be the weighted average of the results obtained in PE1 and PE2 according to the indicated weights. The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5. Although a student is following the evaluation through continuous assessment, the final mark will not be less than the one obtained at the final exam. Those students with a score less than 5 through "continuous assessment" in the ordinary examination will not pass the subject and will have another opportunity in the second period examination (extraordinary), with through "final exam" evaluation.	

7.2. Evaluation through "final exam only"

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

Evaluation criteria: The exam will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of the marks obtained in each exercise.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

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

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Conceptual issues and methods of Public- Private Partnership **1.1.** Introduction and overview **1.2.** The Public-Private Partnership model: strengths and weaknesses. **1.3.** The actors of the Public-Private Partnership model: administrations, Public Agencies developers, investors, contractors, financiers and users. **1.4.** Public-Private partnerships around the world.	AI1
Unit 2. Legal framework of the Public-Private Partnership Model. **2.1.** History **2.2.** Regulatory framework of the provision, financing and management of works and public services: public-private partnership models **2.3.** Regulatory framework for the private use of public domain for works and private services: payment of public works with public domain concessions **2.4.** Collaboration between administrations with responsibilities in the same project. **2.5.** Legal systems in the world. "Civil Law versus Common Law". "PFI versus Concessions"	AI1
Unit 3. Economic Bases **3.1.** Public works and economy: economic effects of the public works **3.2.** Investment in public works: use of Public-Private partnerships **3.3.** Effects on the public accounts of the provision of public works through Public-Private partnership **3.4.** The public works policy, economic policy and Public- Private Partnerships: past and present experiences **3.5.** The geographical setting and financial markets: the country risk and the role of multilateral agencies in emerging countries.	AI1
Unit 4. Public-Private Partnership project implementation: Administration's activity. **4.1.** Planning and preparation of projects to tender: viability studies.	AI1

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
4.2. Infrastructure needs in emerging countries. Public-Private Partnership as a vehicle to foreign investment. Institutional limitations. Institutional strengthening programs. **4.3.** Public information and the declaration of public utility of the projects. **4.4.** Design of tenders, tender and allocation of contracts: distribution and risk mitigation, selection of institutions contracts, user's payment and Administration's payments, parameters for monitoring the quality of provided services, reward and penalties and evaluation of tenders. Evaluation criteria. **4.5.** Monitoring of Public-Private Partnership contracts: privileges, rights and obligations of the grantor. The certified report. Awards and penalties. The sequestration of the concession. **4.6.** Extinction of Public-Private Partnerships: expiration, rescue and resolution. Patrimonial liability of the Administration. Step in rights clauses.	
Unit 5. Activity of the promoter investor **5.1.** The initiative of individuals **5.2.** The role of developer and investment companies in the Public-Private Partnership: forming consortia and preparing tenders. **5.3.** The construction and operation of projects: rights and obligations of the concessionaire. **5.**4. Public or Private ownership of the assets. **5.**5. Accounting and fiscal aspects of Public-Private Partnership: balance and income statement. **5**.6. The financing of Public-Private Partnership projects: own resources, subordinated loans, participative loans, bank debt, investment funds, financing in the capital markets, securitization of receivables accounts and mortgage of the concession. **5.**7. Changes in ownerships and asset turnovers. The legal traffic of Public-Private Partnerships.	AI1
Unit 6. Users **6.1.** Quality indicators, progress clause and users. **6.2.** The user as a client of the Public-Private Partnerships: demand risks, quality of the service and capacity to pay. **6.3**. Administration as a client of the Public-Private Partnerships: types of services provided by the private partner and public services.	AI1
Unit 7. Projects financing **7.1.** The financing of Public-Private Partnership projects: tools and funding conditions. **7.2.** Financing structuration. **7.**3. Creditors' rights: step in rights clauses.	AI1
Unit 8. Sectorial Public-Private Partnerships **8.1.** Transport infrastructures **8.2.** Social equipment **8.3.** Urban infrastructure **8.4.** Public service or public interest services **8.5.** Privatized services of public interest	AI1

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts necessary to understand the concepts of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop economic abilities of the student in the Civil Engineering field. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics taught.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at the resolution of exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and engineering practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in the future career. The teacher will first solve some exercises and case-studies to show the students how to work on their own later.

Laboratory classes:

There will not be laboratory classes

Independent work:

The student shall study the contents explained in theory lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies.

Group work:

There are not specific tasks for workgroups

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are detailed at the beginning of this guide for each teacher.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

López Corral, Antonio M. (2013): *"El modelo español de colaboraciones público privadas".* Fondo Multilateral de Inversiones. Banco Inter Americano de Desarrollo

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

Complementary bibliography:

It is recommended to have a look at the complementary bibliography mentioned in the basic bibliography.

Web resources:

Specific equipment:

Library of the School (ETSI Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 3 h			Study Unit 1 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Unit 2 3 h			Study Unit 1 and 2 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Unit 2 3 h			Study Unit 2 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Unit 3 3 h			Study Unit 3 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Unit 3 3 h			Study Units 3 4 h 45 min			7 h 45 min
6	Unit 4 3 h			Study Unit 4 4 h 45 min			7 h 45 min
7		Unit 4 3 h		Study Unit 4 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Unit 5 3 h			Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
9		Unit 5 3 h		Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
10							
11	Unit 6 3 h			Study Unit 6 4 h 45 min			7 h 45 min

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
12		Unit 6 3 h		Study Units 6 4 h 45 min			7 h 45 min
13	Unit 7 3 h			Study Unit 7 4 h 45 min			7 h 45 min
14		Unit 7 3 h		Study Unit 7 4 h 45 min			7 h 15 min
15	Unit 8 3 h			Study Unit 8 4 h 45 min			7 h 45 min
To the exam				Independent study and preparation of final exam 11 h	Final exam 2 h		13 h
Hours	**30 h**	**12 h**		**77 h 30 min**	**2 h**		**121 h 30 min**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.

Cuarto Semestre
Opción: Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales

Advanced Analysis and Design of Concrete Structures

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000390	4,5	Optional	Structures, Geotechnics, Construction and Materials	English

Name in Spanish	Análisis y Diseño Avanzado de Estructuras de Hormigón
Subject	Advanced Analysis and Design of Concrete Structures
Department	Continuum Mechanics and Structures Theory
Web page	*http://www.he-upm.com*
Semester	Fourth semester
Formación predoctoral	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

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Hugo Corres Peiretti	Chair	All	Thur, 16:00-20:00 Fri, 16:00-19:00	2nd Basement	*hcp@he-upm.com*
Javier León González	Member	All	Thur, 16:00-20:00 Fri, 16:00-20:00	2nd Basement	*jlg@he-upm.com*
Alejandro Pérez Caldentey	Member	All	Thur, 8:00-11:00 Fri, 18:00-20:00	2nd Basement	*apc@he-upm.com*
José Romo Martín	Member	All	Thur, 10:00-14:00 Fri, 18:00-20:00	2nd Basement	*jrm@he-upm.com*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Concrete and steel structures.

Other learning requirements:

Structural analysis. Computer Science.

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP11	Ability to design, execute and inspect structures (bridges, buildings, etc.), foundation works and civil underground structures (tunnels, park houses), and evaluate their structural integrity.
CE22	Knowledge and skills for structural analysis by the application of design methods and advanced structural analysis concepts for different structural typologies in civil engineering. Ability to evaluate structural integrity.
CE38	Ability to integrate and apply technical knowledge to all tasks related to assessment, maintenance, conservation, technical evaluation, exploitation, evaluation, planning, management and physical-mathematical modelling of different aspects that affect infrastructures.
CT8	Ability to design, analyse and understand relevant experiments in civil engineering.
CM45	Understanding and assumption of the uncertainty, risk and opportunity principles in the application of civil engineering models and methods.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	Knowledge of the nonlinear behaviour of concrete structures based on the interpretation of the experimental results available.	CGP11, CT8, CM45
SO2	Simulation of such behaviour by the process of nonlinear analysis both for ultimate and for serviceability states.	CGP11, CE22, CE38, CM21.1, CM45

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Correctly studies and develops the moment-curvature diagram of a reinforced concrete section.	SO1, SO2
AI2	Yes	Correctly develops the instant nonlinear mechanical analysis of a reinforced concrete structure.	SO1, SO2
AI3	Yes	Correctly studies the behaviour of slender reinforced concrete supports considering the second order effects.	SO1, SO2
AI4	Yes	Correctly studies the behaviour of structures in seismic areas.	SO1, SO2
AI5	Yes	Correctly calculates the stress variations in concrete and steel that are produced due to creep and shrinkage.	SO1, SO2
AI6	Yes	Correctly understands and calculates the fire behaviour of concrete structures.	SO1, SO2
AI7	Yes	Correctly understands and calculates the behaviour of fiber reinforced concrete.	SO1, SO2
AI8	Yes	Correctly understands and applies the strut and tie method.	SO1, SO2
AI9	Yes	Correctly understands and calculates the behaviour of prestressed structures.	SO1, SO2

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

PE1. Quizzes	
PE2. First exam	**50%**
PE3. Second exam	**50%**

Description: Consists of two exams (PE2 and PE3), each one will have theoretical questions and practical exercises. In addition there will be four short in-class quizzes (PE1.1 to PE1.4) that will be given after the theoretical classes in non-previously announced dates.

Evaluation criteria: Two short quizzes (PE1.1 and PE1.2) will take place before the First exam (PE2) and the other two quizzes (PE1.3 and PE1.4) will take place before the Second exam (PE3). The short quizzes will be scored from 0 to 10 points. The arithmetic mean of PE1.1 and PE1.2 will be divided by 10 and will be used to increase the score of the First exam (PE2) only if the score of PE2 is greater than 4. The arithmetic mean of PE1.3 and PE1.4 will be divided by 10 and will be used to increase the score of the Second exam (PE3) only if the score of PE3 is greater than 4.

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

Result of the evaluation through "continuous assessment"

The final score will be: The arithmetic mean of the scores in PE2 and PE3.

The subject will be passed if the final score of both PE2 and PE3 is equal or greater than 5.

Those students with a score less than 5 in any of the two exams (PE2 and PE3) will not pass the subject and will have another opportunity in the second period examination (extraordinary), which will have the same format as the evaluation through "final exam only".

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: Consists of a single exam, which will last from 3 to 4 hours. This exam will be formed by several theoretical and practical exercises related to any part of the contents of the subject.

Evaluation criteria: Each one of the exercises will be graded from 0 to 10 points. The final score will be the arithmetic mean of the scores obtained on each exercise.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

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

Those students with a score less than 5 will not pass the subject.

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Material nonlinear behaviour	AI1 AI2
1.1. Differences between behaviour, analysis and design criteria	
1.2. Experimental results and available criteria	
1.3. Constitutive equations. Moment-curvature diagrams	
1.4. Nonlinear analysis	
Unit 2. Slender elements	AI3
2.1. Material and geometric nonlinearity. General concepts	
2.2. Isolated columns	

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
2.3. Frame columns	
2.4. Slender bridge piers	
2.5. Practical examples	
Unit 3. Behaviour of structures in seismic areas	AI4
3.1. Seismic Design: Introduction	
3.2. Structural seismic behaviour	
3.3. Systems of One Degree of Freedom	
3.4. Ductility	
3.5. Shear design of Plastic Hinges Areas	
3.6. Seismic design of bridges	
3.7. Seismic design Worked Example	
Unit 4. SLS behaviour	AI5
4.1. Rheological effects-Linear sectional and structural analysis	
4.2. Imposed strains: nonlinear analysis	
4.3. Integral structures	
4.4. Example-Linear analysis	
4.5. Example-Integral structures	
Unit 5. Behaviour of structures subjected to fire	AI6
5.1. Introduction to fire curves. Fire design codes.	
5.2. Material behaviour. Concrete and steel.	
5.3. Sectional behaviour	
5.4. Behaviour of columns and Structures	
5.5. Practical exercises on fire analysis	
Unit 6. Fibre reinforced concrete	AI7
6.1. Types of fibres and their application	
6.2. Steel fibres: SLS and ULS	
6.3. Textile fibres	
Unit 7. Strut-and-tie method applied to structural elements	AI8
7.1. Introduction, Pile Caps and Footings	
7.2. Concentrated loads, Brackets and Nodes	
7.3. Bridge Diaphragms, Deviators.	
7.4. Worked example: Presstresed anchoring areas.	
7.5. Areas of introduction of prestress.	
Unit 8. Specific topics on prestressing	AI9
8.1. Shear design in prestressed structures	
8.2. External prestress	
8.3. Prestress' layouts in buildings and bridges	
8.4. Prestress in curved structures	

9. Description of teaching methodology

Theoretical lessons:

The professor will present and explain the necessary concepts to understand the objectives of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The professor will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics discussed.

Practical lessons:

Practical lessons will be aimed at the resolution of exercises and case-studies. Practical lessons are intended as a correlation between the content of theoretical lessons and engineering practice, in order for the students to achieve the ability of applying the acquired knowledge in their future career. The professor will first solve some exercises and case-studies to show the students how solve them on their own.

Laboratory classes:

No laboratory classes will be conducted in this course

Independent work:

The student shall study the contents explained in theoretical lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies.

Group work:

There are not any specific group works.

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are detailed at the beginning of this guide for each professor.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

CEN European I for Standarization (2004). EN 1992-1. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Ministerio de Fomento (2008). EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

Complementary bibliography:

CEN European I for Standarization (2004). EN 1998-1. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.

Pérez, A et al (2012) Serviceability design of columns of long jointless strucutres. Engineering structures. Volumen 44, pages 359-371

Calavera, J. (1984) Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón para edificios. Editado por INTEMAC, Madrid.

Leonhardt, F; Mönning, E (1985) Estructuras de Hormigón armado. Ed. El Ateneo, Buenos Aires.

Corres, H. (1980) Dimensionamiento de soportes esbeltos de sección constante de hormigón armado en estado límite de agotamiento o inestabilidad. Método de las curvaturas de referencia. Tesis Doctoral. ETSICCP UPM

León F. (1987) Comportamiento teórico y experimental en servicio y agotamiento de forjados unidireccionales de hormigón armado. Tesis Doctoral. ETSICCP UPM

Pérez A. (1996) Comportamiento en servicio del hormigón estructural: Estudio Teórico y Experimental. Tesis Doctoral. ETSICCP UPM

Web resources:

Web site of the subject (*www.he*-upm.com), virtual platform (MOODLE).

Specific equipment:

Library of the department of continuum mechanics and structure theory.

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 3 h			Study Unit 1 4 h			7 h
2	Unit 2 3 h			Study Unit 2 4 h			7 h
3	Unit 3 1 h 30 min	Unit 3 1 h 30 min		Study Unit 3 4 h	Special Practice 1 3 h		10 h
4	Unit 4 3 h			Study Unit 4 4 h			7 h
5	Unit 4 3 h	Unit 4 2 h		Study Units 3 and 4 4 h	Special Practice 2 5 h		12 h
6	Unit 5 3 h			Study Unit 5 4 h			7 h
7	Unit 5 3 h			Study Unit 5 4 h			7 h
8	Unit 6 3 h			Study Unit 6 4 h	Special Practice 3 3 h		10 h
9	Unit 7 3 h			Study Unit 7 4 h			7 h
10	Unit 7 1 h	Unit 7 2 h		Study Unit 7 4 h	Special Practice 4 2 h 30 min		9 h 30 min
11	Unit 8 3 h			Study Unit 8 4 h			7 h

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
12	Unit 8 3 h			Study Unit 8 4 h			7 h
13	Unit 8 2 h	Unit 8 1h		Study Unit 8 4 h			7 h
14	Unit 9 1 h 30 min	Unit 8 1 h 30 min		Study Unit 9 4 h			7 h
15	Unit 9 1 h 30 min	Unit 9 1 h 30 min		Study Unit 9 4 h	Special Practice 5 3 h		10 h
Hours	**35 h 30 min**	**9 h 30 min**		**60 h**	**16 h 30 min**		**121 h 30 min**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.

Conservación, Auscultación y Rehabilitación Estructural

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000398	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Structural conservation, auscultation and rehabilitation
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre
Formación predoctoral	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.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Hugo Corres Peiretti	Pte.	Todos	J (16-20) V (16-19)	Sótano 2	*hcp@he-upm.com*
Fco.Javier León González	Vocal	Todos	J (16-20) V (16-20)	Sótano 2	*jlg@he-upm.com*
Leonardo Todisco	Secr.			Lab.Estruc	*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:

Hormigón y estructuras metálicas, Construcción de estructuras de hormigón y acero. Materiales de construcción.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Análisis experimental de estructuras, Tipología estructural, Historia, arte y estética de la ingeniería civil. Física, Química. Resistencia de Materiales. Elasticidad y Plasticidad. Cálculo de Estructuras.

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar la construcción, en general, y las obras públicas, en particular.
CGP11	Capacidad para el proyecto, la ejecución y la 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.

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.
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conocimiento de los criterios de inspección y valoración del estado de las estructuras.	CGP11, CGP12, CE23, CT8, CM45
RA2	Conocimiento de los procedimientos de auscultación (toma de muestras, análisis de las mismas) y de monitorización en el tiempo. Pruebas de carga.	CE23, CT8, CM45
RA3	Conocimiento de los procedimientos de evaluación de la capacidad resistente y de la vida útil residual de construcciones existentes. Conocimiento de las técnicas de reparación y refuerzo estructurales, tanto desde el punto de vista de la durabilidad (prolongación de la vida útil) como desde el de la capacidad resistente por incremento de la misma.	CGP4, CE22, CE38, CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Concepto de la evolución de las prestaciones y las solicitaciones a lo largo del tiempo y las estrategias para su gestión.	RA1
IL2	Sí	Capacidad para identificar la tipología estructural y los mecanismos resistentes y de deterioro de una construcción existente, tanto de elementos estructurales como no estructurales.	RA1
IL3	Sí	Capacidad para identificar, cuando sea necesario, los aspectos objeto de auscultación y las técnicas necesarias para ello.	RA1, RA2
IL4	Sí	Capacidad para emitir dictamen acerca del nivel de seguridad y de la vida útil residual de una construcción existente.	RA2, RA3
IL5	Sí	Capacidad para proyectar la reparación y el refuerzo de una construcción existente, así como su plan de mantenimiento.	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. Ejercicios teórico-prácticos de la primera mitad del curso **50%**

Descripción: Consiste en la resolución individual de cuatro ejercicios de carácter teórico-práctico sobre la materia tratada en clase durante la primera mitad del curso.

Criterios de calificación: La calificación, sobre 10 puntos, será la media aritmética de los cuatro ejercicios. Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario haber obtenido al menos 5 puntos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

PE2. Ejercicios teórico-prácticos de la segunda mitad del curso **50%**

Descripción: Consiste en la resolución individual de cuatro ejercicios de carácter teórico-práctico sobre la materia tratada en clase durante la segunda mitad del curso. Los alumnos que no hubiesen obtenido al menos 5 puntos en la prueba PE1, realizarán adicionalmente otra prueba de carácter semejante a la PE1 (cuatro ejercicios).

Criterios de calificación: La calificación, sobre 10 puntos, será la media aritmética de los cuatro ejercicios. Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario haber obtenido al menos 5 puntos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la siguiente:

Si se obtuvo al menos un 5 en la prueba PE1, la calificación será la media de las notas PE1 y PE2. En caso contrario, la calificación será la media de los 4+4 ejercicios de la prueba PE2.

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: Consiste en un único examen cuya duración se estima será de unas 2 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación: La calificación del examen, sobre 10 puntos, será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen, con igual peso para los ejercicios de tipo teórico que los de tipo práctico.

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. Ingeniería de Mantenimiento de estructuras	IL1
1.1. Conceptos de conservación, auscultación y rehabilitación	
1.2. El ciclo vital de las construcciones	
1.3. Consideraciones acerca de las construcciones existentes: su auscultación y criterios de intervención.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. Sistemas de gestión de estructuras. Componentes **2.1.** Inventario de estructuras. Datos **2.2.** Inspecciones básicas **2.3.** Inspecciones principales **2.4.** Inspecciones especiales **2.5.** Criterios de valoración y toma de decisiones	IL1
Tema 3. Descripción de componentes estructurales. Tipologías y encuadre histórico. Identificación del esquema resistente de una construcción existente **3.1.** Elementos de cimentación: pilotes, encepados, zapatas, etc. **3.2.** Soportes y muros **3.3.** Vigas y losas **3.4** Arcos, bóvedas **3.5** Cables, tirantes	IL2
Tema 4 Planteamiento de las inspecciones principales **4.1** Catálogos de daños. Repaso de los mecanismos de deterioro **4.2** Medios de inspección (reglas comparadoras, endoscopios, plataformas, etc.) **4.3** Valoración del estado de las estructuras. **4.4** Interacción con el mantenimiento ordinario y el especializado	IL2
Tema 5. Planteamiento de las inspecciones especiales **5.1.** Objetivo: dictaminar la capacidad resistente y la vida útil residual **5.2.** Toma de muestras **5.3.** Ensayos complementarios (medida de espesores, recubrimientos, ultrasonidos, impacto-eco, esclerometría) **5.4.** Ensayos de laboratorio (carbonatación, contenido de cemento, composición química, contenido de cloruros, perfiles de contenido de cloruros, microscopía, etc.)	IL3
Tema 6. Determinación de la capacidad resistente y de la vida útil residual. **6.1.** Formatos de seguridad **6.2.** Modos de análisis (lineal, no lineal, plástico). **6.3.** Deducción de la vida útil residual	IL4
Tema 7. Pruebas de carga y monitorización **7.1.** Pruebas de carga en ELS y en ELU **7.2.** Dispositivos de auscultación para movimientos, temperaturas, etc. **7.3.** Monitorización en el tiempo y análisis de los resultados	IL5
Tema 8. Reparación de estructuras **8.1.** Mapas de daños **8.2.** Tipos de reparación (durabilidad, accidentes, preventivos, etc.) **8.3.** Materiales de reparación **8.4** Técnicas de reparación y control **8.5.** Auscultación de seguimiento **8.6.** Actualización del plan de mantenimiento	IL5
Tema 9. Refuerzo de estructuras **9.1.** Consideraciones estructurales y tipos de refuerzo activos y pasivos **9.2.** Materiales para el refuerzo: polímeros, morteros y micro-hormigón, acero, etc. **9.3.** Influencia del nivel de precarga **9.4.** Auscultación de seguimiento **9.5.** Actualización del plan de mantenimiento	IL5

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 compresión 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 prevén trabajos en grupo.

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:

CEN European Committee for Standardization (2004). EN 1992-1. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Ministerio de Fomento (2008). EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

Inspección y diagnosis de puentes ferroviarios. ADIF, 2008

PATOLOGIA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON, 2 VOLS**. José Calavera.** INTEMAC, 1998.

UNE-EN 1504 Reparación y refuerzo de estructuras

Bibliografía complementaria:

FIB Bulletin 14: bulletin 14 “Externally bonded FRP reinforcement for RC structures”

FIB Bulletin 22. “Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures”

FIB Model Code 2010

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de 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 3 h			Estudio tema 1 2 h			5 h
2	Tema 2 3 h			Estudio tema 2 2 h			5 h
3	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 2 h			5 h
4	Tema 4 3 h			Estudio tema 4 2 h			5 h
5	Tema 5 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 5 6 h			9 h
6	Tema 5			Estudio tema 5	Ejer. Teórico-práctico 1 2 h 30 min		2 h 30 min
7	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 6 h			9 h
8	Tema 6 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 6 6 h			9 h
9	Tema 6			Estudio tema 7	Ejer. Teórico-práctico 2 2 h 30 min		2 h 30 min
10	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 6 h			9 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 7 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 8 4 h 30 min			7 h 30 min
12	Tema 8 3 h			Estudio tema 8 7 h			10 h
13	Tema 8	Ejercicios prácticos clase 3 h		Estudio tema 8. 2 h	Ejer. Teórico-práctico 3 2 h 30 min		7 h 30 min
14	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 6 h			9 h
15	Tema 9 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 9 4 h 30 min	Ejer. Teórico-práctico 4 2 h 30 min		10 h
Trabajo de curso				11 h 30 min		5 h	16 h 30 min
Horas	**30 h**	**9 h**		**67 h 30 min**	**10 h**	**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.

Durabilidad e Innovación en Materiales de Construcción

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000395	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Durability and Innovation of Construction and Building Materials
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	http://www.*caminos.upm.es/Construcción2005/index.html*
Periodo impartición	Cuarto semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jaime Carlos Gálvez Ruiz	Pte.	Todos	L, M (16:30 - 18:30) X (10:30 - 12:30)	Sótano 1, Lab. Materiales	*jaime.galvez@upm.es*
Alejandro Enfedaque Díaz			L (10:30 - 14:00) M (9:30 a 14:00)	Sótano 1, Lab. Materiales	*alejandro.enfedaque@upm.es*
Amparo Moragues Terrades,	Secr.		Lunes (12:00 - 14:00) X (12:00 - 14:00 y 17:00 - 19:00)	Sótano 1, Lab. Química	*amoragues@caminos.upm.es*
Encarnación Reyes Pozo	Vocal		L (10:30 - 14:00); M (9:30 - 14:00)	Sótano 1, Lab. Materiales	*encarnacion.reyes@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:

Materiales de Construcción I y II, Física y Química de Materiales

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
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

Código	Competencia
CM 18.2	Capacidad de identificación de propiedades y selección de materiales de construcción en función del uso. Capacidad de aplicación de la normativa de control y calidad de los materiales de construcción, y comprensión de sus fundamentos.
CM19.1	Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.
CM19.2	Comprensión de los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente.
CT5	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT9	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	Identifica las propiedades de los materiales de construcción en función del uso y condiciones ambientales y selecciona los apropiados.	CE23, CM18.2
RA2	Aplica la normativa de control y calidad de los materiales de construcción a partir de sus fundamentos.	CM18.2
RA3	Establece las necesidades de materiales de construcción y de sistemas estructurales en distintas condiciones ambientales. Identifica las características microestructurales que determinan las propiedades mecánicas y de durabilidad de los materiales de construcción.	CE23, CM 19.1
RA4	Explica los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente.	CM19.2
RA5	Aplica técnicas de elaboración y caracterización de materiales de construcción.	CT9

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los comportamientos químicos, físicos, mecánicos y resistentes de los materiales de construcción.	RA1, RA2
IL2	Sí	Cuantifica correctamente las propiedades mecánico-resistentes y de durabilidad de los materiales de construcción, así como también los procesos químicos, físicos y mecánicos, que tienen lugar en ellos.	RA1, RA2, RA5
IL3	No	Relaciona el comportamiento de los materiales con el comportamiento estructural	RA3
IL4	Sí	Resuelve correctamente problemas sencillos de dosificación de los materiales innovadores estudiados.	RA1, RA2, RA3
IL5	No	Conoce los mecanismos físico-químicos que determinan la evolución de las características mecánico-resistentes y de durabilidad de los materiales con el tiempo debido a cargas y al medio ambiente al que se encuentren expuestos.	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 teóricos de clase y actividades cooperativas **40%**

Descripción. Los ejercicios teóricos de clase consisten en una serie de cuestiones teóricas, que podrán plantearse en el horario de las clases teóricas para su resolución durante los últimos 15 minutos de una clase ordinaria. Cada ejercicio consiste en responder individualmente a una o varias cuestiones cortas planteadas sobre el contenido de esa clase particular o de las clases anteriores.

En las prácticas de aula y con una frecuencia aproximadamente quincenal se reservarán los 15-20 últimos minutos para la resolución de ejercicios prácticos cortos en grupos informales de tres alumnos. Cada grupo entregará su resultado al profesor.

Dentro de esta misma prueba se contará también la calificación del informe y la exposición oral del trabajo de grupo propuesto al principio de curso para su realización en grupos de tres o cuatro alumnos.

Criterios de calificación. El profesor valorará cada ejercicio de 0 a 10, igual para todos los componentes del equipo en los ejercicios cooperativos. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso. Esta prueba supondrá, en su conjunto, un 40% de la nota final del alumno.

Momento y lugar: actividades planteadas dentro de las horas de clase. Para orientar en la realización del trabajo semestral de grupo se organizará un taller de trabajo en horario extraescolar que se programará con suficiente antelación.

PE2. Realización individual asistida de prácticas de laboratorio **10%**

Descripción. Cada alumno realizará dos prácticas de laboratorio, cada una de las cuales consiste en la realización de un ensayo diseñado por el profesor, que implique obtener resultados numéricos a partir de ensayos experimentales. El alumno con los datos de la práctica elaborará un informe que constará de una introducción breve con los antecedentes y objetivos, descripción del método experimental, resultados, discusión y conclusiones.

Criterios de calificación. Cada informe se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las dos prácticas realizadas durante el curso.

Momento y lugar: las prácticas se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños, fuera del horario ordinario de las clases.

PE3. Examen ordinario **50%**

Descripción. El examen ordinario consiste en un único examen, cuya duración será de unas tres horas. Este examen está formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a cualquier parte del contenido de la asignatura. 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. Cada ejercicio 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.

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.

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 sobre 10. No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la que hubiesen obtenido de aplicar los criterios de "sólo prueba final" que se indican a continuación.

7. 2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada ejercicio 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.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción **1.1** El cemento y las reacciones de hidratación: composición del cemento y proceso de fabricación. Compuestos mayoritarios, compuestos minoritarios. Procesos de hidratación. Características de los productos hidratados. **1.2.** Conectividad, permeabilidad y percolación. Porosidad conectada. Formas de medir la interconexión de los poros. Permeabilidad al agua. Permeabilidad al aire. **1.3** Relación agua/cemento y curado. Influencia de la relación agua/cemento en las propiedades del material endurecido. Concepto de curado y tipos de curado. **1.4** Porosidad y procesos de transporte: tipos de poros e importancia de los mismos en las propiedades del material. Influencias de los distintos parámetros en la misma. Principales mecanismos de ingreso de agresivos.	IL1
Tema 2. Procesos de degradación del hormigón. Ataque químico (I) **2.1** Formación de sales expansivas. Procesos expansivos de origen interno en el hormigón. **2.2** Origen de los procesos expansivos Acción de los sulfatos en el hormigón. **2.3** Formación de ettringita primaria, ettringita secundaria y ettringita diferida.	IL1
Tema 3. Procesos de degradación del hormigón. Ataque químico (II) **3.1** Formación de sales expansivas por reacción árido-álcali. **3.2** Origen de la reacción árido-álcali. **3.3** Tipos de reacciones árido-álcali. **3.4** Tipos de daños originados e incidencia de esta patología en España.	IL1
Tema 4. Procesos de degradación del hormigón. Procesos de lixiviación. Ataque químico (III) **4.1** Prevención frente ataques ácidos. **4.2** Acción del agua sobre el hormigón. **4.3** Aguas duras y aguas blandas. **4.4** Acción de aguas agresivas de origen, industrial con contenidos de ácidos orgánicos o minerales. **4.5** Cementos resistentes al ataque ácido.	IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 5. Procesos de degradación del hormigón. Sustitución iónica en compuestos de hidratación. Ataque químico (IV) **5.1.** Reacciones de sustitución en los compuestos hidratados del hormigón. **5.2.** El intercambio de magnesio por calcio. **5.3.** Origen de la contaminación por magnesio. **5.4.** Efectos sobre el material	IL2
Tema 6. Procesos de degradación del hormigón. Principales procesos físicos. **6.**1 Erosión y cavitación. **6.2** Ciclos de hielo-deshielo. **6.3** Degradación por acción del fuego. **6.4** Influencia de la microestructura porosa.	IL2
Tema 7. Mecanismos de transporte. **7.1**. Principales mecanismos de transporte en el hormigón: situaciones en que se produce cada uno e importancia relativa de los mismos. **7.2** Ensayos destinados a medir la capacidad de transporte del material: difusión, migración, resistividad.	IL2
Tema 8. Pérdida de capacidad protectora del hormigón frente a la armadura. **8.1** Penetración de cloruros: despasivación del acero por ataque de cloruros. **8.2** Cinética de avance de la picadura. **8.3** Perdida de alcalinidad: despasivación del acero por reducción del pH de la fase acuosa embebida en hormigón. **8.4** Acción del ácido carbónico. Cinética de carbonatación.	IL3
Tema 9. Corrosión de materiales metálicos. **9.1** Tipos de corrosión. Corrosión electroquímica. **9.2** Causas de formación de la pila electroquímica. **9.3** Termodinámica de la corrosión: diagramas de Pourbaix **9.4** Funcionamiento de la pila de corrosión. **9.5** Procesos de polarización y diagramas de Evans.	IL3
Tema 10. Corrosión de las armaduras embebidas en hormigón. **10.1.** Corrosión de aceros de construcción. **10.2.** Corrosión bajo tensión. **10.3.** Prevención y protección frente a corrosión. **10.4**. Ejemplos de aplicación.	IL3
Tema 11. Protección frente a la corrosión de las armaduras. **11.1** Protección por recubrimientos: tipos de recubrimiento y acción de los mismos. **11.2** Protección electroquímica: protección anódica, protección catódica. Inhibidores de corrosión.	IL3
Tema 12. Procesos de fisuración en el hormigón. **12.1.** Concepto de fisuración. **12.2.** Causas de la fisuración. **12.3.** Caracterización del comportamiento en rotura del hormigón. **12.4.** Modelos de cálculo. **12.5.** Ejemplos de aplicación.	IL3
Tema 13. Fisuración por procesos expansivos y mecánicos en el hormigón. **13.1** Fisuración del hormigón por corrosión de la armadura. **13.2** Fisuración por expansión árido/álcali. **13.3** Fisuración por ciclos hielo/deshielo.	IL3
Tema 14. Deterioro de materiales cerámicos. **14.1**. Patología de ladrillos y otros productos de tierra cocida. **14.2** Patología de las obras de fábrica de ladrillo y tejados	IL3
Tema 15. Tolerancia al daño de materiales de construcción.	IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
15.1. Concepto de tolerancia la daño de materiales. **15.2.** Caracterización de la tolerancia la daño. **15.3**. Herramientas de cálculo de tolerancia la daño. **15.4.** Ejemplos de aplicación.	
Tema 16. Auscultación y monitorización de materiales. **16.1** Introducción a las técnicas de auscultación y monitorización. **16.2** Evaluación del material y su deterioro: técnicas no destructivas (ultrasonidos, georrádar, impacto-eco, análisis térmico, etc.), tomografía, técnicas semidestructivas (gatos planos, boroscopía, pruebas de carga, etc.) y técnicas destructivas (extracción de testigos, ensayos mecánicos, etc.). **16.3** Ejemplos de aplicación.	IL4
Tema 17. Materiales compuestos para la construcción. **17.1.** Introducción a los materiales compuestos para la construcción (fibras, partículas, matrices). **17.2.** Propiedades y características de los materiales compuestos. **17.3.** Materiales compuestos para el refuerzo y la reparación. **17.4.** Ejemplos de aplicaciones.	IL4
Tema 18. Introducción a los hormigones especiales. **18.1** Introducción a los hormigones especiales. **18.2** Hormigones de altas prestaciones. **18.3** Hormigón autocompactante. **18.4** Hormigones reforzados con fibras.	IL4
Tema 19. Sostenibilidad de materiales de construcción. **19.1** Concepto de sostenibilidad. **19.2** La sostenibilidad de los materiales de construcción. **19.3** Huella de carbono. **19.4** Normativa de aplicación. **19.5** Declaración ambiental de producto. **19.6** Modelos de evaluación de contribución a la sostenibilidad. **19.7** Ejemplos de aplicación	IL4
Tema 20. Nuevas perspectivas de materiales. **20.1.** Utilización de nano adiciones **20.2**. Materiales funcionales.	IL5
Tema 21. Innovación en materiales de construcción. **21.1** El futuro de los materiales de construcción. **21.2** Materiales con diseño a la carta. **21.3** Los materiales multifunción. **21.4** La contribución al desarrollo sostenible y la mejora económica.	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

Las clases de teoría aportan los conocimientos teóricos básicos con un enfoque eminentemente práctico y apoyadas por medios audiovisuales. En ellas se dedicará una parte, a una evaluación continua del alumno. De esta forma cada dos semanas aproximadamente se reserva una parte del tiempo al final de la clase al planteamiento y resolución de cuestiones planteadas a partir de la materia presentada.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. Estas prácticas de aula plantean ejercicios de tipo práctico que, además de ilustrar y complementar la teoría, están en su mayoría relacionados casos reales de ingeniería civil. Cada tres semanas aproximadamente, se plantearán problemas como actividades grupales para ser resueltas en pequeños grupos informales (3 ó 4 miembros) formados durante el transcurso de la clase, en un tiempo aproximado de 15-20 min, siendo asistidos por el profesor cuando así lo requieran.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se plantearán dos prácticas de laboratorio. En estas prácticas el alumno observará, experimentará y comprobará los fenómenos relativos al comportamiento mecánico y durable de los materiales estudiados en la asignatura. En ellas el alumno establecerá contacto con las técnicas experimentales de caracterización de las propiedades mecánicas, resistentes y de durabilidad de los materiales.

Trabajos autónomos:

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

Taller de trabajo en grupo:

Se planteará un trabajo en grupo abierto y de cierta complejidad, para estudiar en profundidad algún tema relevante de la durabilidad y/o innovación de los materiales de construcción. Los alumnos deberán hacer este trabajo fuera de clase, y después tendrán que exponerlo en público frente a sus compañeros. Para la exposición pública de trabajos se organizarán sesiones de una hora en horario extraescolar en las que cuatro grupos expondrán sus estudios durante un cuarto de hora.

Para ayudar a su realización se organizará un taller de trabajo en grupo de una hora de duración, en horario extraescolar para organizar y trabajar las entregas de grupo, con el apoyo del profesor para orientarles en las dudas.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para controlar la evolución del trabajo personal del alumno y resolución de dudas.

Conferencias

Se propone organizar una conferencia impartida por un profesional de prestigio, en la que se presenten los aspectos aplicados de la durabilidad e innovación de los materiales de construcción en la actualidad, así como su relación con los diversos tipos de estructuras y obras.

Formación on line

En la plataforma Moodle la asignatura tiene un espacio donde los alumnos pueden acceder a diversa información y actividades de la asignatura destinada al autoestudio y autoevaluación.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Elenco de documentos seleccionados por los profesores que se entregarán al inicio de la docencia de la asignatura.

Bibliografía complementaria:

Aguado A., Gálvez J.C., et al., *Sostenibilidad y construcción*, Monografía ACHE 2013
Askeland, Donald R., *Ciencia e ingeniería de los materiales,* Paraninfo, 2001.
Bertolini L., Elsener B., Pedeferri P., Polder R., *Corrosion of steel in concrete*, Wiley, 2000.
Callister, William D., *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*, Limusa, 2009.
Fernández Cánovas M., *Hormigón*, 10ª Ed., Garceta, 2013.
Gibson R., *Principles of composite material mechanics*, Mc Graw Hill, 1994.
Richardson Mark. M., *Fundamentals of durable reinforced concrete*, Spon Press, 2002.
Taylor, H. F. W., *Cement Chemistry*, 2nd edit., Thomas Telford Publishing, 2003.
Tsai S., Miravete A., *Diseño y análisis de materiales compuestos*, Reverté, 1988.

Recursos Web:

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.

Equipamiento específico:

Biblioteca de la escuela y de la asignatura de Materiales de construcción.

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Prácticas de aula	Prácticas de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio del tema 1 3 h 15 min	Control de repaso 30 min		6 h 45 min
2	Temas 2 y 3 3 h			Estudio de los temas 2 y 3. 3 h 15 min	Trabajo cooperativo 15 min		6 h 30 min
3	Temas 4 y 5 3 h			Estudio de los temas 4 y 5. 3 h 15 min			6 h 15 min
4	Tema 6 2 h	Caso práctico del tema 6. 1 h		Estudio del tema 6 y sus ejercicios. 3 h 15 min	Trabajo cooperativo 15 min		6 h 30 min
5	Tema 7 3 h			Estudio del tema 7. 3 h 15 min			6 h 15 min
6	Tema 8 2 h	Caso práctico del tema 8 1 h		Estudio del tema 8 y ejercicios. 3 h 15 min	Trabajo cooperativo 15 min		6 h 30 min
7	Tema 9 2 h	Caso práctico del tema 9. 1 h		Estudio del tema 9 y ejercicios. 3 h 15 min			6 h 15 min
8	Temas 10 y 11 3 h			Estudio de los temas 10 y 11. 3 h 15 min	Trabajo cooperativo 15 min		6 h 30 min
9	Temas 12 y 13 2 h	Caso práctico de los temas 12 y 13 1 h		Estudio de los temas 12, 13 y ejercicios. 3 h 15 min			6 h 15 min
10	Temas 14 y 15			Estudio de los temas 14 y 15 .	Trabajo cooperativo		6 h 30 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Prácticas de aula	Prácticas de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
	3 h			3 h 15 min	15 min		
11	Temas 16 y 17 2 h	Caso práctico del tema 17 1 h		Estudio de los temas 16, 17 y ejercicios. 3 h 15 min			6 h 15 min
12	Tema 18 3 h			Estudio del tema 18. 3 h 15 min	Trabajo cooperativo 15 min		6 h 30 min
13	Temas 19 3 h			Estudio del tema 19. 3 h 15 min			6 h 15 min
14	Tema 20 3 h			Estudio del tema 20. 3 h 15 min	Trabajo cooperativo 15 min		6 h 30 min
15	Tema 21 3 h			Estudio del tema 21. 3 h 15 min			6 h 15 min
16	*Ver Nota 3*			Repaso general y realización informa trabajo 4 h 30 min			4 h 30 min
Fuera horario			2 prácticas de 1 h cada una 2 h		Exposición de trabajo en grupo 1 h	Taller trabajo en grupo 1 h	4 h
Hasta el examen				Preparación examen final 14 h	Examen final 3 h		17 h
Horas	**40 h**	**5 h**	**2 h**	**67 h 15 min**	**6 h 15 min**	**1 h**	**121 h 30 min**

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

2. Las clases de laboratorio se realizarán en grupos pequeños Cada alumno recibirá 2 sesiones de 1 h cada una, fuera del horario ordinario de clases.

3. Las clases terminan una semana antes del final del curso para compensar las horas dedicadas a clases de laboratorio, talleres de trabajo en grupo y exposición de trabajos..

Dynamic and Seismic Analysis of Structures

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000391	4.5	Optional	Structures, Geotechnics, Construction and Materials	Spanish/ English

Name in Spanish	Análisis Dinámico y Sísmico de Estructuras
Subject	Dinámica de estructuras e introducción a la ingeniería sísmica
Department	Continuum Mechanics and Structural Analysis
Web page	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth semester
Pre-doctoral training	Asignatura válida para los 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 The credits of this subject form part of the instructive credits that qualify for admission to the PhD Programme D6 on Structural, foundations and materials Engineering, as required by the PhD Thesis research line.

2. Teaching staff

Name	Evaluation panel	Group	Office hours	Place	E-mail
Juan Carlos Mosquera Feijóo	President	All	T, Th 11:00-14:00	Laboratorio Sistemas Inteligentes	*mosquera@caminos.upm.es*
Iván Muñoz Díaz	Secr	All	W, Th 11:00-14:00	Laboratorio Estructuras	*ivan.munoz@upm.es*
José Merodio Gómez	Board member	All	T, W 16:00-19:00	1st floor	*merodioj@gmail.com*
Carlos Zanuy Sánchez		All	Th, Fr 11:00-14:00	Laborat Estructuras	*czs@caminos.upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Mathematical Models for Civil Engineering systems, Applied Elasticity

Other learning requirements:

Mathematical analysis. Differential and Integral Calculus. Vector and Tensor Algebra. Vector and Tensor Analysis. Ordinary differential equations. Partial differential equations. Mechanics. Strength of Materials. Structural analysis. Computational Mechanics. MatLab skills.

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP1	Scientific-technical and methodological skills for both ongoing refreshing of knowledge and performing professional tasks, such as consultancy, analysis, design, calculation, project planning, project administration and management, construction, maintenance, preservation and exploitation in Civil Engineering fields.

Code	Competence
CGP6	Knowledge for applying technical and management abilities into R+D+I tasks in Civil Engineering
CGP11	Capabilities for implementing design, construction project and inspection of: bridges, building structures, dams, foundation and underground works related to Civil Engineering (tunnels, shafts, penstocks, car parks) as well as diagnostic capability for structural integrity.
CGP12	Skills for planning, design and infrastructure management, as well as their maintenance, preservation and exploitation.
CGP18	Suitable knowledge of both scientific and technological issues about mathematical methods, analytical and numerical methods in Engineering, Fluid Mechanics, Continuum Mechanics, Structural Analysis, Soil and Foundation Engineering, Marine Engineering, Hydraulic Infrastructure and projects as well as linear works.
CE32	Capability to apply the technical knowledge to the evaluation of projects, construction works and infrastructure in Civil Engineering.
CE33	Capability to apply the technical knowledge to R+D+I activities in Civil Engineering.
CE34	Capability to integrate and apply the technical knowledge in consultancy, analysis, calculation, draft, construction and technical assessment of Civil Engineering infrastructure.
CE38	Capability to integrate and apply the technical knowledge in consultancy, analysis, design and mathematical-physical modelling in Structural Engineering.
CE39	Predictive capability for achieving optimum solutions in structural Engineering.
CT2	Versatility and self-learning capability. Accomplishes the transverse competency #5 of the Royal Decree.
CT8	Ability to envisage, analyse and interpret relevant Civil Engineering experiments.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	Applies and assesses advanced structural and geotechnical engineering models in the framework of project and construction stages.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE32, CE33,CE34, CE38,CE39, CT2,CT8
SO2	Applies and assesses advanced procedures for project and construction monitoring in structural and geotechnical engineering.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE32, CE33,CE34, CE38,CE39, CT2,CT8
SO3	Applies and assesses advanced mechanical behaviour models and environmental response patterns of soils and building materials.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE32, CE33,CE34, CE38,CE39, CT2,CT8

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Addresses and solves adequately a structural dynamics problem, either with one or several degrees of freedom, by using analytical or numerical methods.	SO1,SO2,SO3
AI2	Yes	Assesses correctly the seismic risk at a given site.	SO1,SO2,SO3
AI3	Yes	Assesses correctly the earthquake response of a structure.	SO1,SO2,SO3

NOTE. Basic means a required **i**ndicator of achievement that must be individually accomplished for passing the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Classroom work, interactive resolution of exercises and problems and homework collecting. **25%**

Description. Classroom work is assessed by means of either statistic control of attendance or eventual evaluation through brief in-class exams consisting of short exercises to be solved individually by students.

The students are prompted to do an assignment in small groups, with the flipped classroom technique, to be presented in class.

Scoring criteria. The maximum score of each item is ten points. Both attendance monitoring and short-exams weight 50% of EM1 score. The group work weights the other 50%.

Place and timing: During class time.

EM2. End-of-year exam **75%**

Description. This three-hour exam comprises exercises, including either theoretical questions or problems related to any lesson of the module programme.

Scoring criteria. Each exercise counts ten points. The grade is assessed as the weighted average of the scores of the exercises. A minimum grade of four out of ten in this exam is required for passing the module.

Place and timing: Scheduled by the Head of Studies.

Final grade through continuous assessment

Passing grade is five out of ten points. The final grade will be the highest of the following:

- The weighted average of EM1 and EM2 scores, once the EM2 grade is at least four points out of ten; otherwise the student fails the subject.

- The score achieved in the end-of-year exam.

Students subjected to continuous assessment who have failed the subject after the end-of-year exam, may sit an extraordinary final exam. Its grading criteria also take into account EM1 and EM2 scores achieved in the last semester, but not in earlier semesters.

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description. Its structure is similar to that describer earlier for the continuous assessment.

Scoring criteria. Each exercise counts ten points. The exam score is the weighted average of the scores of the exercises. Passing grade is five out of ten points.

Place and timing: Scheduled by the Head of Studies.

Final score of the subject through only final exam

The final grade in the subject is that obtained in the end-of-year exam.

8. Subject specific content

Unit, Chapter, Sections and Descriptors	Associated achiev. indicator
Unit I. Structural dynamics. General concepts	
Chapter 1. Mathematical and dynamic modelling. Discretization methods Dynamic model. Mathematical model. Space and time discretization. Discrete systems. Degrees of freedom. Continuous systems. Lumped-mass method. Generalized displacements method. The finite element method. Equations of motion. Objectives of the dynamic analysis.	AI1
Unit II. Time domain analysis of Single degree-of-freedom systems	
Chapter 2. Free vibrations Undamped vibrations. Damped vibrations. Logarithmic decrement. Vibrations with dry friction.	AI1
Chapter 3. Response to harmonic excitations and periodic excitations Undamped vibrations. Damped vibrations. Amplification factor. Resonant response. Vibration-measuring instruments. Forces transmitted to the ground and vibration isolation. Damping measurement. Exponential form of the solution. Complex frequency response function (CFRF).	AI1
Chapter 4. Responses to both an impulsive and an arbitrary dynamic loading Impulsive excitation. Maximum response analysis. Response to short-duration impulsive loadings. Response to an arbitrary dynamic loading. Convolution integrals. Numerical approach.	AI1
Unit III. Time domain analysis of Multi-degree-of-freedom systems	
Chapter 5. Multi-degree-of-freedom systems. Modelling and analysis Selection of dynamic degrees of freedom. Direct approach. Variational formulation. Stiffness and mass matrices. Damping matrix. External loading.	AI1
Chapter 6. Analysis of vibration frequencies and mode shapes Introduction. Undamped vibrations. Vibration frequencies and mode shapes. Interpretation of mode shapes. Characteristic load. Modal Orthogonality. Normalizing the mode shapes. Calculation of vibration frequencies and mode shapes. Modal coordinate transformation methods. Tracking methods.	AI1
Chapter 7. Fundamentals of the dynamic analysis in the frequency domain Fourier series representation of a periodic loading. Frequency Response Function. Fourier series and the Fourier integral. Fundamental equation of frequency domain analysis. Aliasing and other numerical difficulties with the Fourier transform.	AI1
Chapter 8. Response Analysis. Mode superposition method Normal coordinates. Uncoupling the equations of motion. Dynamic response. Conditions of modal orthogonality with respect to the damping matrix. Construction of the damping matrix.	AI1
Chapter 9. Tuned mass dampers as an application two-degree-of-freedom systems Example of TMD for footbridges. Construction of a TMD. Delivery 1 Vibration isolation. Example for high-tech equipment.	AI1
Unit IV. Frequency-domain analysis	
Chapter 10. Frequency-domain method of response analysis CFRF. Response analysis in the frequency domain when the vibration modes are known. Response analysis in the frequency domain with unknown modes. Complex frequency-response function matrix	AI1
Unit V. Elements of earthquake engineering	
Chapter 11. Fundamentals of seismology Sources of earthquakes. Plate tectonics. Seismic zones. Seismic waves. Earthquake records.	AI2

Chapter 12. Seismic risk Seismic risk and related concepts. Parameters related to earthquakes: intensity, magnitude, moment, displacement, velocity, acceleration. Scales. Relations. Seismic hazard assessment. Deterministic methods. Probabilistic methods. Zoned and not zoned methods. Expression of results.	AI2
Chapter 13. Design earthquake. Response spectrum analysis Design earthquake. Response spectra. Response spectrum analysis (RSA)	AI3
Chapter 14. Seismic Codes Spanish Earthquake-resistant Construction Code for buildings NCSE-02. Eurocode 8	AI3

9. Description of teaching and learning methods

Theory classes:

The lecturer will explain the concepts, fundamentals and arguments that are necessary for the comprehension of the subject. The most relevant calculation and analysis methods applicable to frequent structural types and shapes are included. Some illustrative examples will also be exposed in order to enhance the student technical and scientific skills.

Practical classes:

These supplementary classes encompass solving exercises and problems with the aim to boost the comprehension of the subject. The theoretical knowledge acquired earlier is applied to diverse sample cases with increasing difficulty, so that the students can enhance their ability in addressing and solving a variety of practical problems.

Lab or field works:

Lab demonstrations will be carried out in order to illustrate some of the topics studied through the paper.

Individual work:

The student is expected to study the theory content and exercises and understand the problem-solving procedures in order to develop problem-solving skills.

Team work:

A teamwork is planned to be carried out together with an oral presentation.

Academic tutoring

Lecturers are at students' disposal in office hours, for academic tutoring and counselling related to their learning process.

10. Educational resources

Basic references:

Barbat, A. H.; Canet, J. M. (1994): *Estructuras sometidas a acciones sísmicas. Cálculo por ordenador,* Centro Internacional de Métodos numéricos en ingeniería, Barcelona.

Bolt, B. A. **(**1981): *Terremotos.* Serie Reverté Ciencia y Sociedad.

Chopra, A.K. (2012): *Dynamics of structures. Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering,* Prentice Hall, 4th Ed.

Clough, R.W.; Penzien, J. (2010): *Dynamics of structures* Mac Graw-Hill International.

CEN (2011): *Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes* UNE-EN 1998-1.

Humar, J.L. (1990): *Dynamics of structures* Prentice Hall.

Ministerio de Fomento (2003): *Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02: Parte General y de edificación*.

Ministerio de Fomento (2008): *Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes NCSP-07*.

Preumont, A. (2013): *Twelve Lectures on Structural Dynamics*, Université Libre de Bruxelles.

Bibliografía complementaria:

Crespo Álvarez, M. J. (2011) *Análisis de la peligrosidad Sísmica en la Península Ibérica con un método basado en estimadores de densidad Kernel*. Tesis Doctoral.

Eurocode 8: Seismic Design of Buildings. Worked examples JRC European Commission, 2012.

González de Vallejo, J.L. *Ingeniería Geológica Capítulo 15. Riesgo sísmico* Prentice Hall, 2002.

Naeim, F. *The seismic design Handbook* Van Nostrand Reinhold, 2001.

Proyecto Expel. *Sistema experto de análisis probabilista de la peligrosidad sísmica,* Consejo de Seguridad Nuclear, 2008.

ROM 0.5-05 Recomendaciones Geotécnicas para obras Marítimas y Portuarias. Ministerio de Fomento. Puertos del Estado, 2006

Web resources:

Web page of the Subject: *http://ingstruct.mecanica.upm.es*

Supplementary teaching materials may also be available on Moodle platform.

Equipamiento específico:

Library of the Department of Continuum Mechanics and Structural Mechanics

Table 11. Time schedule (may slightly differ among the various groups)

Week (See Note 1)	Lectures	Exercise classes, problem classes, quizzes, etc.	Lab classes and demonstrations (See Note 2)	Individual work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Chapters 1 and 2 3 h 45 min			Study of chapters 1 and 2 3 h 15 min			7 h
2	Chapter 3 2 h 30 min	Chapter 3 1 h 15 min		Study of chapter 3 3 h 15 min			7 h
3	Chapter 4 2 h 30 min	Chapter 4 1 h 15 min		Study of chapter 4 2 h 15 min	Special assignment Chapters 1 to 4 1 h		7 h
4	Chapters 5 2 h 30 min	Chapter 5 1 h 15 min		Study of chapter 5 3 h 15 min			7 h
5	Chapter 6 2 h	Chapter 6 1 h		Study of chapter 6 3 h	Exercise chapter 6 1 h		7 h
6	Chapter 7 2 h 30 min	Chapter 7 1 h 15 min		Study of chapter 7 3 h 15 min			7 h
7	Chapter 8 1 h 30 min	Chapter 8 2 h 30 min		Study of chapter 8 3 h	Special assignment Chapters 5 to 8 1 h		7 h
8	Chapter 9 2 h 30 min	Chapter 9 1 h		Study of chapter 9 3 h 30 min			7 h

Week (See Note 1)	Lectures	Exercise classes, problem classes, quizzes, etc.	Lab classes and demonstrations (See Note 2)	Individual work	Evaluation activities	Other activities	Hours
9	Chapter 9 2 h 30 min	Chapter 9 1 h 15 min		Study of chapter 9 2 h 15 min			7 h
10	Chapter 10 2 h 30 min	Chapter 10 1 h		Study of chapter 10 2 h	Special assignment Chapters 9 and 10 1 h 30 min		7 h
11	Chapter 11 2 h 30 min	Chapter 11 1 h 15 min		Study of chapter 11 3 h 15 min			7 h
12	Chapter 12 2 h 30 min	Chapter 12 1 h 15 min		Study of chapter 12 3 h 15 min			7 h
13	Chapter 13 3 h 30 min			Study of chapter 13 3 h 30 min			7 h
14	Chapter 14 2 h 30 min	Chapter 14 1 h 15 min		Study of chapter 14 3 h 15 min			7 h
15	Chapter 14 2 h 30 min			Study of chapter 14 3 h 15 min	Special assignment Chapters 12 to 14 1 h 15 min		7 h
Until the final exam				Study for the final exam 16 h 30 min.	Final Exam		16 h 30 min
Elapsed time	**38 H 15 MIN**	**15 H 30 MIN**		**62 h**	**5 h 45 min.**		**121 h 30 min**

NOTES **1.** The concrete calendar weeks related to this chronogram can be found in the academic schedule.
2. Lab sessions have not been scheduled for this subject.

Estructuras de Tierra

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000392	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Earth Structures
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Período impartición	Cuarto semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Claudio Olalla Marañón	Pte.	Todos	L y M (8-11)	1ª Planta Despacho	*claudio.olalla@upm.es*
Ignacio González Tejada	Secr.	Todos	L y M (9-12)	Laboratorio Geotecnia	*ignacio.gtejada@upm.es*
Rubén Galindo Aires	Vocal	Todos	M y J (9-12)	Laboratorio Geotecnia	*rubenangel.galindo@upm.es*
Antonio Soriano Martínez	Vocal	Todos	M y J (9-12)	Laboratorio Geotecnia	*diego.escudero@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
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
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.

Código	Competencia
CM 21.1	Conocimientos de geotecnia y de mecánica de suelos y de rocas, así como su aplicación en el desarrollo de informes, estudios, proyectos, construcciones y explotaciones donde sea necesario efectuar movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención.
CM 35.1	Capacidad para la construcción de obras geotécnicas
CT2	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un grupo humano reducido y homogéneo
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares.
CT4	Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Identifica los rasgos básicos que definen la respuesta que tienen este tipo de estructuras a las solicitaciones y a los efectos del medio ambiente	CM21.1, CM35.1, CT3
RA2	Propone una campaña de investigación para el reconocimiento de los distintos materiales que forman parte de estas estructuras	CT2, CT3
RA3	Aplica la normativa técnica específica en el ámbito de las presas de materiales sueltos, terraplenes de infraestructuras viarias y ferroviarias y los rellenos portuarios (diques en talud)	CM35.1, CT3
RA4	Identifica y calcula la resistencia y la deformabilidad de los materiales que constituyen estas estructuras	CE21, CM35.1
RA5	Identifica las tipologías óptimas	CM35.1
RA6	Identifica los riesgos de inestabilidad y de tener un comportamiento anómalo	CM35.1
RA7	Aplica los conceptos geotécnicos necesarios para identificar diferentes procesos constructivos,	CM35.1
RA8	Saber efectuar cálculos de estabilidad con herramientas informáticas de acceso libre y gratuito	CM34, CM35.1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	No	Conoce las tipologías básicas y el porqué de las estructuras de tierra	
IL2	SI	Identifica los rasgos básicos que definen su comportamiento	RA1
IL3	SI	Plantea correctamente una campaña de investigación geotécnica	RA2
IL4	SI	Conoce y aplica la normativa técnica específica en el ámbito de las presas de materiales sueltos, de los terraplenes para las infraestructuras viarias y de los rellenos portuarios	RA3
IL5	SI	Identifica la resistencia así como la deformabilidad de los materiales que constituyen estas estructuras	RA4
IL6	SI	Plantea correctamente el diseño básico de las diferentes estructuras de tierra	RA5
IL7	SI	Identifica los riesgos existentes así como las amenazas que pueden afectar el correcto comportamiento	RA6
IL8	SI	Posee las herramientas teóricas y prácticas suficientes para efectuar cálculos de estabilidad frente al deslizamiento	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. Control intermedio **10%**

Descripción: Es consecuencia de la asistencia activa a clase, es decir mostrando la participación en el discurso de la clase, se efectuarán controles permanentemente.

Criterios de calificación: La calificación de este apartado se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Permanentemente y en clase

PE2. Resolución de problemas **25%**

Descripción: Al principio del curso se repartirá una colección de problemas, que contenga del orden de 10-15 ejercicios, que deberán ser resueltos por los alumnos de manera individual, con anterioridad a que sean solucionados en clase por el profesor correspondiente.
Criterios de calificación: La calificación de cada una de estas pruebas, así como la media, se valorará de 0 a 10.
Momento y lugar: Los determina el profesor según el desarrollo de las clases.

PE3. Examen básico **65%**

Descripción: Constará de varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas impartidos durante el curso y a los problemas resueltos en clase. La duración de esta prueba será de 1 hora.

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

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, así como lograr unos mínimos. Concretamente:

- Se exige un mínimo de asistencias a clase del orden del 75% para poder participar en la evaluación continua.
- Se exige haber conseguido una valoración tanto en las pruebas cortas como en la resolución de los problemas superior a 5.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,0 puntos (sobre 10) en la nota del examen básico (PE4). La valoración final, que podrá ser superada también mediante el procedimiento de “sólo prueba final” de manera voluntaria, será consecuencia de la valoración ponderada de los cuatro componentes citados aplicándole los porcentajes de participación respectivos ($0{,}1 \cdot PE1 + 0{,}25 \cdot PE2 + 0{,}65 \cdot PE4$).

7.2. Mediante solo prueba final

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

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

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante solo prueba final

La calificación final será 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. Introducción **1.1** Alcance de los estudios realizar. **1.2** Bibliografía básica **1.3** Fuentes de información.	IL1, IL2
Tema 2. Cálculos de estabilidad **2.1** Bases teóricas **2.2** Procedimientos de cálculo **2.3** Valoración de parámetros **2.4** Identificación de las solicitaciones **2.5** Herramientas informáticas	IL1, IL2
Tema 3. Rellenos viarios. El PG3 y la UIC **3.1** Tipologías básicas **3.2** Alcance de los estudios realizar. **3.3** Exigencias a cumplir. **3.4** Materiales marginales.	IL2, IL3
Tema 4. Construcción: compactación y control **4.1** Procedimientos básico de ejecución **4.2** Equipos de compactación **4.3** Ensayos de control **4.4** Los terraplenes experimentales	IL2, IL3
Tema 5. Tipología de presas de materiales sueltos. **5.1** Conceptos generales de diseño. **5.2** Exigencias a cumplir **5.3** Ejemplos españoles.	IL2, IL3
Tema 6. Materiales susceptibles de ser usados **6.1** Campaña de investigación geotécnica; campo y laboratorio **6.2** Ensayos específicos **6.3** Criterios de uso **6.4** Materiales no aprovechables	IL2, IL3
Tema 7. Efectos del agua **7.1** Presiones intersticiales durante el proceso constructivo **7.2** Presiones intersticiales a embalse lleno **7.3** Presiones intersticiales durante el desembalse rápido **74** Presiones intersticiales en el cimiento **7.5** El fenómeno del colapso	IL2, IL3
Tema 8. Estabilidad interna **8.1** Erosión interna **8.2** Arrastres **8.3** Levantamiento **8.4** Sufusión	IL2

Tema 9. Tratamiento del cimiento de presas **9.1** Problemas a hacer frente **9.2** Pantalla de impermeabilización **9.3** Mezclas y tipos de inyección **9.4** Pantallas continuas **9.5** Procedimientos de control	IL2, IL3, IL4, IL6, IL7
Tema 10. Patología de presas **10.1** Conceptos de accidentes e incidentes **10.2** Ejemplos españoles **10.3** Ejemplos internacionales	IL2, IL3, IL4, IL6, IL7
Tema 11. Comportamiento sísmico **11.1** Experiencias tenidas **11.2** Ensayos de laboratorio específicos **11.3** Criterios antisísmicos de diseño	IL5, IL6
Tema 12. Comportamiento sísmico: métodos de cálculo **12.1** Métodos de cálculo sencillos **12.2** Métodos de cálculos completos	IL7, IL8
Tema 13. Balsas hidráulicas y balsas mineras **13.1** Concepto de balsa hidráulica y minera **13.2** Materiales y criterios de diseño **13.3** Tipología del dique de cierre **13.4** Análisis de la estabilidad	IL2, IL3, IL4, IL6, IL7, IL8
Tema 14. Rellenos portuarios **14.1** Características generales **14.2** Tipos de rellenos **14.3** Metodología para el estudio de asientos de un relleno portuario **14.4** Tratamientos según el tipo de material del relleno **14.5** Conceptos de explanada y coronación	IL2, IL3, IL4, IL6, IL7, IL8

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:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan aplicar y complementar las clases teóricas impartidas. Facilitan la correcta compresión de la asignatura. En las clases prácticas, el profesor enseñará y resolverá los problemas planteados, similares a los que se encontrarán en la vida profesional, que al principio del curso se entregan. En ocasiones se solicitará a algún alumno resolver públicamente un problema que aclarará y resolverá seguidamente el profesor.

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 al principio del curso para ser resueltos al final del mismo.

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:

Orden Circular (PG3)

Instrucción Española para el Proyecto, Construcción y Explotación de Presas (BOE, 27.10.1067)

Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses (BOE 30.03.1996)

Guías Técnicas de Seguridad de presas Nº 1, 2, 3, 6 y 7

ROM 05.05 y ROM 05 94 (Antigua)

EM 1110-2-1902 - Slope Stability (US Army Corps)

EM 1110-2-1911 - Construction Control: Earth & Rock-Fill Dams (US Army Corps)

EM 1110-2-2300 - Engineering and Design: Earth & Rock-Fill Dams (US Army Corps)

Recursos Web:

www.icold-cigb.org

www.spancold.es

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 Nota 1)	Clases magistrales	Clases de problemas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio Tema 1 2 h			5 h
2	Tema 2 3 h			Estudio Tema 2 3 h			6 h
3	Tema 3 2 h	Tema 2 1 h		Estudio Tema 3 5 h			8 h
4	Tema 4 2 h	Tema 3 1 h		Estudio Tema 4 3 h			6 h
5	Tema 5 2 h	Tema 4 1 h		Estudio Tema 5 3 h			6 h
6	Tema 6 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 6 3 h			6 h
7	Tema 7 2 h	Tema 6 1 h		Repaso Temas 2, 3, 4 y 5 3 h			6 h
8	Tema 8 2 h	Tema 7 1 h		Estudio temas 7 y 8 5 h			8 h
9	Tema 9 2 h	Tema 8 1 h		Preparación control intermedio 14 h 30 min	Examen parcial 2 h		19 h 30 min
10	Temas 10 2 h	Tema 9 1 h		Estudio Tema 10 3 h			6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de problemas	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 11 2 h	Tema 10 1 h		Estudio Tema 11 3 h			6 h
12	Tema 12 2 h	Tema 11 1 h		Repaso Tema 12 3 h			6 h
13	Tema 13 2 h	Temas 12 y 13 1 h		Estudio Tema 13 3 h			6 h
14	Tema 14 1 h	Tema 14 y 15 1 h		Estudio Tema 14 3 h			5 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 19 h	Examen parcial 2 h		21 h
Horas	**30 h**	**12 h**		**75 h 30 min**	**4 h**		**121 h 30 min**

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

Comportamiento No Lineal de Estructuras

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000385	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Non Linear Structural Behaviour
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José María Arrieta Torrealba	Voc.	Todos	M y X (8:30 - 11:30)	Sótano 1 Despacho	*josemaria.arrieta@upm.es*
Florencio J. del Pozo Vindel	Pte.	Todos	M y X (8:30 - 10:30)	Sótano 1 Despacho	*florencio.delpozo@upm.es*
Antonio Carnerero Ruiz	Secr.	Todos	M y X (8:30 - 11:30)	Sala de Profesores	*antonio.carnerero@upm.es*
David Izquierdo López		Todos	M y X (8:30 -11:30)	Planta 9 Despacho	*david.izquierdo@upm.es*
María Mercedes Madrid Ramos		Todos	J (18:00 - 21:00)	Planta 9 Despacho	*mariamercedes.madrid@upm.es*
Juan Carlos Arroyo Portero		Todos	J (18:00 - 21:00)	Planta 9 Despacho	*jc.arroyo@upm.es*
Manuel Alejandro Nicolás Pazo		Todos	J (18:00 - 21:00)	Planta 9 Despacho	*manuelalejandro.nicolas@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:

Elasticidad Aplicada

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.

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.
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.
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	Conoce las causas de no linealidad geométrica en estructuras y los métodos de cálculo en los distintos niveles.	CGP1, CGP6, CGP11,CGP12, CGP18, CE22, CE23, CE38, CE39, CT2, CT8
RA2	Conoce las causas de no linealidad debida al material en estructuras, sus leyes constitutivas y los métodos de cálculo estructural aplicables.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23, CE38, CE39, CT2, CT8
RA3	Conoce las causas de no linealidad en estructuras originadas por las condiciones de sustentación y los métodos de cálculo estructural aplicables.	CGP1, CGP6, CGP11, CGP12, CGP18, CE22, CE23, CE38, CE39, CT2, CT8

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA4	Conoce la influencia de las diversas causas de no linealidad en el análisis dinámico de estructuras y los métodos de cálculo aplicables.	CGP1, CGP6, CGP11, CGP12, CGP18, CE22, CE23, CE38, CE39, CT2, CT8
RA5	Conoce los métodos numéricos para resolver los cálculos estructurales no lineales.	CGP1,CGP6, CGP11,CGP12, CGP18,CE22, CE23, CE38, CE39, CT2, CT8
RA6	Conoce el formato de seguridad necesario para poder realizar comprobaciones estructurales mediante cálculos no lineales en estructuras reales.	CGP1, CGP6, CGP11, CGP12, CGP18, CE22, CE23, CE38, CE39, CT2, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Identifica correctamente el comportamiento no lineal de tipo geométrico en las estructuras y plantea su resolución.	RA1, RA5, RA6
IL2	Sí	Identifica correctamente el comportamiento no lineal debido al material en las estructuras, deduce sus leyes de comportamiento y plantea su resolución.	RA2, RA5, RA6
IL3	Sí	Identifica correctamente el comportamiento no lineal debido a problemas de sustentación en las estructuras y plantea su resolución.	RA3, RA5, RA6
IL4	Sí	Identifica correctamente el comportamiento no lineal en el análisis dinámico de estructuras y plantea su resolución.	RA4, 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. Trabajo de clase **10%**

Descripción. Se valorará el trabajo de clase, mediante el control estadístico de asistencia y la participación activa del alumno durante las clases.

Criterios de calificación. Se valorará, (sobre 10 puntos) un 50% la asistencia y un 50% la participación en las actividades de clase. Para obtener calificación será preciso haber asistido a un mínimo del 50% de las clases.

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. Resolución individual de ejercicios y problemas	**30%**

Descripción. Consiste en la resolución individual de ejercicios de la materias tratadas en clase, que será realizada por el alumno de forma autónoma, con el apoyo de los profesores de la asignatura. Los ejercicios se entregarán de acuerdo con un calendario programado para su evaluación.

Criterios de calificación. Los ejercicios entregados serán valorados cada uno sobre 10 puntos. La calificación obtenida será la media aritmética de las notas de los ejercicios.

Momento y lugar: Durante el curso**.**

PE3. Examen final **60%**

Descripción. Consiste en un único examen cuya duración será entre 2 y 3 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación. Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media ponderada de las notas de los ejercicios. Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en este examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Será la mayor de las dos siguientes:

- La media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, excepto para los alumnos que en el examen final obtengan una calificación inferior a 4, que suspenderán la asignatura en todo caso.
- La calificación obtenida en el examen final.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a cinco.

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 de evaluación PE1 y PE2 obtenidas en ese curso (no son válidas las obtenidas en cursos anteriores).

7.2. Mediante “sólo prueba final”

Descripción. Consiste en un único examen igual al examen final descrito para evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media ponderada de las notas de los ejercicios.

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.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo I. Introducción	
Tema 1. Comportamiento no lineal de estructuras Causas de la no linealidad: geometría, material, otras. Consecuencias de la no linealidad. Ejemplos.	IL1
Capítulo II. No linealidad geométrica	
Tema 2. Tipos de no linealidad geométrica Grandes desplazamientos, grandes giros, grandes deformaciones. Segundo orden.	IL1

Tema 3. Planteamiento analítico Cálculo de segundo orden en barras y lajas. Carga crítica de Euler.	IL1
Tema 4. Método de la matriz de rigidez geométrica Aplicación al cálculo matricial de estructuras de barras. Aplicación al método de los Elementos Finitos.	IL1
Tema 5. Método de grandes desplazamientos Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos. Resolución de problemas con cables y mallas tesas.	IL1
Capítulo III. No linealidad del material	
Tema 6. Tipos de no linealidad del material Comportamiento elástico no lineal, plástico, viscoelástico, fisuración, elementos de elasticidad y elementos estructurales.	IL2
Tema 7. Modelos de comportamiento del material Elasticidad no lineal, plasticidad, viscoelasticidad.	IL2
Tema 8. Modelos de comportamiento seccional Diagramas momento curvatura. Modelo multicapa. Ductilidad.	IL2
Tema 9. Métodos de cálculo estructural Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos. Ejemplos: estructuras de hormigón, acero y mixtas.	IL2
Tema 10. Combinación de ambas no linealidades Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos. Métodos simplificados. Planteamiento normativo.	IL1, IL2
Capítulo IV. Otras no linealidades	
Tema 11. Condiciones de contorno Condiciones de sustentación. Problemas de contacto: deslizamiento, rodadura, rozamiento, anclaje, etc.	IL3
Capítulo V. Dinámica no lineal de estructuras	
Tema 12. Cálculo Dinámico no lineal Causas de no linealidad dinámica. Métodos de integración explícitos e implícitos. Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos.	IL4
Capítulo VI. Resolución de los cálculos estructurales no lineales	
Tema 13. Métodos numéricos de resolución Métodos iterativos e incrementales (paso a paso).	IL1, IL2, IL3, IL4
Capítulo VII. La seguridad en cálculos estructurales no lineales	
Tema 14. Formato de seguridad en cálculo no lineal Influencia de la no linealidad en el formato de seguridad. Método de los coeficientes parciales.	IL1,IL2, IL3,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 teórico-prácticas:

Las clases teórico-prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. En las clases teórico-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 las clases teóricas y teórico-prácticas y resolverá de forma autónoma los ejercicios planteados.

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:

Bathe, K.J. *Finite Element Procedures in Engineering Analysis* Prentice Hall, Inc., 1982

Clough, R.W. y Penzien, J. *Dynamics of structures* Mac Graw-Hill International

Crisfield, M.A. *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures* John Wiley & Sons Ltd, 1991

Zienkiewicz, O.C. y Taylor, R.L. *El método de los elementos finitos. Mecánica de sólidos.* CIMNE, 2010

Bibliografía complementaria:

Recursos Web:

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 (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases teóricas	Clases teórico-prácticas	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 y 2 2 h	Temas 1 y 2 1 h		Estudio y ejercicios temas 1 y 2 4 h			7 h
2	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio y ejercicios tema 3 4 h			7 h
3	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio y ejercicios tema 4 4 h			7 h
4	Temas 4 y 5 2 h	Temas 4 y 5 1 h		Estudio y ejercicios temas 4 y 5 4 h			7 h
5	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio y ejercicios tema 5 4 h			7 h
6	Temas 6 y 7 2 h	Temas 6 y 7 1 h		Estudio y ejercicios temas 6 y 7 4 h			7 h
7	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Estudio y ejercicios tema 7 4 h			7 h
8	Temas 7 y 8 2 h	Temas 7 y 8 1 h		Estudio y ejercicios temas 7 y 8 4 h			7 h
9	Temas 8 y 9 2 h	Temas 8 y 9 1 h		Estudio y ejercicios temas 8 y 9 4 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases teóricas	Clases teórico-prácticas	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
10	Temas 9 y 10 2 h	Temas 9 y 10 1 h		Estudio y ejercicios temas 9 y 10 4 h			7 h
11	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Estudio y ejercicios tema 10 4 h			7 h
12	Temas 10 y 11 2 h	Temas 10 y 11 1 h		Estudio y ejercicios temas 10 y 11 4 h			7 h
13	Tema 11 y 12 2 h	Temas 11 y 12 1 h		Estudio y ejercicios temas 11 y 12 4 h			7 h
14	Temas 12 y 13 2 h	Temas 12 y 13 1 h		Estudio y ejercicios temas 12 y 13 4 h			7 h
15	Tema 14 2 h	Tema 14 1 h		Estudio y ejercicios tema 14 4 h			7 h
Hasta el examen				preparación del examen final 13 h 30 min	Examen final 3 h		16 h 30 min
Horas	**30 h**	**15 h**		**73 h 30 min**	**3 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 Geológica

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000393	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Engineering Geology.
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ingeniería y Morfología del terreno.
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Eugenio Sanz Pérez	Pte.	Todos	L(10:00-14:00) M(12:00-14:00)	Lab. Geol. Aplicada	*esanz@caminos.upm.es*
Ignacio Menéndez-Pidal de Navascués	Secr.	Todos	J(13:00-14:00; 15:00-17:00 y 19:00-21:30)	Lab. Geol. Aplicada	*impidal@caminos.upm.es*
José Ignacio Escavy Fernández	Vocal	Todos	L(10:00-14:00) y M(10:00–14:00)	Lab. Geol. Aplicada	*ji.escavy@upm.es*
Moisés Rubin de Célix		Todos	L(18:00-20:00) y V(16:00–20:00)	Lab. Geol. Aplicada	*mrubin@mma.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, Mecánica de suelos y rocas, Geotecnia.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos suficientes de geografía general de España

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
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.

Código	Competencia
CM21.1	Conocimientos de geología aplicada, geotecnia y mecánica de suelos y de rocas, así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos, construcciones y explotaciones donde sea necesario
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica los conceptos y principios de la Ingeniería Geológica a problemas de Ingeniería Civil.	CE21, CM21.1 CM45
RA2	Justifica, describe y analiza los condicionamientos que el medio geológico impone a la viabilidad, diseño, construcción y explotación de las obras públicas, a partir de la interacción mutua.	CM21.1 CM45
RA3	Aplica los métodos experimentales de la Ingeniería Geológica en el ámbito de los Riesgos Geológicos.	CM21.1 CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Encuadra y aproxima correctamente los problemas de ingeniería en su contexto geológico atendiendo a los conocimientos de mecánica de suelo y rocas.	RA1, RA2
IL2	Sí	Describe con claridad el macizo rocoso bajo criterios de ingeniería geológica.	RA1, RA2, RA3
IL3	Sí	Analiza la influencia del agua en el macizo rocoso en función de las características geológicas del mismo con criterios de hidrogeología aplicada.	RA1, RA2, RA3
IL4	Sí	Establece criterios y diseña correctamente campañas de reconocimiento geológico y geotécnico atendiendo a los ensayos a efectuar in situ, prospección geofísica y sondeos en función de los tipos de obras, sus criterios constructivos y su explotación.	RA1, RA2, RA3
IL5	Sí	Establece criterios para la formación cartográfica de la caracterización geológica, geotécnica y geomecánica del terreno.	RA1, RA2, RA3
IL6	No	Plantea correctamente y con profundidad los problemas geológicos relativos al diseño, construcción y explotación de obras de ingeniería y aporta soluciones constructivas coherentes y factibles.	RA1, RA2
IL7	No	Aproxima con rigor técnico la descripción y mitigación de los riesgos geológicos mediante los conceptos de vulnerabilidad y peligrosidad.	RA1, 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 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. Examen parcial **45%**

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.

PE3. Examen final **45% o 90%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 1- 1,5 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 5 en el examen parcial. La realización de la esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido 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 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 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 (10%), PE2 (45%) y PE3 (45%)
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (10%), y PE3 (90%).
- 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.

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.

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 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. Introducción a la ingeniería geológica. Fundamentos y métodos. Definición e importancia de la ingeniería geológica. El medio geológico y su relación con la ingeniería. Mecánica del suelo y su relación con la ingeniería geológica. Mecánica de rocas y su relación con la ingeniería geológica.	IL1
Tema 2. Descripción aplicada de macizos rocosos. Metodología y sistemática. Descripción y zonificación del afloramiento. Caracterización de la matriz rocosa. Descripción de las discontinuidades. Parámetros del macizo rocoso. Clasificación geomecánica y caracterización global del macizo rocoso	IL2
Tema 3. Hidrogeología aplicada a la Ingeniería geológica. Formaciones geológicas y su comportamiento frente al agua.	IL3
Tema 4. Diseño, planificación, gestión y explotación de datos de las investigaciones in situ.	IL4
Tema 5. Sondeos geológicos, sondeos geotécnicos y calicatas de reconocimiento.	IL4
Tema 6. Prospección geofísica. Fundamentos, métodos y gestión de campañas geofísicas en Ingeniería civil.	IL4
Tema 7. Ensayos in situ e instrumentación del terreno.	IL4
Tema 8. Cartografía geológica y geotécnica para la caracterización geomecánica de obras de Ingeniería. Teledetección.	IL5
Tema 9. Ingeniería geológica aplicada a cimentaciones en suelos y rocas. Criterios y parámetros de diseño. Cimentaciones en terrenos singulares.	IL6
Tema 10. Ingeniería geológica aplicada a taludes en suelos y rocas. Criterios y parámetros de diseño, construcción y auscultación. Taludes en terrenos singulares. Introducción. Investigaciones in situ. Factores influyentes en la estabilidad.	IL6
Tema 11. Ingeniería geológica en túneles. Criterios geológicos de diseño. Planificación de investigaciones in situ. Cartografía geológica y geomecánica. Ingeniería geológica en la construcción de túneles. Terrenos singulares. Hidrogeología de túneles. Introducción. Investigaciones in situ. Influencia de las condiciones geológicas.	IL6
Tema 12 Ingeniería geológica en presas. Criterios geológicos de diseño, construcción y explotación. Investigación y caracterización geológica de cerradas y vasos. Permeabilidad de cerradas y vasos. Problemática de filtraciones. Problemas singulares de estabilidad de laderas y sismicidad	IL6
Tema 13. Ingeniería geológica aplicada a otras obras civiles. Canteras. Diques y otras estructuras de tierras y rocas.	IL6

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 14. Riesgos geológicos. Prevención. Peligrosidad. Vulnerabilidad. Mitigación. Mapa de riesgos.	IL6
Tema 15. Riesgos geológicos por deslizamientos y otros movimientos del terreno. Introducción movimientos de ladera.	IL6
Tema 16. Riesgos geológicos relacionados con hundimientos y subsidencias.	IL7
Tema 17. Riesgo sísmico. Sismicidad. Sismología. Fallas y terremotos. Ingeniería geológica y riesgo sísmico.	IL7

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 compresión 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:

González de Vallejo, L.I. et al. (2002). Ingeniería Geológica. Ed. Prentice Hall

Jiménez Salas, J. A. y Justo Alpañés, J. L. (1975). *Geotecnia y Cimientos II y III.* Ed. Rueda.

Waltham, A.C. (1994). Foundations of Engineering Geology. Ed. Spon.

López Marinas, J.M. (2000) Geología Aplicada a la Ingeniería Civil, Ed. Ciedossat 2000. Madrid.

Bibliografía complementaria:

Beniawski, Z.T. (1989) Engineering Rock Mass Classifications. Ed John Wiley and Sons.

Custodio, E. y Llamas, M.R. (1971) Hidrología Subterránea. Ed. Omega.

Clayton, C.R.I. et al (1995) Site Investigations. Ed.. Blackwell Science.

IAGE (1981) Rock and soils description and classification for engineering geology mapping. Bull. Of IAGE, nº 24.

IGME (1987) Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España. Madrid.

Reiter (1990) Earthquake protection. John Wiley and sons. New York.

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno.

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 1)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Tema 2 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 y 2 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Tema 3 1 h	Tema 2 2 h		Estudio tema 2 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Tema 3 y 4 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Tema 4 y 5 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 3 y 4 preparación control 6 h 15 min	Control 30 min		9 h 45 min
6	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Tema 6 1 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 y 6 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Estudio tema 6 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Tema 7 2 h	Tema 6 1 h		Preparación control intermedio 6 h 45 min	Control intermedio 2 h		11 h 45 min
10							

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 1)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
11	Tema 7 1 h	Tema 7 2 h		Estudio tema 7 4 h 45 min			7 h 45 min
12	Tema 8 3 h			Estudio tema 7 y preparación control 6 h 15 min	Control 30 min		9 h 45 min
13				Estudio tema 8. 4 h			4 h
14		Tema 8 3 h		Estudio tema 8 4 h 45 min			7 h 45 min
15	Tema 9 y 10 2 h	Tema 9 1 h		Estudio tema 9 y 10 4 h 45 min			7 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h 45 min	Examen final 2 h		8 h 45 min
Horas	**22 h**	**17 h**		**77 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.

Innovación en Procedimientos Especiales de Construcción

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000396	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Innovation of Special Construction Methods
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto cuatrimestre
Formación predoctoral	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

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Jesús Gómez Hermoso	Pte.	Todos	X (18,00 - 21,00) J (18,00 - 21,00)	Laboratorio Procedimientos de Construcción (PGC)	*jesusgomezhermoso@gmail.com*
Manuel Rivas Cervera	Vocal	Todos	L (8:30 - 14:30)	Laboratorio PGC	*manuel.rivas@upm.es*
Antonio Lara Galera		Todos	L (8:30 - 14:30)	Laboratorio PGC	*alargal@.ciccp.es*
Elena Díaz Heredia		Todos	L (8:30 - 11:30)	Laboratorio PGC	*ediaz@intemac.es*
Miguel Flórez de la Colina	Secr.	Todos	L (8:30 - 12:30)	Laboratorio PGC	*mflocol@ciccp.es*
Carlos Arévalo Sarrate		Todos	L (8:30 - 11:30)	Laboratorio PGC	*arevalo@imasp.net.*

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

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Materiales de Construcción, Procedimientos Generales de Construcción, Construcción de Estructuras de Hormigón y Acero, Infraestructuras Hidráulicas, Ingeniería Marítima, Puertos y Costas

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 adecuados, 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.
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.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.
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.
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	Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción y control de obras de ingeniería estructural y geotécnica.	CGP2, CGP4, CGP5, CE32
RA2	Desarrolla trabajos en equipo y sabe presentarlos y defenderlos públicamente	CT1, CT4, CT6

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los aspectos constructivos de los principales materiales empleados en la ingeniería civil (hormigón, acero, materiales compuestos y madera)	RA1
IL2	Sí	Conoce los procesos constructivos ligados a la aplicación de la técnica del pretensado, tanto en elementos estructurales, como en anclajes al terreno.	RA1
IL3	Sí	Conoce las técnicas de encofrados de soportes no apoyados en el terreno y sabe analizar y aplicar la más adecuado en cada ocasión.	RA1
IL4	Sí	Sabe establecer la relación entre tipología estructural de puentes y las distintas técnicas constructivas aplicadas en cada una de ellas, así como el método de puesta en obra de cada una de dichas técnicas.	RA1
IL5	Sí	Conoce los distintos métodos constructivos de túneles y su aplicación para cada uno de los tipos de terreno y tipo de infraestructura.	RA1
IL6	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas constructivas de carreteras, fundamentalmente las relacionadas con el movimiento de tierras, la extensión de firme rígido, la extensión de firme flexible y la ejecución de estructuras.	RA1

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL7	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas constructivas de ferrocarriles, fundamentalmente las relacionadas con el montaje de la superestructura en tramos nuevos, la renovación de vía y la ejecución de estructuras bajo la vía.	RA1
IL8	Sí	Establece la relación entre la tipología estructural de las presas y los materiales constructivos.	RA1
IL9	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas constructivas en presas con distintas tipologías estructurales y diversos materiales.	RA1
IL10	Sí	Conoce y sabe aplicar los procedimientos constructivos empleados en canales con sección sobre terreno y acueductos, así como la ejecución de esclusas.	RA1
IL11	Sí	Conoce y sabe aplicar las técnicas de construcción de diques marítimos de escollera, de cajones y diques flotantes, así como la fabricación de los cajones en diques flotantes.	RA1
IL12	Sí	Conoce las técnicas constructivas de conducciones submarinas.	RA1
IL13	Sí	Conoce las técnicas constructivas de edificación en general (cimentación, muros, soportes y forjados).	RA1
IL14	Sí	Conoce las técnicas constructivas más habitualmente empleadas en los edificios altos.	RA1
IL15	Sí	Conoce las técnicas constructivas empleadas en edificios de grandes luces.	RA1
IL16	No	Sabe desarrollar trabajos en equipo, asumiendo su parte de la actuación y dirigiendo el equipo si fuera preciso	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. Ejercicios de clase **20%**

Descripción. Consiste en el seguimiento de las sesiones y en la resolución de los ejercicios propuestos.

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10, dependiendo del grado de participación y de la calidad en la realización de los ejercicios propuestos.

Momento y lugar: Se indicará por el Profesor, para su resolución en el aula.

PE2. Prueba intermedia **20%**

Descripción. Consistirá en la presentación de un trabajo escrito y en equipo sobre una obra y su proceso constructivo, así como el estudio de un proceso constructivo alternativo. El profesor podrá solicitar la presentación oral de este trabajo.

Criterios de calificación. Se puntuará de 0 a 10, dependiendo de la calidad del documento escrito presentado (atendiendo a los aspectos de contenido, presentación, capacidad de síntesis, concreción, claridad y orden) y de la calidad de la presentación oral realizada (atendiendo a los aspectos de claridad, sujeción al tiempo asignado y eficacia en la transmisión del contenido).

Momento y lugar: Se indicará por la asignatura, para su realización fuera del aula como trabajo de equipo.

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. Consistirá en varios ejercicios sobre los contenidos específicos de la asignatura que se hayan impartido en el aula (70%), así como de un ejercicio práctico sobre el desarrollo del proceso constructivo de una obra (30%).

Criterios de calificación. El examen final se puntuará de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua.

La calificación final de la asignatura será la media ponderada de las puntuaciones obtenidas por ejercicios de clase (20%), prueba intermedia (20%) y examen final (60%).

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

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Tanto el examen final ordinario, como el extraordinario, constarán de dos partes:

1. Varios ejercicios sobre los contenidos específicos de la asignatura que se hayan impartido en el aula.
2. Análisis y presentación escrita del desarrollo del proceso constructivo de una obra en su totalidad o de algunos elementos de la misma.

Criterios de calificación. Cada una de las dos partes se puntuarán de 0 a 10.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "solo prueba final"

La calificación final de la asignatura será la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en la primera parte (70%) y la segunda parte (30%).

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

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Materiales **1.1.** Introducción **1.2.** Hormigón **1.3.** Acero **1.4.** Materiales compuestos **1.5.** Madera	IL1
Tema 2. Técnicas de pretensado **2.1.** Introducción **2.2.** Elementos estructurales **2.3.** Anclaje al terreno	IL2
Tema 3. Encofrados independientes del suelo para núcleos y soportes **3.1.** Encofrado trepante **3.2.** Encofrado autotrepante **3.3.** Encofrado guiado **3.4.** Encofrado deslizante	IL3
Tema 4. Puentes **4.1.** Introducción. Tipologías estructurales versus procedimientos constructivos	IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
4.2. Tablero de vigas prefabricadas **4.3.** Tablero por voladizos sucesivos **4.4.** Tablero empujado **4.5.** Arco con tablero superior (arco cimbrado, arco prefabricado y abatido, atirantamiento provisional, atirantamiento desde pilono provisional) **4.6.** Arco con tablero inferior (arco construido sobre tablero, tablero "colgado tras ejecución de arco, izado de arco) **4.7.** Arco con tablero intermedio **4.8.** Atirantado (voladizos sucesivos, tablero + atirantamiento a pilono) **4.9.** Colgante	
Tema 5. Túneles **5.1.** Perforación y explosivos **5.2.** Método austríaco. Método de Madrid **5.3.** Tuneladora	IL5
Tema 6. Carreteras **6.1.** Movimiento de tierras **6.2.** Firmes flexibles **6.3.** Firmes rígidos **6.4.** Estructuras (puentes, falsos túneles, marcos)	IL6
Tema 7. Ferrocarriles **7.1.** Superestructura ferroviaria **7.2.** Renovación de vía **7.3.** Estructuras (puentes, pasos inferiores con empuje oleohidráulico)	IL7
Tema 8. Obras hidráulicas **8.1.** Presas. Introducción. Tipologías versus materiales **8.2.** Presas de gravedad, arco y arco-gravedad. Hormigón vibrado **8.3.** Presas de gravedad. Hormigón compactado con rodillo **8.4.** Presas de gravedad. Materiales sueltos **8.5.** Canales. Sección tipo excavada **8.6.** Acueductos **8.7.** Esclusas	IL8, IL9, IL10
Tema 9. Obras marítimas **9.1.** Introducción **9.2** Diques de escollera **9.3.** Diques de cajones y fabricación en diques flotantes **9.4.** Diques flotantes **9.5.** Conducciones submarinas (saneamiento, abastecimiento de agua, comunicaciones)	IL11, IL12
Tema 10. Edificación **10.1.** Introducción **10.2.** Cimentación **10.3.** Muros de plantas sótano (encofrados a una o dos caras, muros pantalla) **10.4.** Soportes (pilares, pantallas, núcleos) **10.5.** Forjados	IL13
Tema 11. Edificios altos **11.1.** Introducción	IL14

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
11.2. Cimentación	
11.3. Muros de plantas sótano	
11.4. Soportes	
11.5. Forjados	
Tema 12. Edificios de grandes luces	IL15
12.1. Introducción	
12.2. Recintos feriales	
12.3. Polideportivos	
12.4. Auditorios	
12.5. Aeropuertos	
12,6. Estadios	

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 diferentes temas, 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. Las explicaciones de carácter teórico se completarán con la presentación de vídeos ilustrativos de los procesos constructivos desarrollados.

Clases prácticas:

A lo largo del curso, y con el formato de “conferencias invitadas” se presentarán algunas obras por los técnicos que las hayan desarrollado, tanto en su fase de proyecto como de construcción.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Si las circunstancias lo permiten se realizarán visitas a proyectos en construcción, ya sea de obras nuevas o de rehabilitación. Estas visitas podrán dar lugar al desarrollo de un trabajo sobre las mismas.

Trabajos autónomos:

El estudiante deberá examinar en profundidad los procedimientos constructivos explicados en clase, asimilando sus implicaciones para la resolución de las preguntas de examen, a corto plazo, y afrontar los que se le presenten en el ejercicio profesional, a medio y largo plazo.

Trabajos en grupo:

Se realizará un trabajo en equipo consistente en la redacción de un documento escrito, en base a un protocolo del trabajo. El profesor podrá solicitar la presentación oral de este trabajo.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Gómez Hermoso, J., *Técnicas aplicadas de construcción*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.

Gómez Hermoso, J. y otros, *Puentes atirantados españoles. 2005-2010. Procesos constructivos*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM, 2011.

Gómez Hermoso, J y otros, *Procesos constructivos 2. Puentes arco españoles 2005-2010*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM, 2012.

Gómez Hermoso, J. y otros, *Procesos constructivos 3. Edificios altos españoles 2005-2012, 2015.*

Bibliografía complementaria:

ACHE, *Construcción de edificios altos*, Publicado por ACHE y Colegio de ICCP, 2008.

ACHE, *Recomendaciones relativas a seguridad y salud para la ejecución de estructuras de hormigón. Puentes y estructuras de edificación convencionales*, Publicado por ACHE, 2011.

ACHE, *Proyecto de edificios altos*, Publicado por ACHE, 2013.

Arévalo Sarrate, C., *Seguridad y Salud en el proceso constructivo,* Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.

Díaz Heredia, E., *Prefabricación,* Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.

Díaz del Río, *Manual de maquinaria de construcción,* McGrau-Hill.

Flórez de la Colina, M., *Sistemas de elevación. Grúas*, Servicio Publicaciones ETS ICCP UPM.

Organismo Público Puertos del Estado. ROM 2.0/11, *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.*

Vallarino, E., *Tratado básico de presas*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Seinor, 2006.

Recursos Web:

moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/

www.upm.es/institucional/UPM/Biblioteca/RecursosInformacion → Ingebook

Equipamiento específico:

Instalaciones, equipos y material de laboratorio de Procedimientos Generales de Construcción

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
1	Introducción Tema 1 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 Min
2	Temas 1, 2 y 3 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
3	Tema 4 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
4	Tema 4 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
5	Tema 4 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
6	Temas 4 y 5 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
7	Temas 5 y 6 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
8	Tema 7 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otros actividades	Horas
9	Temas 7 y 8 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
10	Tema 8 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
11	Tema 8 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
12	Tema 9 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
13	Temas 9, 10 y 11 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
14	Tema 11 1 h	Conferencia invitada 2 h		Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
15	Tema 12 3 h			Estudio personal 3 h 15 min			6 h 15 min
Fuera horario				Elaboración del trabajo de curso 13 h 30 min			13 h 30 min
Hasta el examen				Preparación examen final 12 h 15 min	Examen final 2 h		14 h 15 min
Horas	**37 h**	**8 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.

Proyecto, cálculo y construcción de puentes

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000388	4,5	Optativa del Máster de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	Estructuras, cimientos, construcción y materiales	Español

Nombre en inglés	Design, analysis and construction of bridges.
Materia	Puentes
Departamento	Mecánica de medios continuos y teoría de estructuras.
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Ángel Astiz Suárez	Pte.	Todos	M (10-14)	Torre 9ª	*miguel.a.astiz@upm.es*
José Manuel Simón Talero	Secr	Todos	L(14-16) M(14-16)	Torre 9º	jm.simon-talero@upm.es
Diego Guillermo Manzanal	Vocal	Todos	M (09-12) M (14-16)	Lab Mec Comp.	*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:

Morfología de puentes

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia	Nivel de adquisición
****	Conocimientos de la forma y comportamiento de los puentes, así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos o construcción de puentes no convencionales o de luces medias o grandes.	4
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil	3

Niveles de adquisición:
1: conocimiento
2: comprensión
3: aplicación
4: análisis y síntesis

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Plantea el proyecto de un puente sobre la base de los datos de trazado, funcionalidad, topografía y geotecnia disponibles	******* CM45
RA2	Aplica los métodos y modelos de cálculo de estructuras para el análisis del comportamiento de los puentes y para la comprobación de su seguridad	******* CM45
RA3	Plantea el método de construcción de un puente	******* CM45
RA4	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de los métodos y modelos de estructuras para el estudio de los puentes.	******* CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los distintos tipos de puentes, su comportamiento y su campo de aplicación.	RA1
IL2	Sí	Plantea las distintas alternativas posibles en el proyecto de un puente convencional de luz media o grande.	RA1, RA3, RA4
IL3	Sí	Define las dimensiones aproximadas de los distintos elementos de un puente no convencional o de luz media o grande.	RA1, RA4
IL4	Sí	Estudia correctamente el cálculo de la superestructura de un puente de luz media o grande.	RA2, RA4
IL5	No	Plantea correctamente la construcción de un puente convencional de luz media o grande.	RA1, RA3, RA4
IL6	No	Conoce la forma de abordar el estudio de los efectos sobre los puentes de algunas acciones extraordinarias.	RA2, RA4
IL7	Sí	Conoce la metodología para establecer un programa de inspección, conservación y mantenimiento de un puente.	RA1, 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. Examen parcial **35%**

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 aproximada será de 2 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	**65% o 100%**

Descripción: Constará de dos partes, con una duración aproximada de 2 horas la primera parte y 1 hora la segunda parte.

La primera 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.

La segunda 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 segunda parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4 en el examen parcial aunque pueden hacerlo si aspiran a mejorar su nota. Para los alumnos que hayan realizado el examen parcial y la segunda parte del examen final sólo se considerará la mejor de las notas obtenidas en los dos exámenes.

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 primera parte, el peso será del 65%.

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 (35%) y PE2 (70%), siempre que la calificación de PE1 y PE2 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE2 (100%), siempre que la calificación de PE2 no sea inferior a 3,5.

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 siempre que las calificaciones correspondientes a la primera y a la segunda parte superen 3,5.

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. Introducción a los puentes no convencionales o de luces medias o grandes. Condicionantes que llevan a proyectar un puente no convencional. Tipologías de puentes. Ejemplos.	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. El puente recto de sección cajón. Morfología transversal y longitudinal. Comportamiento resistente: flexión longitudinal, flexión transversal, torsión, torsión no uniforme, distorsión, aplicación de métodos numéricos, modelado del puente. Construcción: autocimbras, vigas de lanzamiento, voladizos sucesivos, dovelas prefabricadas, puentes empujados.	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 3. El puente oblicuo. Morfología. Vinculaciones. Comportamiento resistente: puente de vigas, puente losa, puente de sección cajón. Modelado. Trazado del pretensado. Aplicaciones.	IL1,IL2, IL3,IL4
Tema 4. El puente curvo. Morfología. Vinculaciones. Comportamiento resistente: puente de vigas, puente losa, puente de sección cajón. Modelado. Trazado del pretensado. Aplicaciones.	IL1,IL2, IL3,IL4
Tema 5. El puente pórtico. Morfología. Vinculaciones. Comportamiento resistente en función del terreno y de las vinculaciones. Trazado del pretensado. Tipología de apoyos. Construcción. Aplicaciones.	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 6. El puente de ferrocarril. Morfología. Particularidades de los puentes para ferrocarril de alta velocidad. Acciones específicas en puentes de ferrocarril. Normativas española y europea. Condiciones de servicio. Localización de juntas de dilatación en el puente y en la vía. Introducción a los efectos dinámicos.	IL1,IL2, IL3,IL4
Tema 7. Puentes arco. Morfología. Vinculaciones. Comportamiento resistente: arco de tablero superior, arco de tablero inferior, arco de tablero intermedio, arco tímpano, arco “network”. Construcción de arcos. Aplicaciones.	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 8. Puentes atirantados. Morfología longitudinal. Morfología transversal. Torres. Propiedades de los cables. Comportamiento de puentes atirantados frente a acciones verticales y horizontales. Cálculo de puentes atirantados. Definición del estado de referencia. Modelado. Proceso de construcción: voladizos sucesivos, sobre apoyos provisionales. Problemas de vibraciones. Aplicaciones.	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 9. Puentes extradosados. Morfología longitudinal. Morfología transversal. Torres. Propiedades de los cables. Comportamiento de los puentes extradosados frente a acciones verticales y horizontales. Cálculo de puentes extradosados. Definición del estado de referencia. Proceso de construcción.	IL1,IL2, IL3,IL4, IL5
Tema 10. Acciones extraordinarias. Socavación: descripción, investigación, diseño de la protección. Choque de barcos: descripción, acciones durante el choque, cálculo, protección contra el choque de barcos.	IL2,IL6

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 11. Inspección y mantenimiento. Gestión de puentes. Política de inspecciones periódicas. Programas de mantenimiento. Rehabilitación de puentes.	IL7
Tema 12. Puentes integrales y semi-integrales Justificación, morfología, cálculo, construcción, aplicaciones	IL1,IL2, IL3,IL4, IL7

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 compresión 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:

Hewson N.R. (2003), *Prestressed Concrete Bridges*, Thomas Telford

Manterola J. (2006), *Puentes: Apuntes para su Diseño, Cálculo y Construcción*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Menn C.(1986), *Prestressed Concrete Bridges*, BirkHäuser Verlag

Walther R., Houriet B., Isler W., Moïa P. & Klein J.F. (1999), *Cable Stayed Bridges*, Thomas Telford

Bibliografía complementaria:

Benaim R. (2008), *The Design of Prestressed Concrete* Bridges, Taylos & Francis

Calgaro J.A. (1988), Projet et Construction des Ponts: Analyse Structurale des Tabliers de Ponts, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées

Leonhardt F. (1982), Bridges, Deustche Verlags-Anstalt

Liebenberg A.C. (1992), *Concrete Bridges: Design and Construction*, Longman Scientific and Technical

Monleón S. (1997), *Ingeniería de Puentes: Análisis* Estructural, Universidad Politécnica de Valencia

Svensson H. (2012), *Cable Stayed Bridges: 40 Years of Experience Worldwide*, Wiley

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de 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 3 h 45 min			Estudio tema 1 4 h			7 h 45 min
2	Tema 2 2 h 30 min	Tema 2 1 h 15 min		Estudio tema 2 4 h			7 h 45 min
3	Tema 2 2 h 30min	Tema 2 1 h 15 min		Estudio tema 2 4 h			7 h 45 min
4	Tema 2 2 h 30 min	Tema 2 1 h 15 min		Estudio tema 2 4 h			9 h 45 min
5	Tema 3 2 h 30 min	Tema 3 1 h 15 min		Estudio tema 3 4 h			7 h 45 min
6	Tema 4 2 h 30 min	Tema 4 1 h 15 min		Estudio tema 4 4 h			7 h 45 min
7	Tema 5 2 h 30 min	Tema 5 1 h 15 min		Estudio tema 5 4 h			9 h 45 min
8	Tema 6 2 h 30 min	Tema 6 0 h 45 min		Estudio tema 6 y preparación examen parcial 6 h	Examen parcial 1 h 30 min		10 h 45 min
9							
10	Tema 7 2 h 30 min	Tema 7 1 h 15 min		Estudio tema 7 4 h			7 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
11	Tema 8 2 h 30 min	Tema 8 1 h 15 min		Estudio tema 8 y preparación control 6 h	Control 30 min		9 h 45 min
12	Tema 9 2 h 30 min	Tema 9 1 h 15 min		Estudio tema 9 4 h			7 h 45 min
13	Tema 10 2 h 30 min	Tema 10 0 h 45 min		Estudio tema 10 y preparación control 6 h	Control 30 min		9 h 45 min
14	Tema 11 2 h 30 min	Tema 11 1 h 15 min		Estudio tema 11 4 h			7 h 45 min
15	Tema 12 2 h 30 min	Tema 12 1 h 15 min		Estudio tema 12 4 h			7 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 3 h		9 h
Horas	**36 h 15 min**	**14 h 15 min**		**72 h**	**6 h 30 min**		**128 h 30 min**

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

Structural Composite Materials

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000397	4,5	Optional	Structures, Geotechnics, Construction and Materials	English

Name in Spanish	Materiales compuestos estructurales
Subject	Option of Structures, Geotechnics, Construction and Materials
Department	Materials Science
Web page	http://*moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth semester
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Javier Llorca Martínez	Chair	All	Wed & Thur (19:20-20.00)	Department of Material Science	*javier.llorca@upm.es*
Carlos Daniel González Martínez	Secr.	All	Wed & Thur (19:20-20.00)	Department of Material Science	*c.gonzalez@upm.es*
Álvaro Ridruejo Rodríguez	Member	All	Wed & Thur (19:20-20.00)	Department of Material Science	*alvaro.ridruejo@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Continuum Thermomechanics, Applied Elasticity, Computational methods in civil engineering.

Other learning requirements:

4. Assigned competences

Code	Competence
CE20	Understanding and mastery of thermomechanical of continuous media laws and capacity for implementation in their own fields of engineering such as fluid mechanics, mechanics of materials, theory of structures, etc..
CE23	Knowledge of all types of structures and materials, and ability to design, plan, implement and maintain existing structures and buildings of civil engineering.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	Selection and design of structural composite materials.	CE20, CE23

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Knowledge of the manufacturing processes, typology, properties and in service behavior of structural composite materials	SO1
AI2	Yes	Mechanical design (including failure) of simple composite structures	SO1

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Tests

Test of parts 1 and 2 (30%), test of part 3 (40%) and test of part 4 (30%). Those students who have obtained an average score equal to or higher than 50% and the minimum score in each test was equal to or higher than 30% do not need to attend the final exam.

7.2. Evaluation through "final exam only"

A final exam that will include questions and problems from parts 1, 2, 3 and 4.

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Introduction and Constituents **1.1.** Fibers **1.2.** Reinforcement architecture **1.3.** Matrices **1.4.** Interphases **1.5.** Metal-matrix composites **1.6.** Ceramic-matrix composites **1.7.** Polymer-matrix composites	AI1
Unit 2. Micromechanics of Composites **2.1.** Constitutive equations **2.2.** Elastic behaviour. **2.3.** Higro-thermal stresses. **2.4.** Conductivity **2.5.** Strength and failure	AI2
Unit 3. Macromechanics of composites **3.1.** Orthotropic lamina **3.2.** Failure criteria **3.3.** Laminate theory	AI2

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 4. Behaviour under service conditions. **4.1.** Requirements. **4.2.** Damage tolerance **4.3.** Non-destructive evaluation. **4.4.** Repairs **4.5.** Joints **4.6.** Applications of composites in Civil Engineering	AI1

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The ideas and concepts to be learned and understood by the students will be presented.

Practice lessons:

Exercises of design and simulation of composite structures will be presented and solved.

Laboratory classes:

There will not be laboratory classes.

Independent work:

The student shall study the contents explained in theory lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies.

Group work:

There are not specific tasks for workgroups.

Office hours

Tutoring will be carried out in the places and times indicated.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

Principles of Composite Materials Mechanics. R. F. Gibson. Taylor & Francis, 2011.

Introduction to Composite Materials Design. E. J. Barbero. CRC press, 2013

Composite Materials Handbook, vol. 3. Polymer-Matrix Composite Materials: Usage, Design and Analysis. MIL-HDBK-17-3F. Department of Defense, USA.

Web resources:

Web site of the subject, virtual platform (MOODLE).

Table 11. Time schedule (It can be little differences between all the groups)

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 3 h			5 h			8 h
2	Unit 1 3 h			5 h			8 h
3	Unit 1 3 h			5 h			8 h
4	Unit 1 3 h			5 h			8 h
5	Unit 2 3 h			5 h			8 h
6	Unit 2 3 h			5 h			8 h
7	Unit 2 2 h			5 h	1 h		8 h
8	Unit 3 3 h			6 h			9 h
9		Unit 3 3 h		6 h			9 h
10		Unit 3 3 h		6 h			9 h
11	Unit 3 1 h			9 h	2 h		12 h
12	Unit 4 3 h			5 h			8 h

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
13	Unit 4 3 h			5 h			8 h
14	Unit 4 2 h			7 h 30 min	1 h		10 h 30 min
Hours	**32 h**	**6 h**		**79 h 30 min**	**4 h**		**121 h 30 min**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.

Técnicas Geomáticas en Ingeniería Civil

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000394	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español

Nombre en inglés	Geomatics Applied to Civil Engineering
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales
Departamento	Ingeniería y Morfología del Terreno
Web asignatura	Moodle UPM
Período impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Marchamalo Sacristán	Secr.	Todos	M y X (11 - 14), J (11 - 13)	Labor.	*miguel.marchamalo@upm.es*
Sergio Álvarez Gallego	Vocal	Todos	L y V (10 - 13)	Labor.	*sergio.alvarez@upm.es*
Rubén Martínez Marín	Pte.	Todos	J y V (18 - 21)	Labor.	*ruben.martinez@upm.es*
José A. Sánchez Sobrino		Todos	L (16 - 19)	Labor.	*joseantonio.sanchezs@upm.es*
Juan C. Ojeda Manrique		Todos	L y M (18 - 20)	Labor.	*juancarlos.ojeda@upm.es*
Juan G. Rejas Ayuga		Todos	X (17 - 20)	Labor.	*juangregorio.rejas@upm.es*
Miguel García Gómez		Todos	M (16 - 19)	Labor.	*miguel.garciag@upm.es*
Luis Ramos Alcázar		Todos	M y J (11 - 13)	Labor.	*luis.ramos.alcazar@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:

Topografía y Cartografía. Modelos digitales del terreno (MDT).

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos de informática y SIG.

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.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CE34	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil
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 del Real Decreto.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relacionados con la ingeniería civil.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Relaciona y aplica los conceptos y técnicas geomáticas en la ingeniería civil, aplicadas a proyecto, construcción y control de infraestructuras.	CGP1, CT2
RA2	Diseña sistemas de control. Analiza, integra e interpreta los resultados de distintos sistemas y los aplica a proyecto, construcción y control de infraestructuras.	CGP18, CE34, CT7
RA3	Diseña y realiza experimentación y proyectos de I+D+i para solucionar problemas en todos los ámbitos de la ingeniería civil.	CGP6, CE33, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Maneja y aplica los conceptos de las técnicas geomáticas para la resolución de problemas geoespaciales en la ingeniería civil. Relaciona todas las disciplinas involucradas en el área de conocimiento para potenciar su aplicación a la ingeniería civil.	RA1
IL2	Sí	Es capaz de diseñas sistemas de control y analizar los resultados.	RA2
IL3	Sí	Diseña modelos matemáticos aplicados a la resolución de problemas en todos los ámbitos de la ingeniería civil.	RA3
IL4	Sí	Presenta con formato científico-técnico los resultados de experimentos y proyectos de I+D+i.	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. Participación en las explicaciones y seminarios científico-técnicos. 60%

Descripción: Consiste en la exposición por parte del profesor de temas de teoría y práctica de la geomática aplicada a la ingeniería civil, junto con la asistencia y participación en seminarios impartidos por investigadores externos y profesionales del mundo de la geomática y la ingeniería.

Las clases se desarrollarán en el aula multimedia que se disponga o a través de del aula virtual (MOODLE).

Criterios de calificación: Este módulo se evaluará mediante ejercicios cortos e informes personales a desarrollar periódicamente. Su valoración será de 0 a 10 puntos.

PE2. Realización de un informe final del curso 40%

Descripción: Se realizará un informe final con dos enfoques posibles: bibliográfico o práctico (aplicación de una tecnología) Formato: Informe de investigación y presentación con medios digitales. Se solicitará incluir las citas de la bibliografía consultada y discutida. Se valorará el carácter científico-técnico de este informe.

Criterios de calificación: El trabajo se calificará en función de su contenido y de la presentación o defensa que realice el alumno. Su valoración será de 0 a 10 puntos.

PE3. Examen final ordinario 100%

Descripción: Aquellos alumnos que habiendo participado en el proceso de evaluación continua no superen la asignatura, podrán realizar el examen final consistente en una prueba similar al trabajo propuesto durante el curso.

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

Momento y lugar: El momento lo determina la Jefatura de Estudios y el lugar será el Laboratorio de Topografía.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media ponderada de PE1 (60%) y PE2 (40%), o en su caso, si no se ha superado en el proceso de evaluación continua, se aplicará la calificación resultante de la prueba PE3 (100%).

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 puntos.

Momento y lugar: El momento lo determina la Jefatura de Estudios y el lugar será el Laboratorio de Topografía.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Instrumentación y control para la adquisición de datos sobre el terreno y su deformación	IL1
1.1. Topografía clásica y sensores geotécnicos	
1.2. Fotogrametría aérea y terrestre	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
1.3. GPS en el control de movimientos **1.4.** Láser escáner **1.5.** Teledetección **1.5.1** Principios físicos de la teledetección **1.5.2** Plataformas y sensores **1.5.3** Tratamiento digital de las imágenes **1.5.4** Métodos de análisis **1.5.5** InSAR **1.5.7** Aplicaciones en ingeniería civil y ambiental **1.5.6** Prácticas de teledetección **1.6.** Seminarios científico-técnicos	
Tema 2. Diseño de sistemas de control del terreno y alerta en tiempo real **2.1.** Bases de datos espaciales **2.2.** Integración en SIG **2.3.** Comunicaciones **2.4** Seminarios científico-técnicos	IL2
Tema 3. Modelización del terreno y aplicaciones **3.1.** MDT **3.2.** Auscultación de obras civiles **3.3.** Modelización de procesos de erosión, deslizamientos y subsidencias **3.4.** Seminarios científico-técnicos	IL3
Tema 4. Trabajo final **4.1.** Planteamiento y organización **4.2.** Definición de las actividades a realizar **4.3.** Establecimiento de los hitos **4.4.** Presentación final	IL4

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clases teórico-prácticas:

Exposición por parte del profesor de temas de teoría y práctica de la geomática aplicada a la ingeniería civil, junto con la asistencia y participación en seminarios impartidos por investigadores externos y profesionales del mundo de la geomática y la ingeniería. Además se acompañará de los ejemplos más significativos relacionados con la ingeniería civil para que el alumno comprenda mejor las posibles aplicaciones de dichas herramientas a su campo profesional. Dado el carácter marcadamente práctico de la asignatura, el alumno mantendrá en todo momento una gran participación.

Trabajos:

Se desarrollará un trabajo final de asignatura, tal y como se ha expuesto en el apartado de la evaluación, consistente en el desarrollo del tema con enfoque científico-técnico.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Chuvieco Salinero, Emilio. (2007). Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio. Edita: Ariel.

Manual del usuario “Quantum GIS”. Open source on Internet.

Martínez Marín, R., Marchamalo Sacristán, M. et al. (2013). Introducción al Sistema de Información Geográfica Quantum GIS (QGIS). Servicio de Publicaciones de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (UPM). Madrid.

Martínez Marín, R. et al. (2013). Modelos Digitales del Terreno. Servicio de Publicaciones de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (UPM). Madrid.

Sobrino, José A. (2000) Teledetección. Edita: Universidad de Valencia.

Web of Science. Acceso wok-fecyt UPM.

Recursos Web:

Área virtual (MOODLE).

Equipamiento específico:

Biblioteca del centro, del departamento y del Laboratorio de Topografía y Geomática

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 (lab. De informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Presentación y creación grupos 1 h		Tema 1.1 2 h	Estudio tema 1.1 4 h 45 min			7 h 45 min
2			Tema 1.2 3 h	Estudio tema 1.2 7 h 45 min			10 h 45 min
3			Tema 1.3 3 h	Estudio tema 1.3 7 h 45 min			10 h 45 min
4			Tema 1.4 3 h	Estudio tema 1.4 7 h 45 min			10 h 45 min
5			Tema 1.5 3 h	Estudio tema 1.5 7 h 45 min			10 h 45 min
6			Tema 2 3 h	Estudio tema 2 7 h 45 min			10 h 45 min
7			Tema 3 3 h	Estudio tema 3 7 h 45 min			10 h 45 min
8	Planteamiento del trabajo 1 h		Tema 4 2 h				3 h 45 min
9		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h
10		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h
11		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (lab. De informática)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h
13		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h
14				30 min	Control 2 h		2 h 30 min
15		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h
16		Seguimiento trabajo 1 h		Desarrollo del trabajo 5 h			6 h
17		Preparación entrega 1 h			Entrega y exposición 45 min		1 h 45 min
Horas	**2 h**	**8 h**	**22 h**	**86 h 45 min**	**2 h 45 min**		**121 h 30 min**

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

Cuarto Semestre

Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente

Control de Sistemas Hidráulicos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000402	4,5	Optativa	Hidráulica, energía y medio ambiente	Español

Nombre en inglés	Control of Hydraulic Systems.
Materia	Control de Sistemas Hidráulicos
Departamento	Hidráulica, energía y medio ambiente
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José Ignacio Sarasúa Moreno	Pte.	Todos	M y J (11-14)	Lab. Electro.	*joseignacio.sarasua@upm.es*
José Ángel Sánchez Fernández	Secr.	Todos	L y X (12-15) V (16-18)	Lab. Electro.	*joseangel.sanchez@upm.es*
Guillermo Martínez de Lucas	Vocal	Todos	J y V (11-14)	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:

Modelos matemáticos para sistemas de ingeniería civil.
Hidráulica técnica

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.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la 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.
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	Aplica y evalúa modelos avanzados de ingeniería hidráulica y medioambiental en proyecto y explotación de sistemas hidráulicos y energéticos.	CE33 CE35 CGP6 CT2
RA2	Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción, control y gestión medioambiental de sistemas hidráulicos y energéticos.	CE35 GP1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Aplica las ecuaciones dinámicas conocidas y construye un modelo dinámico a partir de ella.	RA1, RA2
IL2	Sí	Entiende y distingue las diferencias de los modelos lineales y no lineales sabiendo cuándo aplicarlos	RA1, RA2
IL3	No	Linealiza correctamente los modelos dinámicos llegando a las ecuaciones de estado	RA1, RA2
IL4	Sí	Analiza la respuesta libre y forzada del modelo así como el análisis modal	RA1, RA2
IL5	No	Elabora funciones de transferencia y las emplea en modelos dinámicos	RA1, RA2
IL6	No	Estudia correctamente la estabilidad del modelo y emplea los diagramas de Boda y Nyquist.	RA1, RA2
IL7	Sí	Introduce la realimentación en el modelo a través de un controlador, concretamente controlador PID.	RA1, RA2
IL8	Sí	Comprende el rol de las centrales hidroeléctricas en el mercado eléctrico y en la estabilidad del sistema	RA1, RA2

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

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

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

7.1. Mediante "evaluación continua"

PE1. Resolución de ejercicios prácticos **80%**

Descripción: El alumno deberá entregar diez ejercicios prácticos relacionados con los contenidos impartidos en las sesiones presenciales.

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

Momento y lugar: Los ejercicios deberán realizarse fuera del horario de clase.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final de la asignatura mediante evaluación continua será igual a la media ponderada de las calificaciones de las pruebas de evaluación anteriormente descritas. Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5 puntos.

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Examen final completo sobre los ejercicios que se han realizado en 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. Introducción al control con realimentación **1.1.** Introducción histórica **1.2.** Ejemplos de control. **1.3.** Software empleado Scilab.	IL1
Tema 2. Modelado de sistemas dinámicos **2.1.** Ecuaciones de estado **2.2.** Sistemas lineales **2.3.** Linealización **2.4.** Relaciones constitutivas. **2.5.** Ejemplos.	IL1
Tema 3. Modelos de sistemas hidráulicos no lineales **3.1.** Ecuaciones dinámicas de los principales componentes de un circuito hidráulico **3.2.** Sistema hidráulico de segundo orden **3.3.** Introducción de la elasticidad del agua y de las conducciones en el modelo.	IL2
Tema 4. Sistemas dinámicos lineales **4.1.** Linealización de las ecuaciones dinámicas de cada componente	IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
4.2. Formulación matricial del modelo	
4.3. Comparación Modelo Lineal- Modelo no lineal mediante simulación.	
Tema 5. Análisis en el dominio del tiempo	IL4
5.1. Respuesta libre y respuesta forzada.	
5.2. Análisis modal	
5.3. Observabilidad y controlabilidad	
Tema 6. Función de transferencia.	IL5
6.1. Transformada de Laplace	
6.2. Ejemplos de transformadas de funciones sencillas	
6.3. Polos, ceros y residuos	
6.4. Transformación inversa	
6.5. Ejemplos con modelos hidráulicos	
Tema 7. Análisis en el dominio de la frecuencia.	IL6
7.1. Respuesta en frecuencia. Estabilidad	
7.2. Diagrama de Bode	
7.3. Diagrama de Nyquist	
7.4. Aplicación a un modelo hidráulico	
Tema 8. Sistemas realimentados	IL7
8.1. Esquema general del control por realimentación.	
8.2. Control proporcional	
8.3. Control PID	
8.4. Estabilidad.	
8.5. Lugar de raíces	
Tema 9. Control de centrales hidroeléctricas.	IL8
9.1. Sistemas de control	
9.2. Regulador de velocidad	
9.3. Lazo de regulación primaria	
9.4. Regulación secundaria	

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 compresión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a modelos informáticos. El alumno trabajará sobre modelos similares a los resueltos por el profesor en el aula.

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. Como se indica en el apartado 7.1, en caso de optar por una evaluación continua, el alumno deberá entregar diez ejercicios prácticos relacionados con los contenidos impartidos en las sesiones presenciales.

Trabajo en grupo:

No se diseñan trabajos específicos para grupos.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Aström, K.J.; Murray, R.M. Feedback systems. An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton

Bibliografía complementaria:

Gopal, Modern Control Theory. Wiley, 1984

Director, S.W:; Rohrer, R.A. Introduction to System Theory. McGraw Hill, 1972.

Truxal, J.G. Introductory Systems Engineering.McGraw-Hill, 1972

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Hidráulica, energía y medio ambiente.

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 30 min	Tema 1 1 h 15 min		Estudio tema 1 4 h			7 h 45 min
2	Tema 2 2 h 30 min	Tema 2 1 h 15 min		Estudio tema 2 4 h			7 h 45 min
3	Tema 3 2 h 30 min	Tema 3 1 h 15 min		Estudio tema 3 4 h			7 h 45 min
4	Tema 3 2 h 30 min	Tema 3 1 h 15 min		Estudio tema 3 4 h			7 h 45 min
5	Tema 4 2 h 30 min	Tema 4 1 h 15 min		Estudio tema 4 4 h			7 h 45 min
6	Tema 5 2 h 30 min	Tema 5 1 h 15 min		Estudio tema 5 4 h			7 h 45 min
7	Tema 5 2 h 30 min	Tema 5 1 h 15 min		Estudio tema 5 4 h			7 h 45 min
8	Tema 6 2 h 30 min	Tema 6 1 h 15 min		Estudio tema 6 4 h			7 h 45 min
9	Tema 6 2 h 30 min	Tema 6 1 h 15 min		Estudio tema 6 4 h			7 h 45 min
10	Tema 7 2 h 30 min	Tema 7 1 h 15 min		Estudio tema 7 4 h			7 h 45 min
11	Tema 7 2 h 30 min	Tema 7 1 h 15 min		Estudio tema 7 4 h			7 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
12	Tema 8 2 h 30 min	Tema 8 1 h 15 min		Estudio tema 8 4 h			7 h 45 min
13	Tema 8 2 h 30 min	Tema 8 1 h 15 min		Estudio tema 8 4 h			7 h 45 min
14	Tema 9 2 h 30 min			Preparación trabajo 7 h	Exposición trabajo 1 h 15 min		10 h 45 min
15	Tema 9 2 h 30 min			Preparación trabajo 6 h	Exposición trabajo 1 h 30 min		9 h 45 min
Horas	**37 h 30 min**	**16 h 15 min**		**65 h**	**2 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.

Presas

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000405	4,5	Optativa	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Español

Nombre en inglés	Dams
Materia	Ingeniería Hidráulica
Departamento	Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/login/login.php*
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Miguel Ángel Toledo	Pte.	Todos	M (9:30-12:30) L y X (9:45-11:15)	Torre, 7ª	*matoledo@caminos.upm.es*
Rafael Morán Moya	Secr.	Todos	L (9:15-13:15) y M (9:15-11:15)	Torre, 7ª	*r.moran@upm.es*
Eduardo Salete Díaz	Vocal	Todos		Torre 7ª	*esalete@caminos.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:

Módulo de formación básica, Hidráulica técnica, Recursos hidráulicos, Obras hidráulicas, Ingeniería geotécnica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Comprensión lectora y redacción de textos técnicos. Trabajo en equipo.

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. Nivel alto.
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. Nivel alto.

Código	Competencia
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Nivel medio.
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. Nivel alto.
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. Nivel alto.
CGP6	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil. Nivel alto.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación. Nivel alto.
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. Nivel alto.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil. Nivel alto.
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil. Nivel alto.
CE34	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, cálculo, proyecto, construcción, y evaluación técnica de infraestructuras de ingeniería civil. Nivel alto.
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. Nivel alto.
CE39	Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural. Nivel alto.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y con argumento. Desarrolla la competencia transversal 4ª del Real Decreto. Nivel alto.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto. Nivel alto.
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. Nivel alto.
CT6	Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología profesional. Nivel alto.
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. Nivel alto.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica y evalúa modelos avanzados de ingeniería hidráulica y medioambiental en proyecto y explotación de sistemas hidráulicos y energéticos	CGP1 a CT7

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA2	Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción, control y gestión medioambiental de sistemas hidráulicos y energéticos	CGP1 a CT7

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce y comprende los elementos de una presa, las distintas tipologías y su evolución histórica.	RA1, RA2
IL2	Sí	Conoce y comprende y aplica los conceptos básicos relativos al funcionamiento, proyecto, construcción y explotación de presas de gravedad.	RA1, RA2
IL3	Sí	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos al funcionamiento, proyecto, construcción y explotación de presas de materiales sueltos	RA1, RA2
IL4	Sí	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos al funcionamiento, proyecto, construcción y explotación de presas bóveda.	RA1, RA2
IL5	No	Conoce y comprende los conceptos básicos relativos al funcionamiento, proyecto, construcción y explotación de presas de contrafuertes, aligeradas longitudinalmente, de bóvedas múltiples y presas vertedero.	RA1, RA2
IL6	Sí	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos al funcionamiento, proyecto, construcción y explotación de aliviaderos de presas.	RA1, RA2
IL7	Sí	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos al funcionamiento, proyecto, construcción y explotación de los desagües y tomas de presas.	RA1, RA2
IL8	Sí	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos al cimiento y sus técnicas de tratamiento.	RA1, RA2
IL9	Sí	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos a la auscultación y seguridad de presas.	
IL10	No	Conoce, comprende y aplica los conceptos básicos relativos a los recrecimientos, refuerzos y protecciones de presas, al comportamiento sísmico de presas, al efecto medioambiental de las presas, y conoce los campos de investigación en ingeniería de presas así como las técnicas habitualmente utilizadas.	RA1, 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. Actividades evaluables **60%**

Descripción: El alumno desarrollará a lo largo del curso actividades, y algunas de ellas, o todas, serán evaluables. Las actividades podrán iniciarse en clase, pero cada alumno las completará fuera del aula de forma autónoma. Las actividades también podrán consistir en test a realizar por el alumno, en el aula o a través de Moodle fuera del aula.

Criterios de calificación: Cada actividad evaluable se calificará de cero diez, correspondiendo la calificación de aprobado a la calificación de 5 sobre 10. Cada actividad tendrá un peso distinto en la nota final en función de su dificultad y tiempo de realización. Se realizará una autoevaluación y evaluación por pares, previa a la asignación final de la calificación por el profesor. Las actividades evaluables tendrán la consideración de examen final.

Momento y lugar: Las actividades evaluables se irán realizando a lo largo del curso; algunas de ellas se comenzarán en el aula y se completarán fuera del aula.

PE2. Análisis y discusión de las actividades evaluables **40%**

Descripción: Cada alumno participará en el proceso de evaluación por pares analizando y discutiendo el trabajo desarrollado por dos de sus compañeros y el suyo propio, y este trabajo, evaluado por el profesor, constituirá la parte PE2 de la evaluación.

Criterios de calificación. El análisis y discusión de las actividades evaluables se calificará de cero (0) a diez (10).

Momento y lugar. El análisis y discusión de las actividades evaluables irá realizándose a lo largo del curso, a medida que se vayan completando las distintas actividades evaluables.

PE3. Actividades de formación complementarias **20%**

Descripción: Cada alumno podrá voluntariamente participar en diversas actividades de formación complementarias optativas, como la realización de prácticas de laboratorio relativas al cálculo de presas mediante "software" especializado, o la realización de un viaje de prácticas.

Criterios de calificación. Cada actividad se calificará como "apto" o "no apto".

Momento y lugar. Cada actividad de formación complementaria optativa se realizará en el momento y lugar prefijados.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la que resulta de hacer una media ponderada de las pruebas PE1 (60%) y PE2 (40%).

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

El alumno que haya obtenido una calificación igual o superior a 4 como media ponderada de las pruebas PE1 y PE2 podrá obtener un complemento de calificación de hasta 2 puntos sobre 10 por las actividades de formación complementarias (PE3) que voluntariamente haya realizado, sin superar en ningún caso la calificación de 10, que es la máxima posible.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria, podrá acudir a la convocatoria extraordinaria. En la fecha fijada para el examen final extraordinario, el alumno tendrá que presentar nuevamente las actividades correspondientes a las pruebas PE1 y PE2 que haya desarrollado durante el curso sin alcanzar el aprobado, incorporando las mejoras necesarias. La nota del examen extraordinario será la correspondiente al conjunto de las actividades presentadas con mejoras y las que ya fueron aprobadas durante el curso. En caso de aprobar en este examen, y de haber desarrollado actividades formativas complementarias, el complemento correspondiente a éstas se aplicará también, añadiéndose a la calificación obtenida.

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 consistirá en un examen tipo test, de preguntas cortas, o el desarrollo de una actividad práctica o una combinación de las tres.

Criterios de calificación. Tanto la actividad práctica como el test o preguntas cortas se calificarán de cero a diez, correspondiendo el aprobado a la calificación de 5.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será la media de la nota obtenida en el test y en la actividad práctica, siempre que ambas sean superiores a 5. En caso contrario, la calificación será de suspenso. Para superar la asignatura, la calificación obtenida deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Introducción a la ingeniería de presas **1.1.** Elementos estructurales e hidráulicos de una presa **1.2.** Tipología de presas y su evolución histórica **1.3.** Las presas en España y en el mundo **1.4.** Presas emblemáticas	IL1
Tema 2. Presas de gravedad de hormigón vibrado (HV) y de hormigón compactado con rodillo (HCR) **2.1.** La sección tipo **2.2.** Encaje de la presa en la cerrada **2.3.** Los órganos de desagüe. Consideraciones básicas **2.4.** Cimiento y tratamiento del terreno. Consideraciones básicas **2.5.** Materiales y construcción. Juntas	IL2
Tema 3. Presas de materiales sueltos **3.1.** Tipología de presas de materiales sueltos **3.2.** La presa homogénea **3.3.** La presa de escollera con núcleo arcillosos **3.4.** La presa de pantalla de hormigón o asfáltica **3.5.** La presa de diafragma interno **3.6.** Sección tipo **3.7.** Encaje de la presa en la cerrada **3.8.** Los órganos de desagüe. Consideraciones básicas **3.9.** Cimiento y tratamiento del terreno. Consideraciones básicas **3.8.** Materiales y construcción	IL3
Tema 4. Presas arco **4.1.** Formas y funcionamiento estructural **4.2.** Encaje de la presa en la cerrada y proceso de diseño **4.3.** Los órganos de desagüe. Consideraciones básicas **4.4.** Cimiento y tratamiento del terreno. Consideraciones básicas **4.5.** Materiales y construcción. Juntas	IL4
Tema 5. Otros tipos de presas **5.1.** Presas de contrafuertes **5.2.** Presas aligeradas longitudinalmente **5.3.** Presas de bóvedas múltiples **5.4.** Presa mixtas	IL5

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
5.5. Presas vertedero	
Tema 6. Aliviaderos **6.1.** Partes de un aliviadero **6.2.** Aliviaderos de labio fijo: vertido frontal y lateral **6.3.** Aliviaderos con compuertas. Tipos de compuertas **6.4.** Canal de descarga liso y escalonado **6.5.** Trampolines de lanzamiento **6.6.** Cuencos de resalto hidráulico **6.7.** Trampolines sumergidos **6.8.** Cuencos de colchón de agua **6.9.** Aliviaderos en túnel **6.10.** Aliviaderos tipo “morning glory” **6.11.** Otros tipos de aliviaderos	IL6
Tema 7. Desagües, tomas y desvío del río **7.1.** Función y criterios de dimensionamiento de desagües y tomas **7.2.** Elementos y esquemas más frecuentes de desagües y tomas **7.3.** Embocadura. **7.4.** Conductos **7.5.** Dispositivos de cierre. Ubicación y tipología **7.6.** Aireación **7.7.** Desvío del río. Criterios de dimensionamiento y esquemas más frecuentes.	IL7
Tema 8. Cimentación y tratamiento del terreno **8.1.** Criterios de definición de la cimentación en función de las características del terreno y del tipo y dimensiones de la presa **8.2.** Tratamiento de accidentes geológicos singulares **8.3.** Pantallas de impermeabilización **8.4.** Pantallas de drenaje **8.5.** Consolidación del cimiento	IL8
Tema 9. Seguridad de presas **9.1.** Mecanismos de rotura de presas y casos históricos **9.2.** Sistema de auscultación. Diseño e interpretación de registros **9.3.** Normativa de seguridad de presas **9.4.** El análisis de riesgos	IL9
Tema 10. Miscelánea **10.1.** Recrecimientos, refuerzos y protecciones **10.2.** Las presas y los sismos **10.3.** Las presas y el medio ambiente **10.4.** Investigación en ingeniería de presas	IL10

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase teórico-prácticas:

El profesor irá exponiendo mediante intervenciones de duración variable los conceptos y técnicas necesarios para la comprensión de la materia de la asignatura y la realización de las actividades que se plantearán e irán realizando a lo largo del curso. Por tanto, no se diferencian clases teóricas y prácticas, sino que en general en todas las clases se abordarán cuestiones teóricas y prácticas.

Talleres:

Durante las clases se realizarán talleres en forma de trabajo colaborativo en grupo, con la asistencia de los profesores.

Prácticas de laboratorio o de campo:

El alumno podrá realizar, de forma optativa, prácticas de laboratorio relativas al cálculo de presas mediante “software” especializado. También de forma optativa, el alumno podrá realizar unas prácticas de campo consistentes en un viaje de prácticas a distintas presas.

Trabajo autónomo:

El alumno asimilará la materia expuesta por el profesor principalmente en el aula, y analizará sus implicaciones prácticas a través de la realización de actividades que el profesor irá planteando a lo largo del curso. El alumno completará de forma autónoma las actividades evaluables que se hayan iniciado en clase.

Trabajo en grupo:

Durante las clases se destinará una parte del tiempo a talleres en forma de trabajo colaborativo en grupo. Las actividades realizadas en grupo consistirán en la reflexión sobre aspectos teóricos o prácticos para su mejor comprensión y en la realización de actividades prácticas.

Tutorías

En las horas y lugares indicados.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Vallarino, E. (2015). *Tratado básico de presas.* Colegio de Ingenieros de Caminos. Garceta.

CNEGP (1997 y 2015). *Proyecto de presas y sus obras anejas (tomos I y II).* Ed. CNEGP

U.S. Bureau of Reclamation (1987). *Design of Small Dams.* Ed. U.S. Department of the Interior

Bibliografía complementaria:

CNEGP (1997). *Aliviaderos y desagües.* Ed. CNEGP

Álvarez, A. (1981). *Apuntes de proyecto y construcción de presas*. Ed. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Fell, R., MacGregor, P., Stapledon D., y Bell, G. (2005). *Geotechnical Engineering of Dams.* Ed. Balkema

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Unidad Docente de Presas. Software especializado para el cálculo de presas.

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

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales participadas	Trabajo colaborativo en grupo	Prácticas de laboratorio y de campo (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades evaluables (ver Nota 3)	Otras actividades (ver Nota 4)	Horas
1	Introducción 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h			4 h
2	Presas de Gravedad de hormigón vibrado (HV) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h			4 h
3	Presas de hormigón compactado con rodillo (HCR) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 1 3 h		7 h
4	Presas de materiales sueltos (I) 2 h	Actividades 1 h	Seminario sobre cálculo de presas de fábrica por el MEF	Estudio 1 h	Caso práctico 1 3 h		7 h
5	Presas de materiales sueltos (II) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 2 2 h	Eval. Caso práctico 1 2 h	8 h
6	Aliviaderos (I) 2 h	Actividades 1 h	Seminario sobre cálculo de presas de MS por MEL	Estudio 1 h	Caso práctico 2 2 h	Eval. Caso práctico 1 2 h	8 h
7	Aliviaderos (II) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 2 2 h	Eval. Caso práctico 1 1 h	7 h
8	Aliviaderos (III) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 3 3 h	Eval. Caso práctico 2 2 h	9 h
9	Desagües y tomas (I) 2 h	Actividades 1 h	Prácticas de campo: viaje de prácticas	Estudio 1 h	Caso práctico 3 3 h	Eval. Caso práctico 2 3 h	10 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales participadas	Trabajo colaborativo en grupo	Prácticas de laboratorio y de campo (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades evaluables (ver Nota 3)	Otras actividades (ver Nota 4)	Horas
10	Desagües y tomas (II) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 4 3 h	Eval. Caso práctico 3 3 h	9 h
11	Seguridad de presas (I) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 4 3 h	Eval. Caso práctico 3 2 h	9 h
12	Seguridad de presas (II) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 5 3 h	Eval. Caso práctico 4 3 h	10 h
13	Presas Arco (I) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h	Caso práctico 5 3 h	Eval. Caso práctico 4 2 h	9 h
14	Presas Arco (II) 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h		Eval. Caso práctico 5 5 h	9 h
15	Resto de temas 2 h	Actividades 1 h		Estudio 1 h			4 h
Hasta el examen				Estudio examen final 6 h 30 min			6 h 30 min
Horas	**30 h**	**15 h**		**21 h 30 min**	**30 h**	**25 h**	**121 h 30 min**

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.
NOTA 2. Son de carácter voluntario, por lo que no se consigna una estimación horaria.
NOTA 3. Se trata del trabajo autónomo que el alumno realizará fuera del aula y que será evaluado.
NOTA 4. Evaluación por pares y autoevaluación. También será trabajo evaluado.

Hydroelectric Systems Analysis

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000404	4,5	Optional	Hydraulics, Energy and Environment	English

Name in Spanish	Análisis de sistemas hidroeléctricos
Subject	Hydroelectric systems analysis
Department	Hydraulics, energy and environment
Web page	https://moodle.*upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth semester
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Juan Ignacio Pérez Díaz	Chair	All	Wed & Thur, 11:00-14:00	Electrical Engineering Laboratory	*ji.perez@upm.es*
Manuel Chazarra Jover	Secr.	All	Wed & Thur, 11:00-12:30	Electrical Engineering Laboratory	*manuel.chazarra@upm.es*
Ignacio Guisández González	Member	All	Mon, Tue, Wed 11:00-13:00	Electrical Engineering Laboratory	*i.guisandez@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Introduction to optimization techniques (3rd semester)

Other learning requirements:

Basic knowledge of linear algebra; Basic knowledge of linear programming; Basic knowledge of MatLab; Use of Microsoft Excel; Basic knowledge of pressure pipes and hydraulic similarity; Basic knowledge of statistics.

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP3	Knowledge, understanding and ability to apply the necessary legislation on the course of the profession of Civil Engineer.
CGP6	Knowledge to apply the technical and management skills in activities of R+D in the area of Civil Engineering
CGP9	Ability to plan and manage hydraulic and energy resources, including the integral water cycle management.

Code	Competence
CGP18	Right knowledge of scientific and technological aspects of the mathematical, analytical and numerical methods used in engineering, fluid mechanics, continuum mechanics, structural design, landscape engineering, marine engineering, constructions and hydroelectric facilities and linear works.
CE19	Ability to deal with and resolve advanced mathematical problems of engineering, from the problem statement to the development of the formulation and implementation in a computer program. In particular, ability to formulate, program and apply advanced analytical and numerical models for calculation, project design, planning and management, as well as ability to interpret the results obtained, in the context of civil engineering
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity.
CT3	Capacity of technical communication in English, written and oral.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student applies and evaluates advanced models of hydraulic and environmental engineering in the design and operation of hydraulic and energy systems.	CGP3 CGP9 CT3
SO2	The student applies and evaluates advanced techniques for the control and environmental management of hydraulic and energy systems.	CGP6 CGP18 CE19 CT1 CT3

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Formulates and resolves the economic dispatch of thermal generating units by means of mathematical programming techniques and correctly interprets the results.	SO2
AI2	Yes	Obtains the generation characteristic of a hydroelectric plant from the performance curves of the turbines and the plant design parameters.	SO1
AI3	Yes	Formulates and resolves the short term scheduling of a hydrothermal power system by means of mathematical programming techniques and correctly interprets the results.	SO2
AI4	Yes	Formulates and resolves the short term scheduling of a hydroelectric power plant by means of mathematical programming techniques and interprets correctly the results.	SO2
AI5	Yes	Knows the basic aspects of how the electricity markets of the Spanish electric power system operate.	SO1
AI6	Yes	Understand and correctly applies the dynamic programming principle of optimality to the long-term scheduling of a hydroelectric power plant, and obtains from the results recommendations for the short-term operation of the plant.	SO2
AI7	No	Determines by means of dynamic programming and simulation, the annual firm energy of a new hydroelectric power plant, considering different pre-design power plant parameters.	
AI8	Yes	Gets familiar with commercial optimization software tools.	SO1

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Attendance and participation **10%**

Description: Attendance and participation in the lectures.

Evaluation criteria: It will be ranked from 0 to 10 points, proportionally to the percentage of lectures attended and to the participation of the student.

Place and period: The attendance control will be carried out in the classroom during all lectures.

EM2. Resolution of practical exercises **90%**

Description: The student will have to submit several practical exercises related to the contents taught during the lectures.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10 points. The evaluation of this part will be the arithmetic mean of the delivered exercises.

Place and period: The exercises will be done outside the class time.

Result of the evaluation through "continuous assessment"

The final score will be the weighted average of the results obtained in the evaluation items 1 and 2, previously described. The course will be passed if the final score is equal or greater than 5.

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: The exam will consist of a series of theoretical and/or practical exercises, related to the contents taught during the lectures.

Evaluation criteria: The maximum points of each question will be indicated in the statement of the exam. The exam will be ranked from 0 to 10 points.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

The final score will be the one obtained in the final exam. The course will be passed if the final score is equal or greater than 5.

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Introduction to hydropower generation scheduling. Short-term hydropower generation scheduling. Long-term hydropower generation scheduling.	AI4, AI5, AI6
Unit 2. Review of mathematical programming. Linear programming. Mixed integer linear programming. Non-linear programming.	AI1, AI3, AI4
Unit 3. Economic dispatch of thermal generating units. Problem statement. Basic aspects of the performance of a thermal generating unit. Hourly production cost curve. Analytical solution by direct application of the Karush-Kuhn-Tucker conditions. λ iteration. Graphic solution. Resolution with Excel Solver and/or GAMS. Economic dispatch with transport losses.	AI1
Unit 4. Optimal scheduling of hydrothermal power systems. Problem statement. Generation characteristic of a hydroelectric unit. Generation characteristic of a hydropower plant. Analytical solution without considering start-ups and shut-downs by direct application of the	AI2, AI3

	Karush-Kuhn-Tucker conditions. ν iteration. λ-ν iteration. Resolution with Excel Solver and/or GAMS.	
Unit 5.	GAMS tutorial.	AI8
Unit 6.	Short-term hydropower scheduling in liberalised electricity markets .	AI4, AI5
	Liberalized electricity markets organization models. Market agents. Types of energy bids. Day-ahead market. Intraday markets. Power generation schedules. Short-term hydropower scheduling. Analytical solution without considering start-ups and shut-downs by direct application of the Karush-Kuhn-Tucker conditions. Water value. ν iteration. Resolution with Excel Solver and/or GAMS. Short-term scheduling of a hydropower plant in a random environment.	
Unit 7.	Long-term scheduling of hydropower systems	AI6, AI7
	Problem statement. Deterministic dynamic programming. Stochastic dynamic programming. Resolution of a long-term scheduling of a hydroelectric power plant by dynamic programming. Water value. Determination of the firm energy of a hydroelectric power plant.	

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts necessary to understand the course contents in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the taught topics.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at solving exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and engineering practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in the future career. A special emphasis will be put on the use of commercial software tools, which are currently used currently in hydropower companies.

Laboratory classes:

Tutorials of the optimization software used in the course will be given during practice lessons.

Independent work:

As indicated in 7.1, in case of choosing continuum assessment, the student shall submit several practical exercises related with the contents taught during the sessions.

Group work:

All practical exercises will be done in group. The group size will depend on the number of students enrolled on the course.

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the course content. The students can attend to office hours on the places and hours indicated above, as well as ask their questions by email.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

Nandalal, K.D.W. y Bogardi, J.J., *Dynamic Programming Based Operation of Reservoirs. Applicability and Limits*. Cambridge University Press, 2007.

Wood, A.J. and Wollenberg, B.F., *Power generation operation and control* (2nd edition). John Wiley & Sons, 1996

Complementary bibliography:

Allen, R.B. and Bridgeman, S.G., Dynamic programming in hydropower scheduling, *ASCE Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 112, no. 3, pp. 339-353, 1986.

Arce, A., Ohishi, T. and Soares, S., Optimal dispatch of generating units of the Itaipú hydroelectric plant, *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 17, no. 1, pp. 154-158, 2002.

Bertsekas, D., *Dynamic Programming. Deterministic and stochastic models*. Prentice-Hall, 1987.

Castillo, E., Conejo, A., Pedregal, P., García, R. y Alguacil, N., *Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science*. John Wiley and Sons, 2001.

Chang, G.W., Aganagic, M., Waight, J.G., Medina, J., Burton, T., Reeves, S. and Christoforidis, M., Experiences with mixed integer linear programming based approaches on short-term hydro scheduling, *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 16, no. 4, pp. 743-749, 2001.

El-Hawary, M.E. and Christensen, G.S., *Optimal economic operation of electric power systems*. Academic Press, 1979.

Finardi, E.C. and da Silva, E.L., Unit commitment of single hydroelectric plant, *Electric Power Systems Research*, vol. 75, no. 2-3, pp. 116-123, 2005.

García-González, J., Parrilla, E. and Mateo, A., Risk-averse profit-based optimal scheduling of a hydro-chain in the day-ahead electricity market, *European Journal of Operational Research*, vol. 181, no. 3, pp. 1354-1369, 2007

Pérez-Díaz, J.I., Wilhelmi, JR and Arévalo Muñoz, L, Optimal short-term operation schedule of a hydropower plant in a competitive electricity market, *Energy Conversion and Management*, vol. 51 (12), pp. 2955-2966, December 2010.

Pérez-Díaz, J.I., Wilhelmi, J.R. and Sánchez-Fernández, J.A., Short-term operation scheduling of a hydropower plant in the day-ahead electricity market, *Electric Power Systems Research*, vol. 80 (12), pp. 1535-1542, December 2010.

Piekutowski, M.R., Litwinowicz, T. and Frowd, R.J., Optimal short-term scheduling for a large scale cascaded hydro system, *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 9, no. 2, pp. 805-811, 1994.

Revelle, C.S., Earl Whitlatch, E. and Wright, J.R., *Civil and environmental systems engineering*. Prentice Hall, 1997.

Rau, N.S., *Optimization principles. Practical applications to the operation and markets of the electric power industry*. IEEE Series on Power Engineering, John Wiley & Sons, 2003.

Web resources:

Web site of the subject, virtual platform (MOODLE).

Specific equipment:

Library of the electrical engineering laboratory (EICCP).

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 3 h			Study Unit 1 2 h			5 h
2	Unit 2 3 h			Study Unit 2 3 h			6 h
3	Unit 2 3 h			Study Unit 2 3 h			6 h
4	Unit 2 3 h			Study Unit 2 3 h			6 h
5	Unit 3 2 h	Unit 3 1 h		Study Unit 3 + Ex. 1 9 h	Exercise 1		12 h
6	Unit 4 3 h			Study Unit 4 + Ex 1 9 h			12 h
7	Unit 4 1 h	Unit 4 2 h		Study Unit 4 + Ex. 2 9 h	Exercise 2		12 h
8	Unit 5 3 h			Study Unit 5 + Ex.2 9 h			12 h
9	Unit 5 1 h	Unit 5 2 h		Study Unit 5 3 h			6 h
10	Unit 6 3 h			Study Unit 6 3 h			6 h
11	Unit 7 2 h	Unit 7 1 h		Study Unit 7 8 h	Exercise 3		12 h
12	Unit 7 2 h	Unit 7 1 h		Study Unit 7 + Ext 3 9 h			12 h

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
13	Unit 7 1 h	Unit 7 2 h		Study Unit 7 + Ext. 4 9 h	Exercise 4		12 h
14				Ext. 4 6 h			6 h
Hours	**29 h**	**10 h**		**86 h**			**125 h**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.

Ingeniería Hidráulica Ambiental

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000403	4.5	Optativa	Hidráulica, Energía y Medio Ambiente	Español

Nombre en inglés	Environmental hydraulics.
Materia	Opción: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
Departamento	Ingeniería civil: hidráulica y energética.
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Luis Mediero Orduña	Pte	Todos	J (10:30 a 13:30) V (10:30-13:30)	1ª planta	*luis.mediero@upm.es*
Luis Garrote de Marcos	Vocal	Todos	M (9:00-11:00), J y V (16:00-18:00)	Lab. Sis. Inteligen-tes	*l.garrote@upm.es*
David Santillán Sánchez	Secr.	Todos	M y X (9:00-11:00), J (15:00-17:00)	Planta 10	*santillan@caminos.upm.es*
Luis Cueto Felgueroso		Todos	L (16:00-18:00), J y V (9:00-11:00)	Lab. Sis. Inteligen-tes	*luis.cueto@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:

Hidráulica técnica, Métodos computacionales en ingeniería civil

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.
CGP15	Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos, construcción, rehabilitación y conservación.

Código	Competencia
CE18	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…
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.
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 del movimiento de fluidos en lámina libre, incluyendo el transporte de partículas y contaminantes.	CE1, CE15 CE18,CE20
RA2	Comprende y domina los principios y las ecuaciones fundamentales del movimiento de fluidos en medio poroso, incluyendo el transporte de contaminantes.	CE1, CE15 CE18,CE20
RA3	Comprende y domina los aspectos técnicos de la hidráulica fluvial.	CE1, CE15, CE18, CE37
RA4	Aplica los principios de la hidráulica técnica al diseño de obras fluviales.	CE1, CE37, CT2
RA5	Aplica los principios de la hidráulica técnica al estudio de los efectos medioambientales de obras de ingeniería civil.	CE1, CE15, CE37
RA6	Desarrolla capacidad autónoma de comprensión y análisis de problemas complejos mediante métodos matemáticos y experimentales.	CE6, CT2, CT8

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Domina los fenómenos que intervienen en el movimiento del agua en el medio natural: ríos, lagos, estuarios, costas y acuíferos.	RA1, RA2
IL2	Sí	Describe las leyes que controlan el movimiento y transporte de contaminantes en lámina libre y estima el orden de magnitud de los términos que intervienen en las ecuaciones.	RA1, RA6
IL3	Sí	Describe las leyes que controlan el movimiento y transporte de contaminantes en medio poroso y estima el orden de magnitud de los términos que intervienen en las ecuaciones.	RA2, RA6

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL4	Sí	Describe las técnicas de integración numérica de las ecuaciones del movimiento para analizar fenómenos en una y dos dimensiones y valora las aproximaciones realizadas.	RA5, RA6
IL5	Sí	Domina los fenómenos que intervienen en el movimiento del agua en ríos, incluyendo la erosión y el transporte de sedimentos y contaminantes.	RA3, RA4
IL6	Sí	Diseña elementos de protección frente a la erosión en encauzamientos fluviales y calcula sus dimensiones.	RA4, RA6
IL7	No	Maneja programas de ordenador de cálculo hidrodinámico en 2D, con conocimiento de su campo de aplicación y dominio de sus limitaciones.	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 activa en la clase y realización de 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.

Criterios de calificación: Cada componente de esta prueba se valorará de 0 a 10. La calificación de la prueba será la media de las calificaciones obtenidas en sus componentes, 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 **40 %**

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.

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. Realización de un estudio de hidráulica ambiental **60 %**

Descripción: Consiste en la realización de un estudio de carácter profesional o tecnológico, dentro de los contenidos de la asignatura y de acuerdo con las indicaciones de los profesores de la asignatura. El trabajo se realizará individualmente o en grupos de 2 alumnos.

Criterios de calificación. Cada trabajo se calificará de 0 a 10.

Momento y lugar. Los trabajos se expondrán públicamente en la propia aula de clase dentro del horario ordinario de la asignatura. A lo largo del curso se definirá la fecha límite de selección de trabajos y los días de presentación de los mismos.

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, sin que este valor pueda exceder de 10.

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
Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5. Si el alumno no superase la asignatura mediante evaluación continua, deberá acudir al examen de la convocatoria ordinara mediante "solo prueba final". Si el alumno no supera la asignatura en la convocatoria ordinaria, deberá acudir al examen de la convocatoria extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final.	

7.2. Mediante "solo prueba final"

Descripción. El examen final consiste en un único examen, cuya duración será de unas 2 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios (de carácter teórico y práctico) relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada 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. Hidráulica fluvial en 1D (Modelo HEC-RAS) **1.1.** Directiva de Inundaciones y Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. **1.2.** Delimitación del Dominio Público Hidráulico. **1.3.** Delimitación de la zona de inundación. **1.4.** Bases teóricas del flujo en una dimensión. **1.5.** Cálculo hidráulico en régimen permanente. **1.6.** Sistemas de Información Geográfica (GEO-RAS). **1.7.** Modelización hidráulica de puentes.	IL5,IL6
Tema 2. Hidráulica fluvial en 2D (Modelo Iber). **2.1**. Introducción a la modelación hidrodinámica bidimensional. **2.2.** Las ecuaciones de Saint-Venant. Esquemas numéricos. Condiciones de contorno hidrodinámicas e internas. **2.3.** Los modelos de turbulencia. **2.4**. Introducción al programa Iber: preproceso, cálculo y postproceso. **2.5**. Aplicaciones prácticas: riesgo de inundación.	IL1,IL4, IL7
Tema 3. Aguas subterráneas **4.1.** Flujo en medio poroso. Ecuaciones básicas. **4.2**. Modelos de análisis de flujo. Esquemas computacionales. **4.3.** Transporte de contaminantes y dispersión. **4.4**. Modelos de transporte en medio poroso. **4.5**. Recuperación de suelos contaminados	IL1,IL3, IL7
Tema 4. Transporte de contaminantes **5.1.** Introducción a los procesos de mezcla y dispersión en cauces. **5.2**. Teoría básica de la difusión. Mezcla turbulenta. **5.3.** Dispersión turbulenta y mezcla. **5.4**. Sustancias reactivas. Ecuaciones de advección-difusión. **5.5**. Sistemas naturales: lagos, embalses y estuarios.	IL1,IL2, 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. 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 compresión 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:

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 propuestos tomando como modelo los resueltos en clase.

Trabajo en grupo:

El alumno realizará un trabajo en grupo de carácter profesional o tecnológico, dentro de los contenidos de la asignatura.

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:

Chanson (2004). *Environmental hydraulics of open channel flows.* Elsevier.

HEC (2016). HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Versión 5.0. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, Estados Unidos.

HEC (2016). HEC-RAS River Analysis System. User's Manual. Versión 5.0. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, Estados Unidos.

MARM (2011). Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Bibliografía complementaria:

Julien (2002). *River Mechanics*. Cambridge University Press.

Martín Vide (1997). *Ingeniería fluvial*. Edicions UPC.

Domenico, Schwartz (1990) *Physical and chemical hydrogeology*. Wiley.

Martin, McCutcheon (1999). *Hydrodynamics and transport for water quality modeling*. Lewis.

Hemond, Fechner-Levy (2000). *Chemical fate and transport in the environment.* Academic Press.

Dyer (2000). *Estuaries. A physical introduction*. Wiley.

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca del Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente.

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1.1 y 1.2 3 h			Estudio temas 1.1 y 1.2 3 h			6 h
2	Temas 1.3 y 1.4 2 h	Temas 1.1, 1.2 y 1.3 1 h		Estudio temas 1.3 y 1.4 4 h			7 h
3	Tema 1.5 1 h	Temas 1.4 y 1.5 1 h		Estudio tema 1.5 y control 5 h	Control 1 h		8 h
4	Tema 2.1 y 2.2 2 h	Tema 2.1 1 h		Estudio temas 2.1 y 2.2 4 h			7 h
5	Temas 2.3 y 2.4 2 h	Temas 2.2 y 2.3 1 h		Estudio temas 2.3 y 2.4 4 h			7 h
6	Tema 2.5 1 h	Temas 2.4 y 2.5 1 h		Estudio tema 2.5 y control 5 h	Control 1 h		8 h
7	Tema 3.1 y 3.2 2 h	Tema 3.1 1 h		Estudio tema 3.1 3 h		Trabajo 2 h	8 h
8	Temas 3.3 y 3.4 2 h	Temas 3.2 y 3.3 1 h		Estudio temas 3.2 y 3.3 4 h		Trabajo 2 h	9 h
9	Temas 3.5 y 3.6 2 h	Tema 3.4 1 h		Estudio temas 3.4 y 3.5 4 h		Trabajo 2 h	9 h
10		Temas 3.5 y 3.6 2 h		Estudio tema 3.6 y control 5 h		Trabajo 2 h	9 h
11	Tema 4.1 y 4.2 2 h	Tema 4.1 1 h		Estudio tema 4.1 3 h		Trabajo 2 h	8 h
12	Temas 4.3 y 4.4 2 h	Temas 4.2 y 4.3 1 h		Estudio temas 4.2 y 4.3 4 h		Trabajo 2 h	9 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 4.5 1 h	Tema 4.4 1 h		Estudio tema 4.4 4 h		Trabajo 2 h	8 h
14		Tema 4.5 2 h		Estudio tema 4.5 y control 5 h	Control 1 h		8 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 7 h 30 min	Examen final 3 h		10 h 30 min
Horas	**22 h**	**15 h**		**66 h**	**6 h**	**14 h**	**121 h 30 min**

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

Marine Energies

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000406	4,5	Optional	Hydraulics, Energy and Environment	English

Name in Spanish	Energías Marinas
Subject	Option of Structures, Geotechnics, Construction and Materials
Department	Civil Engineering: Hydraulics, Energy and Environment
Web page	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth Semester
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
José Santos López Gutiérrez	Chair	A	X, J y V, 9:00-10:30	Ports Laboratory	*josesantos.lopez@upm.es*
Vicente Negro Valdecantos,	Secr.	A	X, J y V 9:00-10:30	Ports Laboratory	*vicente.negro@upm.es*
Pedro Fernández Carrasco	Member	A	J y V, 10:30-13:30	Ports Laboratory	*pedro.fernandez@upm.es*
Mª Dolores Esteban Pérez		A	L y X, 16:30-19:30	Ports Laboratory	*mariadolores.esteban@upm.es*

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Maritime Works, Coastal Engineering and/or Ports Engineering, Maritime and Coastal and Harbour Engineering, Mathematics, Statistics, Soils and Rock Mechanics, Applied Hydraulics, Construction and Building Materials, Geology for Engineers.

Other learning requirements:

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP1	Scientific, technical and methodological ability to the continuous use of previous knowledge and the practice of professional functions such as assessment, analysis, design, calculus, project, planning, direction, management, construction, maintenance, conservation and use of civil engineering fields.

Code	Competence
CGP2	Understand all the technical, legal and property determinants which can be given in the public work project and the capacity to set different valid alternatives, in order to choose the optimal one and to stablish it correctly, anticipating the problems of its construction and using adequate methods and technologies (traditional or innovative methods). The aim should be get efficiency and to promote the progress and development of sustainable and respectful society with the environment.
CGP5	Knowledge of the profession of Civil Engineering, and activities that can be performed in the field of civil engineering.
CGP6	Knowledge to make use of technical and management capacities in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area.
CGP7	Capacity to plan, design, inspect and manage infrastructure constructions of ground transportations (roads, railways, bridges, tunnels and urban roads) and ocean transportations (harbor works).
CGP10	Capacity to make territorial planning studies, coastal studies, ordination and defense of the coast and other environmental aspects related with infrastructures.
CGP12	Capacity to plan, design and manage infrastructures, as well as their maintenance, conservation and exploitation.
CGP15	Ability to evaluate and stablish, according to the environment, the work of infrastructure projects, construction, rehabilitation and maintenance.
CGP18	Adequate knowledge of scientific and technological aspects of the mathematical, analytical and numerical methods in engineering, fluid mechanics, continuum mechanics , structural design , landscape engineering , maritime engineering , construction and hydroelectric facilities and linear works.
CE27	Knowledge and capacity to understand dynamic phenomena of oceans – atmosphere-coast and to be able to answer coastal problems, harbors and coasts, including the actuation impact in the coastal. Capacity to make studies and projects of maritime works.
CE30	Ability to plan, manage and use of infrastructures related to Civil Engineering
CE33	Capacity to apply technical knowledge in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area.
CE35	Ability to integrate and apply technical knowledge to all tasks related to assessment, maintenance, conservation, technical evaluation, conservation, operation and mathematic modelling of hydraulic and energetic resources.
CE37	Ability to integrate and apply technical knowledge to all tasks related to assessment, maintenance, conservation, technical evaluation, operation, evaluation, planning, management and physical-mathematical modeling of environmental aspects affecting infrastructures.
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity. Developing of the fourth crosscurricular competency of the Royal Decree.
CT8	Ability to design, analyse and understand relevant experiments in civil engineering.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Linked Competences
SO1	Knows and has capacity to plan, design, supervise and manage infrastructure constructions of ground transportation (roads, railways, bridges, tunnels and urban roads) or ocean transportations (harbour works).	CGP7 CE35
SO2	The student explains, knows and holds studies of territorial planning, coastal environment, the management and coastal defence, and environmental issues related to infrastructure	CGP10

Code	Learning results	Linked Competences
SO3	The student explains, knows and has adequate knowledge of scientific and technological aspects of mathematical, analytical and numerical methods in engineering, fluid mechanics, continuum mechanics, structural design, landscape engineering, maritime engineering, construction and water exploitation and linear works. The student is able to design, plan, manage, maintain, preserve and operate the infrastructure from an environmental and sustainable perspective.	CGP12 CGP15 CGP18 CE30 CE37 CE40
SO4	The student explains, knows and is capable of understanding the dynamic phenomena of oceans – atmosphere – coast and is able to give answers to the problems produced in the coast, harbours and coastlines, including the impact of working on the coast , making studies and maritime works projects	CE27 CE33
SO5	The student explains, knows and has capacity to know the technical, legal and property aspects that appear in public works project, and ability to set different valid alternatives, choosing the optimal and expressing it properly, anticipating construction problems from an environmental and sustainable perspective.	CGP2 CGP6 CGP7
SO6	The student has the ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity, and is able to design, analyse and interpret relevant experiments in civil engineering in the field of marine renewable energies.	CT1 CT8

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	The student solves the problems of designing , planning, supervising and managing works of maritime infrastructure, making the management and coastal defence from environmental aspects	SO1,SO2
AI2	Yes	The student solves scientific and technological aspects of mathematical, analytical and numerical methods in maritime engineering and the design, planning, management, maintenance, conservation and sustainable operation.	SO3
AI3	Yes	The student solves the dynamic phenomena of the ocean –atmosphere –coast and is able to give answers to the problems produced in the coast, harbours and coastlines, including the impact of working on the coast , making studies and maritime works projects	SO4
AI4	Yes	The student solves and has capacity to apply his knowledge in technical and legal aspects in the evaluation of public works project and transportation systems from a technical, environmental, constructive, legislative and planning perspective, as well as a management, conservation, maintenance and dismantling perspective.	SO5
AI5	Yes	The student has the ability to prepare an oral presentation to his classmates on one aspect or relevant experiment in civil engineering, in the field of maritime renewables energies demonstrating his ability to design, analyse and interpret these experiments.	SO6

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Participation and resolution of interactive exercises, problems, laboratory practices, practices and lectures. **10%**

Description: It consist of some exercises and activities made partial or totally at home by using the computer.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of all the exercises made during the course. The weight of this part is 10%.

Place and period: It depends on the list of topics of the subject and the possibility to make practical exercises. The exercise will be made by using the computer.

EM2. Resolution of individual exercises, research works and case- studies. **40%**

Description: It consists of solving exercises or doing a research work related to the topics studied. They will be done in or out of class.

Evaluation criteria: This part will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of all the exercises or works made during the course. The weight of this part is 40%.

Place and period: To be determined.

EM3. Oral presentations (individual or in groups) **50%**

Description: Oral presentation of a research work. It can be made individually or in groups. The topic will be related to the contents of the subject, what will be useful to understand the explanations given by the teacher.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of all the exercises made and exposed during the course. The weight of this part is 50%.

Place and period: To be determined. The presentations will be made at class.

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: The exam will consist of exercises (less than ten), related to the topics explained.

Evaluation criteria: The exam will be ranked from 0 to 10. Each exercise will be ranked from 0 to 10. The final score will be the weighted average of all the marks obtained in the exercises. Nevertheless, if the mark of an exercise is less than 3, the final score will not be greater than 4.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

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

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Introduction **1.1.** Renewable energies: advantages and disadvantages **1.2.** Marine energies: major and minor. **1.3.** Facilities to use marine energies: historical evolution, present and future forecast.	AI1
Unit 2. Technologies for the exploitation of marine energy **2.1.** Wind turbines, wave power systems, devices for harnessing ocean currents, tidal systems. **2.2.** Historical development	AI4

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
2.3. Existing devices: key features, parts of the devices, operating principles, basic operation, curve and power matrix.	
Unit 3. Energy resource **3.1.** Maritime climate: wind, waves, currents and tides. **3.2.** Available potential and profitable potential. **3.3.** Energy production **3.4.** Capacity factor **3.5.** Numerical and physical models	AI2, AI3
Unit 4. Components of an installation. **4.1.** Technological devices for energy resource use **4.2.** Prospective systems: meteorological towers, oceanographic buoys, current meters, ADCP, tide gauges. **4.3.** Electrical connection: substation or transformer centre and network connection. **4.4.** Foundations and supporting structures. Plant configuration	AI1
Unit 5. Foundations and supporting structures. **5.1.** Direct foundations: mono piles, capped piles, gravity structures, lattice structures such as tripod type or jacket and others. **5.2.** Floating supports: stabilized by ballast, stabilized by mooring lines and stabilized by inertia in flotation. **5.3.** Types of moorings: scattered, to a point and dynamic positioning. **5.4.** Characterization of the land. Actions. Fluid- structure interaction. Recommendations and structural design standards. Design criteria. Undermining and against undermining protections.	AI1, AI2
Unit 6. Construction and operation phases. **6.1.** Constructive ways **6.2.** Operating means **6.3.** Time windows and threshold work **6.4.** Planning of strategies.	AI4
Unit 7. Environmental impact. **7.1.** Flora and fauna impacts **7.2.** Visual impact **7.3.** Noise impact **7.4.** Impact on coastal dynamic	AI4
Unit 8. Other aspects. **8.1.** Beacons. **8.2.** Compatibility with human use **8.3.** Legislative and economic regulatory framework **8.4.** Costs and cost- effectiveness studies of projects	AI4
Unit 9. Minority marine energies **9.1.** Solar energy **9.2.** Thermal energy **9.3.** Biomass **9.4.** Others	AI1, AI4
Unit 10. The future of marine energies **10.1.** Multidevice systems **10.2.** Research areas. **10.3** Challenges and tendencies	AI5

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the theory concepts necessary to understand the contents of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The teacher will expose the main methods of solving problems related to facilities of the use of marine energies (wind, waves, currents, and sea level variations), selection of devices, estimation of energies resources, selection and design of foundations, as well as execution, planning, management, conservation, maintenance and decommissioning.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at the resolution of exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and engineering practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in different situations: estimation of energy resource, identification of facility's components, selection of devices, selection and design of foundations and others. The student will work in some case- studies. After that, the teacher will solve them.

Laboratory classes:

The laboratory classes will take place during the course, with the assistance of a teacher. The teacher will explain the basis, objective and methodology to be follow. The main purposes are the study of the behaviour of structures and the observation of the normal devices used in the transformation of the energy. The student will complete a questionnaire and will deliver it to the teacher when it was finished.

Independent work:

The student shall study the contents explained in theory lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies. The student will understand the logical and methodological basis. In this way, the student will be able to solve the suggested problems.

Group work:

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are detailed at the beginning of this guide for each teacher.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

ESTEBAN, M.D. (2009). Propuesta Metodológica para la Implantación de Parques Eólicas Offshore. Tesis Doctoral UPM

COASTAL ENGINEERING MANUAL (2006). CEM. U.S. Corps of Engineers. American Society of Civil Engineers, ASCE

TWIDELL, J. AND GAUDIOSI, G. (2009). Offshore Wind Power. Multi-Science Publishing Co. Ltd.

Complementary bibliography:

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 Seinor Número 26

NEGRO, V. et al. (2008). Diseño de Diques rompe olas, Segunda edición. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Seinor Número 28

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO. (1990). Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 0.2/90: Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO. (2001). Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 0.0/2001: Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias.

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO. (1992). Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 0.3/91: Acciones climáticas I: Oleaje. Anejo 3.1: Atas de Clima Marítimo en el Litoral Español.

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO. (1995). Recomendaciones para Obras Marítimas ROM 0.4/95: Acciones climáticas II: Viento.

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO. (2005). Recomendaciones para Obras Marítimas. ROM 0.5/2005: Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO (2012). Recomendaciones para Obras Marítimas ROM 2.0-11: Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre.

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.

NEGRO VALDECANTOS, V., LÓPEZ GUTIÉRREZ, J. S. y ESTEBAN PÉREZ, M.D. (2014). Problemas de Obras Marítimas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Garceta Grupo Editorial.

MULTON, B. (2011). Marine Renewable Energy Handbook. Wiley-ISTE

ESTEBAN, M. D., DIEZ, J.J., LOPEZ-GUTIERREZ, J.S. y NEGRO, V. (2011). “Why offshore wind energy?”. Renewable Energy, vol. 36, pp. 444-450.

MATUTANO, C., NEGRO, V., LÓPEZ-GUTIÉRREZ, J.-S. y ESTEBAN, M. D.(2013). “Scour prediction and scour protections in offshore wind farms”. Renewable Energy, vol. 57, pp. 358-356, Elsevier.

DNV. (2011). Design of Offshore Wind Turbine Structures (DNV-OS-J101).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. (2011). IEC 61400-3: Design requirements for offshore wind turbines

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. (2011). IEC 61400-3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines.

MATUTANO MOLINA, C. (2013). Caracterización de los sistemas de protección basados en materiales naturales destinados al control de la socavación en obras marítimas presentes en instalaciones eólicas marinas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

CHARLIER, R.H. Y FINKL, C.W. (2009). Ocean Energy: Tide and Tidal Power. Springer. CRUZ, J. (2008). Ocean Wave Energy. Springer

CRUZ, J. (2008). Ocean Wave Energy. Springer.

LYNN, P.A. (2014). Electricity from Wave and Tide: An Introduction to Marine Energy. John Wiley & Sons Ltd.

MULTON, B. (2011). Marine Renewable Energy Handbook. Wiley-ISTE

ESTEBAN, M. D., DIEZ, J.J., LOPEZ-GUTIERREZ, J.S. y NEGRO, V. (2011). "Why offshore wind energy?". Renewable Energy, vol. 36, pp. 444-450.

MATUTANO, C., NEGRO, V., LÓPEZ-GUTIÉRREZ, J.-S. y ESTEBAN, M. D.(2013). "Scour prediction and scour protections in offshore wind farms". Renewable Energy, vol. 57, pp. 358-356.

NEGRO, V, LÓPEZ-GUTIÉRREZ, J.S, ESTEBAN, M. D. y MATUTANO, C. (2014). "Uncertainties in the design of support structures and foundations for offshore wind turbines". Renewable Energy, vol. 63, pp. 125-132.

DNV. (2011). *Design of Offshore Wind Turbine Structures* (DNV-OS-J101).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. (2011). IEC 61400-3: *Design requirements for offshore wind turbines.*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. (2011). *IEC 61400-3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines.*

GERMANISCHER LLOYD WINDENERGIE. (2005). Germanischer Lloyd Rules and Guidelines, IV – Industrial Services, Part 2 – Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines.

BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH, Federal Maritime and Hydrographic Agency). (2007). BSH-No. 7005. Standard. Design of Offshore Wind Turbines.

Web resources:

Web site of the subject, virtual platform (MOODLE).

Web site of the Maritime work's subject, virtual platform (MOODLE).

Web site of the Maritime and Coastal and Harbour Engineering's subject, virtual platform (MOODLE)

*www.4*coffshore.com

Specific equipment:

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 2 h	Units 1 1 h		Study 2 h			5 h
2	Unit 2 2 h	Unit 2 1 h		Study 2 h 30 min			5 h 30 min
3	Unit 2 2 h	Unit 2 1 h		Study 4 h			7 h
4	Unit 3 2 h	Unit 3 1 h		Study 2 h 30 min			5 h 30 min
5	Unit 3 2 h	Unit 3 1 h		Study 4 h			7 h
6	Unit 4 2 h	Unit 4 1 h		Study 4 h 15 min			7 h 15 min
7	Unit 5 2 h	Unit 5 1 h		Study 3 h 30 min			6 h 30 min
8	Unit 5 2 h	Unit 5 1 h		Study 4 h 15 min			7 h 15 min
9	Unit 6 2 h	Unit 6 1 h		Study 4 h 15 min			7 h 30 min
10	Unit 7 2h	Unit 7 1 h		Study 4 h 30 min			7 h 30 min
11	Unit 8 2 h	Unit 8 1 h		Study 4 h 30 min			7 h 30 min
12	Unit 9 2 h	Unit 9 1 h		Study 3 h 30 min			6 h 30 min

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
13	Unit 10 2 h	Unit 10 1 h		Study 3 h 30 min			6 h 30 min
14				Study + Preparing the presentation 8 h 45 min	Oral presentations in groups 4 h		12 h 45 min
15				Study + Preparing the presentation + Studying the exam 15 h 15 min	Oral presentations in groups 4 h Final exam 3h		22 h 15 min
Hours	**26 h**	**13 h**		**71 h 30 min**	**11 h**		**121 h 30 min**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.

Cuarto Semestre

Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo

Aeropuertos

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000412	4,5	Optativa	Opción de Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Airports
Materia	Aeropuertos
Departamento	Ingeniería Civil: Transportes y Territorio
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan Gallego Medina	Pte.	Todos	M (9-11 y 15,30-18,30) V (9-10)	Lab. Caminos	*juan.gallego@upm.es*
Begoña Guirao Abad	Secr.	Todos	L,M (17-20)	Lab. Caminos	*bguirao@caminos.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:

Módulo de ampliación de la formación científica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
GGP8	Conocimiento de la problemática de diseño y construcción de los distintos elementos de un aeropuerto y de los métodos de conservación y explotación
CE 30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil
CE 28	Conocimientos de la ingeniería y de la planificación del transporte, funciones y modos de transporte, 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.

Código	Competencia
CE 29	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.
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.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica y evalúa modelos avanzados para la planificación, el proyecto y la gestión de aeropuertos	GGP8 CE 30, CE 28
RA3	Tiene experiencia y capacidad para desarrollar un trabajo dentro de un equipo de personas, y sabe cómo dirigirlo	CT4
RA 4	Sabe analizar y exponer (de forma oral, escrita y gráfica) los conocimientos adquiridos en esta asignatura estructurada y argumentadamente.	CT1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Sabe caracterizar el transporte aéreo y conoce los elementos del sistema aeroportuario,	RA1
IL2	Sí	Identifica y evalúa los distintos impactos que un aeropuerto genera en un territorio y su socioeconomía	RA2, RA4,RA5
IL2	Sí	Conoce y aplica correctamente los criterios generales de diseño de un aeropuerto	RA1, RA3,RA4
IL3	Sí	Conoce y aplica correctamente los criterios de diseño de pavimentos aeroportuarios y de su conservación y rehabilitación	RA1, RA3, RA4
IL4	Sí	Conoce, aplica y evalúa correctamente los modelos de gestión aeroportuaria	RA1, RA3, 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. Resolución de ejercicios y casos prácticos **20%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos (talleres), cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase, normalmente en grupos de alumnos. Los alumnos deberán exponer oralmente mediante una presentación los trabajos realizados en grupo.

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 se plantearán en las horas de clase. El ejercicio se realizará en el 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 parcial **40%**

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

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 **40% o 80%**

Descripción: Consiste en un examen formado por varias preguntas de carácter teórico y práctico, relativas a los temas de la asignatura explicados en clase. El alumno podrá examinarse de la primera parte (si no hizo el examen parcial o desea subir su calificación), y de la segunda parte. En el primer caso el peso de esta prueba será del 80%; en el caso de examinarse sólo de la segunda parte el peso será del 40%

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.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Si el alumno realizó la prueba parcial, la calificación de la asignatura vendrá dada por: 0,2xPE1 + 0,4xPE2 + 0,4xPE3. Si el alumno no realizó la prueba parcial, su calificación vendrá dada por: 0,2xPE1 + 0,8xPE3.

Para superar la asignatura, la calificación mediante evaluación continua debe ser igual o superior a 5 sobre 10.

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

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. El transporte aéreo	IL1
1.1. Características principales del transporte aéreo	
1.2. El papel de los aeropuertos en el sistema de transporte	
1.3. Ordenación de la aviación civil y legislación aeroportuaria	
1.4. Las compañías aéreas	
1.5. Impactos del aeropuerto sobre el territorio	
Tema 2. Elementos del sistema aeroportuario	IL1
2.1. El lado aire. Zona de vuelo.	
2.2. Las aeronaves. Despegue, aterrizaje y movimiento en tierra	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
2.3. El lado tierra (terminales y accesos terrestres)	
2.4. Otros elementos del sistema aeroportuario	
Tema 3. Diseño de un aeropuerto	IL2
3.1. Planimetría y altimetría	
3.2. Criterios de diseño. Recomendaciones OACI	
3.3. Diseño del área de movimiento	
3.4. Orientación de pistas. Servidumbres aeronáuticas	
3.5. Resistencia al deslizamiento de las pistas	
Tema 4. Pavimentos aeroportuarios	**IL3**
4.1. Caracterización de los pavimentos aeroportuarios (materiales)	
4.2. Diseño de pavimentos nuevos	
4.3. Rehabilitación de pavimentos	
Tema 5. Gestión aeroportuaria	**IL4**
5.1. Gestión del tráfico aéreo	
5.2. Gestión y tecnología del mantenimiento	
5.3. Gestión de la seguridad aeroportuaria	
5.4. Gestión energética de aeropuertos	
5.5. Integración modal de los aeropuertos	

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:

En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a la resolución de ejercicios correspondientes 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.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura, pero sí talleres de trabajo en grupo. Asimismo en función de las posibilidades que existan se realizarán visitas técnicas.

Trabajo autónomo:

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

Trabajo en grupo:

El 50 % de las clases prácticas se organizarán por grupos de alumnos (talleres). Los resultados de los ejercicios prácticos planteados se expondrán oralmente en clase.

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:

Horonjeff, R. et al (2010). *Planning and Design of Airports.* Edit. Mc Graw Hill. Fifth Edition.

Neufville, R. et al.(2013). *Airport Systems: planning, design and management*. McGraw-Hill Education. Second Edition

Ashford, N. et al (2011). *Airport Engineering*. John Wiley & Sons. Fourth Edition

Belobaba, P. et al (2009). *The Global Airline Industry.* John Wiley & Sons

Young, S. and Wells, A. (2011) *.Airport planning and Management.* McGraw Hill Professional. Sixth Edition.

Federal Aviation Administration (2009). Advisory Circular No. 150/5320-6E. Airport pavement design and evaluation

Bibliografía complementaria:

Carrasco, P.P. (2012). Evaluación estructural de pavimentos aeroportuarios. Cuadernos AENA. AENA. Madrid

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca de la ETSI Caminos, Canales y Puertos

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, talleres, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades (ver Nota 2)	Horas
1	Tema 1	Tema 1		Estudio tema 1			7 h
	2 h	1 h		4 h			
2	Tema 1	Tema 1		Estudio tema 1			7 h
	1 h	2 h		4 h			
3	Tema 1	Tema 1		Estudio tema 1			7 h
	2 h	1 h		4 h			
4	Tema 2	Tema 2		Estudio tema 2			7 h
	1 h	2 h		4 h			
5	Tema 2	Tema 2		Estudio tema 2			7 h
	2 h	1 h		4 h			
6	Tema 2	Tema 2		Estudio tema 2			7 h
	1 h	2 h		4 h			
7	Tema 3	Tema 3		Estudio tema 3			7 h
	2 h	1 h		4 h			
8	Tema 3	Tema 3		Estudio tema 3			7 h
	1 h	2 h		4 h			
9	Tema 3	Tema 3		Preparación ex. parcial	Ex. Parcial		12 h
	2 h	1 h		5 h	4 h		
10	Tema 4	Tema 4		Estudio tema 4			7 h
	1 h	2 h		4 h			
11	Tema 4	Tema 4		Estudio tema 4			7 h
	2h	1 h		4 h			

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, talleres, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades (ver Nota 2)	Horas
12	Tema 4 1 h	Tema 4 2 h		Estudio tema 4 4 h			7 h
13	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h			7 h
14	Tema 5 1 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 4 h			7 h
15	Tema 5 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 4 h			8 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Examen final 4 h		10 h
Horas	**23 h**	**23 h**		**67 h**	**8 h**		**121 h**

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

NOTA 2. A efectos de cómputo de créditos las actividades de evaluación (8 h) se contabilizan como trabajo en clase de profesor y alumno.

Diseño Viario

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000413	4,5	Optativa	Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Road Design
Materia	Opción Transportes, Territorio y Urbanismo
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
Web asignatura	
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
María Castro Malpica	Pte.	Todos	J (10:30-13:30) V (10:30-13:30)	Lab. Caminos	*maria.castro@upm.es*
Rafael Jurado Piña	Secr.	Todos	L (11:00-14:00) J (11:00-14:00)	Lab. Caminos	*rafael.jurado@upm.es*
Guillermo Albrecht Arquer	Vocal	Todos	X (18.00-20.00) V (18.00-20.00)	Lab. Caminos	*guillermo.albrecht@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:

Módulo de ampliación de la formación científica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Conocimientos básicos de diseño geométrico de obras lineales (a nivel de grado)

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.
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).
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.

Código	Competencia
CE33	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.
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.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.
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.
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	Aplica y evalúa modelos avanzados para el proyecto y la explotación de infraestructuras de transporte y para la gestión del medio litoral.	CE32 CE33 CE40 CE41 CGP6 CGP7 CT1 CT2 CT4 CT5 CT7
RA2	Aplica y evalúa modelos avanzados para la planificación y el proyecto urbanísticos y de redes de transporte, basados en criterios de sostenibilidad.	CGP1 CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Conoce los procedimientos utilizados en investigación sobre diseño geométrico de obras lineales	RA1, RA2
IL2	No	Diseña geométricamente una obra lineal utilizando software específico	RA1, RA2
IL3	Sí	Conoce las herramientas empleadas para la visualización del trazado y el cálculo de las distancias de visibilidad	RA1, RA2

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL4	No	Analiza la consistencia del diseño geométrico de una carretera	RA1, RA2
IL5	Sí	Conoce los equipos y técnicas de obtención de datos para la determinación del trazado de obras lineales existentes	RA1, RA2
IL6	Sí	Conoce las peculiaridades del diseño geométrico de enlaces e intersecciones de carreteras	RA1, RA2
IL7	Sí	Conoce los aspectos básicos del diseño geométrico de infraestructuras de transporte en plataforma reservada, vías urbanas con *traffic calming* y vías ciclistas	RA1, RA2
IL8	No	Optimiza el trazado de una obra lineal	RA1, RA2
IL9	Sí	Comunica eficazmente, mediante presentaciones orales, escritas y gráficas, las conclusiones de sus análisis	RA1, RA2

NOTA. Básico: Indicador de logro que deben 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. Casos prácticos **40%**

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios prácticos que se realizarán parcialmente en el aula de clase (por grupos) y serán completados, posteriormente, por los alumnos de forma autónoma.

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 realizará en la propia aula de clase en fecha prefijada y con entregas a través del Aula Virtual (Moodle) en fechas preestablecidas.

PE2. Trabajo **20%**

Descripción: el alumno deberá presentar un trabajo, propuesto por el profesor, que incluirá una búsqueda bibliográfica y el análisis de textos técnicos (artículos, capítulos de libros…).

Criterios de calificación. El trabajo se calificará de 0 a 10 puntos.

Momento y lugar: El trabajo deberá realizarse fuera del horario de clase.

PE3. Exposición **10%**

Descripción: Consiste en una exposición oral final de los trabajos desarrollados por los alumnos a lo largo de la asignatura.

Criterios de calificación. Se calificará de 0 a 10.

Momento y lugar. Se realizará en el aula durante los últimos días de clase.

PE4. Examen **30%**

Descripción. Se realizará un examen final teórico-práctico correspondiente al temario de la asignatura.

Criterios de calificación. Se valorará de 0 a 10.

Momento y lugar: Se realizará en el aula los últimos días de clase.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media aritmética ponderada de PE1, PE2, PE3 y PE4

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".

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 está formado por varios ejercicios de carácter teórico y práctico correspondientes al temario de la asignatura.

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.

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Conceptos generales **1.1.** Introducción y conceptos básicos **1.2.** Investigación de diseño geométrico **1.3.** Planteamiento de una investigación **1.4.** Búsquedas bibliográficas **1.5.** Software de diseño geométrico de obras lineales	IL1, IL2
Tema 2. Visualización del trazado y distancias de visibilidad **2.1.** Conceptos **2.2.** Simuladores **2.3.** Planteamientos 3D **2.4.** Planteamientos estocásticos	IL2, IL3
Tema 3. Consistencia del diseño **3.1.** Concepto **3.2.** Planteamientos de cálculo **3.3.** Software específico	IL4
Tema 4. Bases de datos y tratamiento de la información **4.1.** Técnicas de obtención de datos y tratamiento de la información para diseño viario (GPS, LIDAR, MMS, cartografía, SIG) **4.2.** Inventarios de características geométricas **4.3.** Procedimientos para la estimación del trazado de vías existentes **4.4.** *Building Information Modelling* (BIM)	IL5
Tema 5. Diseño de intersecciones y enlaces de carreteras **5.1.** Conceptos básicos **5.2.** Diseño de intersecciones **5.3.** Diseño de enlaces	IL6
Tema 6. Diseños no convencionales **6.1.** Diseños de infraestructuras de transporte en plataforma reservada. *Bus Rapid Transit* (BRT) **6.2.** Diseño de vías urbanas y *traffic calming* **6.3.** Diseño de vías ciclistas	IL7
Tema 7. Optimización del trazado. **7.1.** Planteamiento **7.2.** Procedimientos 7.3. Software específico	IL8
Tema 8. Presentaciones	IL9

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
8.1. Formato	
8.2. Contenido	
8.2. Exposición	

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

Talleres:

Los talleres sirven para la resolución de casos prácticos que permitan complementar las clases teóricas para la correcta compresión de la asignatura. Se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de casos similares a los que se encontrará en la vida profesional.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas, realizará los casos prácticos propuestos y un trabajo individual

Trabajo en grupo:

Los casos prácticos se llevarán a cabo en grupo.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Kraemer, C. et al. (2009): Ingeniería de carreteras, Volumen I, McGraw-Hill, Madrid.

Ministerio de Fomento (2016). Norma 3.1-IC Trazado. Ministerio de Fomento, Madrid.

Bibliografía complementaria:

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (2011). A policy on geometric design of highways and streets. AASHTO, Washington, D.C.

Federal Highway Administration (FHWA) (2013). IHSDM design consistency module. Engineer's manual, Washington, D.C.

Jha, M. K., Schonfeld, P. M., Jong, J. C., & Kim, E. (2006). Intelligent road design. WIT Press, Southampton, Boston.

Kühn, W. (2013). Fundamentals of road design. WIT Press, Southampton, Boston.

Lamm, R., Psarianos, B., & Mailaender, T. (1999). Highway design and traffic safety engineering handbook. McGraw-Hill Columbus, Ohio.

McCluskey, J. (1992). Road form and townscape. Architectural Press, London.

Ministerio de Fomento (2016). Instrucción de Carreteras: Norma 3.1-IC Trazado. Ministerio de Fomento, Madrid.

Ministerio de Fomento (2012). Guía de nudos viarios. Ministerio de Fomento, Madrid.

Puy Huarte, J. (2009). Procedimientos numéricos para el trazado de obras lineales. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

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 1 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 1 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Tema 1 1 h	Caso Práctico 1 (taller) 2 h min		Estudio tema 1 y realización Caso Práctico 1 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Tema 1 1 h	Caso Práctico 1 (taller) 2 h		Estudio tema 1 y realización Caso Práctico 1 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Tema 2 1 h	Caso Práctico 1 (taller) 2 h		Estudio tema 2 y realización Caso Práctico 1 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Tema 3 1 h	Caso Práctico 2 (taller) 2 h		Estudio tema 3 y realización Caso Práctico 2 4 h 45 min			7 h 45 min
6	Tema 3 1 h	Caso Práctico 2 (taller) 2 h		Estudio tema 3 y realización Caso Práctico 2 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 y preparación del Trabajo 6 h			9 h
8	Tema 5 1 h	Caso Práctico 3 (taller) 2 h		Estudio tema 5 y realización Caso Práctico 3 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Tema 5 1 h	Caso Práctico 3 (taller) 2 h		Estudio tema 5 y realización Caso Práctico 3 4 h 45 min			7 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
10	Tema 5 1 h	Caso Práctico 3 (taller) 2 h		Estudio tema 5 y realización Caso Práctico 3 4 h 45 min			7 h 45 min
11	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 y preparación del Trabajo 6 h			9 h
12	Tema 7 2 h	Caso Práctico 4 (taller) 1 h		Estudio tema 7 y realización Caso Práctico 4 4 h 45 min			7 h 45 min
13	Tema 7 2 h	Caso Práctico 4 (taller) 1 h		Estudio tema 7 y realización Caso Práctico 4 4 h 45 min			7 h 45 min
14	Tema 8 1 h	Seguimiento del Trabajo 2 h		Preparación del Trabajo 6 h			9 h
15				Finalización del Trabajo y preparación de la exposición 6 h 15 min	Exposición de los Trabajos. Examen 3 h		9 h 15 min
Horas	**19 h**	**23 h**		**76 h 30 min**	**3 h**		**121 h 30 min**

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

Gestión de la Circulación Viaria

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000416	4,5	Optativa	Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Traffic Management
Materia	Gestión del Tráfico por carretera
Departamento	Ingeniería Civil: Transportes y Territorio
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Begoña Guirao Abad	Pte.	Todos	M (12:00-14:00) X (12:00-13:00)	Lab.Caminos	*bguirao@caminos.upm.es*
María Castro Malpica	Secr.	Todos	J (10.30-13:30) V (10:30-13:30)	Lab.Caminos	*maria.castro@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:

Módulo de ampliación de la formación científica

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Ninguno

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CE 30	Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil
CE 33	Capacidad de aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+I dentro del ámbito de la ingeniería civil
CGP3	Conocimiento compresión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
CE 28	Conocimientos de la ingeniería y de la planificación del transporte, funciones y modos de transporte, 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.
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conoce, evalúa y aplica modelos avanzados para la gestionar la circulación viaria.	CE 28 CE 30, CE 33
RA2	Conoce la legislación aplicable a la circulación viaria, y puede evaluar las repercusiones de dicha legislación sobre la gestión de la misma.	CGP3
RA 3	Sabe analizar y exponer (de forma oral, escrita y gráfica) los conocimientos adquiridos en esta asignatura estructurada y argumentadamente.	CT1

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Sabe caracterizar la circulación viaria y analizar bases de datos asociados a la misma	RA1
IL2	Sí	Conoce y sabe aplicar la legislación vigente en materia de circulación viaria	RA2, RA3
IL2	Sí	Conoce, aplica y evalúa correctamente los modelos de gestión del tráfico en vías urbanas	RA1, RA3
IL3	Sí	Conoce, aplica y evalúa correctamente los modelos de gestión del tráfico en vías interurbanas	RA1, RA3,

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

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

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

7.1. Mediante "evaluación continua"

PE1. Resolución de ejercicios y casos prácticos **30%**

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios prácticos y talleres, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase. Más del 30 % de los trabajos realizados se realizarán en grupos de alumnos (talleres) y sus resultados se expondrán oralmente 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: Los ejercicios prácticos se plantearán en las horas de clase. Igualmente, los talleres se realizarán en el aula de clase asignada.

PE3. Examen final **70%**

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

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.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Para superar la asignatura, la calificación final (trabajo del alumno en clase 0.40 + examen final 0.60) debe ser igual o superior a 5 sobre 10.

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.

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

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. Caracterización de la circulación viaria	IL1
1.1. Magnitudes características de la circulación	
1.2. Bases de datos de tráfico	
1.3. Capacidad y nivel de servicio de una vía	
1.4. Velocidad inadecuada y velocidad excesiva	
1.5. Principios de biomecánica del accidente de tráfico	
Tema 2. Aspectos jurídico-penales de la circulación viaria I	IL1
2.1. El tráfico como competencia del Estado	
2.2. La vigilancia del tráfico	
2.3. La potestad sancionadora del Estado en materia de tráfico	
2.4. La Ley sobre la responsabilidad civil de la circulación	
2.5. La Ley sobre tráfico y circulación de vehículos a motor	
Tema 3. Aspectos jurídico-penales de la circulación viaria II	IL2
3.1. Normativa internacional gestión del tráfico y de la seguridad vial	
3.2. Autorizaciones administrativas para conducir	
3.3. Normativa aplicable a los Centros de enseñanza de la conducción	
3.4. Nulidad o lesividad de las autorizaciones para conducir	
Tema 4. Gestión del tráfico en vías urbanas	**IL3**
4.1. Caracterización del tráfico en vías urbanas.	
4.2. Análisis del flujo de peatones y ciclistas. Capacidad y nivel de servicio.	
4.3. Transporte público en autobús. Capacidad y nivel de Servicio	
4.5. La Prioridad de paso para el transporte público /autobús	
4.6. Las plataformas reservadas para el transporte público/autobús	
4.7. Calidad del servicio del transporte público	
Tema 5. Gestión del tráfico en vías interurbanas	**IL4**
5.1. La limitaciones de la velocidad como herramienta en la gestión	
5.2. Las nuevas tecnologías de la información y la gestión del tráfico	
5.3. Centros de control del tráfico.	
5.4. Gestión del tráfico en autopistas de peaje	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
5.5. Gestión del tráfico en situaciones de emergencia.	

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:

En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a la resolución de ejercicios y talleres. En ambos casos (ejercicios y talleres) se intentarán plantear situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en la resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura, pero sí talleres desarrollados en grupos de alumnos. Los talleres supondrán más de 60% del total de clases prácticas.

Trabajo autónomo:

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

Exposición oral de los trabajos::

Los resultados de los talleres serán presentados oralmente en clase

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:

ASCE (2009). U.S. Traffic Calming Manual

Edwards, J.D. (ed.) (1999); Transportation Planning Handbook, Institute of Transportation Engineers, Prentice Hall.

Ministerio del Interior (2012). Tráfico, Circulación y Seguridad Vial. Textos Legales, 14. Boletín Oficial del Estado.

Transportation Research Board (2010); Highway Capacity Manual, Washington DC.

Transportation Research Board (1999); Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality. Washington DC.

Bibliografía complementaria:

Monclús, J. (2007). Planes Estratégicos de Seguridad Vial. Fundamentos y casos prácticos. ETRASA.

Rudin-Brown, C. y Jamson, S. (2013). Behavioural Adaptation and Road Safety: Theory, Evidence and Action Taylor and Francis.

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

Biblioteca de la ETSI Caminos, Canales y Puertos

Tabla 11. Cronograma

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, talleres, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación (ver Nota 2)	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7h
2	Tema 1 1 h	Tema 1 2 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
3	Tema 1 2 h	Tema 1 1 h		Estudio tema 1 4 h			7 h
4	Tema 2 1 h	Tema 2 2 h		Estudio tema 2 4 h			7 h
5	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Estudio tema 2 4 h			7 h
6	Tema 2 1 h	Tema 2 2 h		Estudio tema 2 4 h			7 h
7	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
8	Tema 3 1 h	Tema 3 2 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
9	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Preparación ex. Parcial 5 h	Ex. Parcial 4 h		12 h
10	Tema 4 1 h	Tema 4 2 h		Estudio tema 4 4 h			7 h
11	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h			7 h

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, talleres, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación (ver Nota 2)	Otras actividades	Horas
12	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Estudio tema 4 4 h			7 h
13	Tema 5 1 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 4 h			7 h
14	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Estudio tema 5 4 h			7 h
15	Tema 5 2 h	Tema 5 2 h		Estudio tema 5 4 h	Examen final 2 h		10 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h	Prueba final 2 h		8 h
Horas	**23 h**	**23 h**		**67 h**	**8 h**		**121 h**

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

NOTA 2. A efecto de cómputo de créditos las actividades de evaluación 8 h, se contabilizan como trabajo en clase de profesor y alumnos.

Planificación y Gestión Urbana

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000415	4,5	Optativa	Transportes, Territorio y Urbanismo	Español

Nombre en inglés	Urban planning and management
Materia	Opción: Transportes, Territorio y Urbanismo
Departamento	Ingeniería Civil: Transportes y Territorio
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan A. Santamera Sánchez	Pte.	Todos	L y M (9:00-11:30)	Torre, 8ª	*santamera@caminos.upm.es*
Cristina López García de Leániz	Secr.	Todos	L (9:30-12:30)	Torre, 8ª	*clopez@caminos.upm.es*
César García Villalonga	Vocal	Todos	M (14:45-17:45)	Torre 8ª	*cesar.garciav@upm.es*
Ramón del Cuvillo Martínez-Ridruejo		Todos	J (9:30-12:30)	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:

Conocimientos básicos de Urbanismo (a nivel de la asignatura de Urbanismo de 3º de Grado en Ingeniería Civil y Territorial de la UPM) y Ordenación del Territorio.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CT1	Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo
CT5	Capacidad de ejercer las funciones profesionales de proyecto, cálculo, evaluación técnica, planificación y gestión técnica mediante el uso de la normativa europea e internacional.
CT6	Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología profesional.

Código	Competencia
CT7	Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del nivel de egreso.
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden desarrollar en el ámbito de la Ingeniería Civil.
CGP14	Capacidad de realización de estudios, planes de ordenación territorial y urbanismo y proyectos de urbanización.
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.
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.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica la normativa urbanística, estatal y autonómica, y sectorial más relevante.	CT1 CT5 CT5 CGP3 CGP5 CE29
RA2	Maneja las principales fuentes de información e instrumentos de análisis urbano, diagnostica los problemas de la ciudad y es capaz de emitir juicios acerca de ellos, formulando alternativas viables y modelos urbanos sostenibles a escala municipal y de fragmento urbano.	CT2 CGP14 CE29
RA3	Es capaz de integrarse y/o dirigir equipos pluridisciplinares para redactar los planes urbanísticos que han de materializar los modelos urbanos, en sus distintas escalas desde la perspectiva de un desarrollo sostenible.	CT1 CT4 CT6 CT7 CGP14 CE29
RA4	Proporciona los criterios y conocimientos básicos para la gestión y ejecución de los distintos instrumentos de planeamiento urbanístico.	CT2 CT7 CGP14 CE29 CE36
RA5	Aplica el marco de referencia de la ciudad europea, la evolución de la ciudad contemporánea, hacia ciudades inteligentes, y sus áreas funcionales. Explica las consecuencias de las grandes operaciones urbanas.	CT5 CGP14 CE29
RA6	Conoce la importancia del transporte urbano, y de las infraestructuras territoriales y urbanas en el planeamiento urbanístico	CGP4 CGP14 CE29

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Interpreta correctamente la normativa aplicable en urbanismo con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA1
IL2	Sí	Interpreta correctamente las determinaciones del planeamiento urbanístico general y de desarrollo aplicables en un ámbito con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA2

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL3	Sí	Tiene capacidad de dirigir, o participar en, equipos redactores de planeamiento urbanístico sostenible y de presentar públicamente sus determinaciones.	RA3
IL4	Sí	Redacta instrumentos de gestión y ejecución del planeamiento urbanístico con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA4
IL5	Sí	Plantea correctamente el marco de referencia de la ciudad europea y las nuevas tecnologías de la información y conocimiento en todas las fases de la actividad urbanística.	RA5
IL6	Sí	Integra con rigor, en el planeamiento urbanístico, el transporte urbano y las infraestructuras territoriales y urbanas.	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. Asistencia, participación, pruebas escritas de control, trabajos de planificación y ejercicios prácticos **50%**

Descripción: Consiste en la realización de una serie de pruebas escritas de control, trabajos de planificación y ejercicios prácticos, que serán propuestos en clase o mediante el Aula Virtual (Moodle), estableciéndose las condiciones y plazos para los mismos. En determinados ejercicios los alumnos deberán presentar sus trabajos en el horario de clases.

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. También se valorará la asistencia habitual (que deberá ser superior al 80%) y participación en las clases. Para obtener una calificación en PE1. Será requisito la asistencia mínima establecida.

Momento y lugar: Las pruebas escritas de control individual se realizarán en las horas de clase, los trabajos de planificación y ejercicios prácticos se plantearán en las horas de clase o a través del Aula Virtual (Moodle). Se realizarán, individualmente o por grupos, durante el curso en las horas de clase o de trabajo individual previstas en el cronograma.

PE2. Examen final **50% o 100%**

Descripción: Con una duración aproximada de 3 horas. Estará formado por varias preguntas de carácter teórico y ejercicios prácticos. Podrán incluirse preguntas de test.

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

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5. El alumno, para superar la asignatura mediante evaluación continua, deberá alcanzar una calificación superior a 4 en Asistencia, participación y ejercicios prácticos (PE1) y Examen final (PE2).

Los alumnos que no superen la asignatura mediante evaluación continua y hubieran alcanzado una calificación superior a 5 en Asistencia, participación, pruebas escritas de control. trabajos de planificación y ejercicios prácticos (PE1) conservarán dicha calificación para el examen extraordinario.

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 previsto para los alumnos de evaluación continua.

Criterios de calificación. Serán los mismos previstos para el Examen final para los alumnos de evaluación continua.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

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

Para el examen extraordinario son de aplicación la descripción, criterios de calificación y momento y lugar determinados para el Examen final.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. El planeamiento general. **1.1.** Información Urbanística y Estudios Complementarios **1.2.** El Avance de Planeamiento. **1.3.** Metodología para su elaboración y documentación. **1.4.** Revisión de un Plan General ya redactado. **1.5.** Las Normas Subsidiarias Municipales. **1.6.** Los Proyectos de Delimitación de Suelo Urbano.	IL1 IL2 IL3
Tema 2. El planeamiento parcial. **2.1.** Información Urbanística y Planos de Información. **2.2.** Criterios de Ordenación. Cálculo de sistemas locales. **2.3.** Memoria Justificativa. **2.4.** Planos de Ordenación. **2.5.** Ordenanzas reguladoras **2.6.** Plan de Etapas y Estudio Económico-Financiero.	IL2 IL3
Tema 3. Otros instrumentos de planeamiento **3.1.** Los Planes Especiales. Revisión de un Plan Especial ya redactado. **3.2.** Los Estudios de Detalle. Revisión de un Estudio de Detalle ya redactado. **3.3.** Los Programas de Actuación Urbanística de la ley de 1976. **3.4.** Planes de Sectorización, Programas de Actuación Integrada y análogos. Revisión de documentos ya redactados.	IL2 IL3
Tema 4. La tramitación ambiental del planeamiento. **4.1.** Normativa estatal y autonómica. **4.2.** Procedimiento y alcance de la documentación. **4.3.** Evaluación Ambiental Estratégica. Revisión de un documento ya redactado.	IL3 IL4
Tema 5. La planificación estratégica de ciudades. **5.1.** Planificación urbanística tradicional y planificación estratégica. **5.2.** El Plan Estratégico, procedimiento, alcance y documentación. **5.3.** Política de información y participación ciudadana. **5.4.** Implantación y evaluación del Plan Estratégico. Revisión de un documento ya redactado.	IL3 IL5 IL6

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 6. Legislación sectorial. **6.1.** Incidencia en el urbanismo. **6.2.** Legislación sectorial básica.	IL1
Tema 7. Legislación urbanística autonómica. **7.1.** Especialidades urbanísticas de la legislación autonómica. **7.2.** El planeamiento. **7.3.** La gestión y ejecución.	IL1
Tema 8. Marco de referencia de la ciudad europea. **8.1.** La Estrategia Europa 2020. **8.2.** La regeneración urbana integrada. **8.3.** El enfoque integrado de las políticas de desarrollo urbano. **8.4.** Principales problemas de la ciudad actual. **8.5.** Desafíos de las ciudades del futuro.	IL5
Tema 9. Estructura y evolución de la ciudad contemporánea. **9.1.** La estructura y forma de la ciudad contemporánea. **9.2.** Subáreas diferenciables de la ciudad.	IL5
Tema 10. Los usos urbanísticos en la ciudad contemporánea. **10.1**. Las áreas residenciales. **10.2.** Las áreas de actividad terciaria y comercial. **10.3.** Las áreas industriales. **10.4.** Los espacios de actividad económica: parques empresariales y parques científicos y tecnológicos. **10.5.** Los equipamientos colectivos. **10.6.** Los espacios verdes públicos.	IL5
Tema 11. La ciudad del futuro. Smart cities. **11.1.** Qué es una 308cces city. **11.2.** Fuentes de valor de una 308cces city. **11.3.** Gobierno y ciudadanía. **11.4.** Las nuevas tecnologías en la ciudad. **11.5.** Aplicación a las infraestructuras. **11.6.** Hoja de ruta y recomendaciones.	IL6
Tema 12. El paso del planeamiento a la gestión y ejecución urbanísticas. **12.1.** Presupuestos jurídicos. **12.2.** Sujetos intervinientes. **12.3.** Formas de gestión y ejecución. **12.4.** Actuaciones asistemáticas y sistemáticas.	IL4
Tema 13. Aprovechamientos urbanísticos y equidistribución. **13.1.** Clases de aprovechamientos objetivos y subjetivos. **13.2.** La gestión urbanística del aprovechamiento. **13.3.** Transferencias de aprovechamiento.	IL4
Tema 14. Los sistemas de actuación. **14.1.** Compensación, concepto, la Junta de Compensación, Bases y Estatutos, el Proyecto de Compensación. **14.2.** Cooperación, concepto, el Proyecto de Reparcelación. **14.3.** Expropiación, concepto, el justiprecio, expropiación convenida. **14.4.** Agente Urbanizador, concepto y procedimiento. **14.5.** Otros sistemas de actuación.	IL4

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
14.6. Revisión de un Proyecto de Compensación ya redactado.	
Tema 15. Obtención y ejecución de las redes públicas. **15.1.** Obtención en actuaciones sistemáticas. **15.2.** La ocupación directa. **15.3.** Permuta forzosa. **15.4.** Expropiación. **15.5.** La ejecución de las redes públicas.	IL4
Tema 16. Valoraciones urbanísticas. **16.1.** Objeto de las valoraciones. **16.2.** Criterios generales de valoración. **16.3.** Valoración en las distintas situaciones de suelo. **16.4.** Indemnizaciones.	IL4
Tema 17. Registro de la Propiedad y actuaciones urbanísticas. **17.1.** Actos inscribibles. **17.2.** Los proyectos de equidistribución. **17.3.** Las expropiaciones urbanísticas. **17.4.** Cesión de terrenos. **17.5.** Aprovechamientos urbanísticos. **17.6.** Actos de parcelación. **17.7.** Anotaciones preventivas.	IL4
Tema 18. Construcción de las infraestructuras territoriales y urbanas. **18.1.** Principios básicos. **18.2.** Secuencia de las actividades básicas. **18.3.** Ciclos: ejecución, inspección y control.	IL6
Tema 19. Grandes operaciones urbanas. **19.1.** Caracterización y efectos **19.2.** El planeamiento legitimador. **19.3.** Gestión urbanística y económico-financiera **19.4.** La componente social. **19.5.** Etapas metodológicas. **19.6.** Revisión de una gran operación urbana de regeneración de la ciudad. **19.7.** Revisión de una gran operación urbana de expansión de la ciudad.	IL6

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clases de teoría:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos e instrumentos de planeamiento y gestión ya redactados y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica, crítica y técnica del alumno. Se estimulará la intervención de los alumnos, invitándoles a debatir sobre los contenidos de las clases.

Clases prácticas:

No se diseñan específicamente clases prácticas en esta asignatura. Los ejercicios prácticos y los trabajos de planificación se realizarán en las clases de teoría.

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 y los trabajos de planificación planteados en clase o a través de la plataforma Moodle.

Trabajo en grupo:

Se plantean trabajos prácticos específicos para grupos e individuales.

Tutorías

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

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

MOYA GONZÁLEZ, L. (1994). *La práctica del planeamiento urbanístico*, Editorial Síntesis.

SANTOS DIEZ, R. y CASTELAO RODRÍGUEZ, J. (2012**).** *Derecho Urbanístico Manual para Juristas y Técnicos*, 8ª edición, Editorial El Consultor de los Ayuntamientos.

(COM (2010) 2020) "EUROPA 2020: Una Estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador".

(COM (2008)0616). "Libro Verde sobre la cohesión territorial: Convertir la diversidad territorial en un punto fuerte"

Bibliografía complementaria:

SANTAMERA SANCHEZ, J. (1998**);** *Introducción al Planeamiento Urbano*, 2ª edición, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Instituto Nacional de Administración Pública (2001). "Manual de Urbanismo". Ministerio de las Administraciones Públicas.

(COM (2005) 718 final. "Estrategia temática para el medio ambiente urbano".

MINISTERIO MEDIO AMBIENTE. (2007). "Libro Verde de medio ambiente urbano".

PRESIDENCIA ESPAÑOLA DE LA UNIÓN EUROPEA. (2010)."Reunión informal de Ministros de desarrollo europeo". Toledo.

AYUNTAMIENTO DE MADRID. (1999)."Madrid 1979/1999. La transformación de la ciudad en veinte años de ayuntamientos democráticos".

ENGUITA, A. (2008)." La ciudad contemporánea. Análisis de su estructura y desarrollo". Ed. Confederación Empresarial de Madrid (CEIM).

FARIÑA TOJO, J. (2009): "Los nuevos espacios públicos y la vivienda en el siglo XXI". Instituto Juan de Herrera.

Recursos Web:

Plataforma Moodle Universidad Politécnica de Madrid.

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	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Temas 1 (parte 1 y 2) y 8 (parte 1) 3 h			Estudio temas 4 h		Repaso I Urbanismo 3 h 30 min	10 h 30 min
2	Temas 1 (partes 3 y 4) y 8 (parte 2) 3 h			Estudio temas 4 h		Repaso I Urbanismo 3 h 30 min	10 h 30 min
3	Temas 1 (partes 5 y 6) y 9 (parte 1) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
4	Temas 1 (partes 7 y 8) y 9 (parte 2) 2 h	1 h		Estudio temas 4 h			7 h
5	Temas 2 y 10 (parte I) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
6	Temas 3 y 10 (parte 2) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
7	Temas 4 y 11 (parte 1) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
8	Temas 5 y 11 (parte 2) 2 h	1 h		Estudio temas 4 h			7 h
9	Temas 6 y 11 (parte 3) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
10	Temas 7 y 12 (parte 1) 3 h			Estudio temas 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 actividades	Horas
11	Temas 12 (parte 2) y 13 (partes 1 y 2) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
12	Temas 14 y 15 (parte 1) 2 h	1 h		Estudio temas 4 h			7 h
13	Temas 15 (parte 2) y 16 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
14	Temas 17 y 18 (parte 1) 3 h			Estudio temas 4 h			7 h
15	Temas 18 (parte 2) y 19 2 h	1 h		Estudio temas 4 h			7 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 6 h 30 min	Examen final 3 h		9 h 30 min
Horas	**41 h**	**4 h**		**66 h 30 min**	**3 h**	**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.

Smart Ports

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000414	4,5	Optativa	Transportes, Territorio y Urbanismo	Inglés

Nombre en inglés	Smart Ports
Materia	Opción Transportes, Territorio y Urbanismo
Departamento	Ingeniería Civil: Transporte y Territorio
Web asignatura	*www.gipuertos*.es
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
José Luis Almazán	Pte.	Todos	X y J (10:30-13:30)	Lab. Puertos	*joseluis.almazan@upm.es*
Carmen Palomino Monzón	Secr.	Todos	X y J (10:30-13:30)	Lab. Puertos	*carmen.palomino.monzon@upm.es*
Nicoletta González Cancelas	Vocal	Todos	M y X (9:00-12:00)	Planta 5ª	*nicoleta.gcancelas@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:

Prerrequisitos: Formación Básica, inglés.

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Grado de Ingeniería Civil

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
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.
CM17.2	Aplica los conceptos y técnicas de Astronomía, Geodesia, Modelos Digitales del Terreno y Sistemas de Información Geográfica que fundamentan, complementan y potencian las técnicas topográficas y cartográficas.
CM27.1	Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental.
CM31.1	Capacidad para construcción y conservación de obras marítimas.
CM37.4	Comprensión del fundamento y de los sistemas de utilización de las energías renovables.

Código	Competencia
CM41.1	Conocimiento de la influencia de la infraestructuras en la ordenación del territorio y para participar en la urbanización del espacio público urbano, y en los proyectos de los servicios urbanos, tales como la distribución de agua, saneamiento, gestión de residuos, sistemas de transporte, tráfico, iluminación, etc.
CM42.1	Conocimiento del diseño y funcionamiento de las infraestructuras para el intercambio modal, tales como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y centros logísticos de transporte.
CM44	Valoración de los efectos histórico, social, económico, ambiental, cultural, político y globalizador de las realizaciones de la ingeniería civil.
CT1	Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales. Engloba la competencia transversal 6ª de la normativa UPM.
CT3	Capacidad de actuar con efectividad como miembro de equipos interdisciplinares. Desarrolla la competencia 5ª de la normativa UPM.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Comprender y analizar de forma crítica los avances en nuevas tecnologías relacionados con el transporte multimodal, el comercio marítimo, y la gestión portuaria.	CM13.1, CM17.2, CM37.4.
RA2	Comprender el funcionamiento del transporte multimodal con tramos marítimos	CM42.1, CM44.
RA3	Comprender la influencia de los sistemas portuarios en el entorno económico, en el entorno medioambiental, en el entorno social, así como su planificación a nivel territorial	CGP15, CM27.1, CM40.2, CM41.1, CM42.1, CM44.
RA4	Ser capaz de analizar las políticas de gestión de los sistemas de transporte marítimo.	CGP12, CM44, CT1, CT3.

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Interpretar los datos de demanda y oferta portuaria dentro del transporte marítimo, y comprende el papel desempeñado por cada una de las mercancías en cada periodo temporal.	RA1
IL2	Sí	Determinar las posibilidades dentro del transporte marítimo identificando la mejor solución para cada tipo de transporte atendiendo a los diferentes factores que influyen en el mismo desde el punto de vista económico y medioambiental.	RA2
IL3	Sí	Reconocer y analizar todos los factores que influyen en el diseño y mantenimiento de las infraestructuras portuarias con el fin de realizar las evaluaciones medioambientales y económicas pertinentes.	RA3
IL4	Sí	Distinguir y analizar cada uno de los diferentes sistemas de gestión de transporte marítimo, siendo capaz de optimizar los resultados minimizando el coste.	RA4
IL5	Sí	Comprender las políticas marítimas Europeas	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. Participación y asistencia a clase y resolución individual de ejercicios y análisis de casos.	**60%**

Descripción: Consiste en la participación activa en clase y en la resolución de ejercicios y análisis de casos a realizar individualmente en clase y en casa.

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 en función del temario de la asignatura y la posibilidad de ésta de efectuar ejercicios prácticos en función de los temas.

PE2. Resolución de ejercicios, trabajos de investigación y análisis de casos en grupo	**30%**

Descripción: Consiste en uno o más ejercicios, o un trabajo de investigación, sobre temas de la materia, asignados directamente por el profesor, pudiendo ser realizados en parte en el aula y fuera de ella, como trabajo en grupo y podrá ser presentado en público.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10, siendo la calificación la misma para todos los participantes.

Momento y lugar: Los trabajos se realizarán en el aula y en casa y los seleccionados se presentarán en el aula.

PE3. Exámenes de control y final de la asignatura

Descripción: Se realizará un examen final de la asignatura y un control intermedio consistentes en la presentación de los trabajos desarrollados por los alumnos y un ejercicio o tema a desarrollar en un tiempo máximo de 1,5 h el control y 2 h el examen final. 10%

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de todos los ejercicios.

Momento y lugar: Las fechas y lugar de examen los determinará la Jefatura de Estudios de la Escuela.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media ponderada de PE1 (60%), PE2 (30%) y PE3 (10%). Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación final igual o superior a 5.

7.2. Mediante "sólo prueba final".

Descripción: Para aquellos alumnos que no sigan la modalidad de evaluación continua, o para aquellos que habiéndola seguido no hayan conseguido superar la asignatura, se realizarán dos exámenes a lo largo del semestre, el primero de ellos, el examen ordinario y el segundo, el examen extraordinario en caso de no haber aprobado el correspondiente examen ordinario. Consistirá en 2 ejercicios teóricos de 1 h. de duración cada uno sobre alguno de los temas de la totalidad del temario. La calificación del examen será la media aritmética de las notas obtenidas en los ejercicios. El examen extraordinario será de igual formato que el ordinario de la asignatura.

Criterios de calificación: El examen se valorará de 0 a 10. La calificación será la media aritmética de todos los ejercicios.

Momento y lugar: Las fechas y lugar de examen los determinará la Jefatura de Estudios de la Escuela.

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 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Unit 1. Ports. Introduction **1.1.** Commerce and Wellfare. **1.2.** Maritime transport. **1.3.** Port concept. Development. **1.4.** Logistics Chain concept.	IL1 – IL5
Unit 2. Smart City. Smart Hinterland **2.1.** Smart City. **2.2.** Smart Region and Smart Hinterland. **2.3.** VUCA Concept in Port Environment. **2.4.** Logistic Platforms and Smart Ports	IL1 – IL5
Unit 3. Coastal areas and Port development **3.1.** Oceans and Coasts. **3.2.** Economic geography concepts. **3.3.** Littoral Drift, Ports and Rivers. **3.4.** Urban development and Ports	IL1 – IL5
Unit 4. Ships and Shipping. **4.1.** Cargoes and Ship types. **4.2.** Ship propulsion and emissions. **4.3.** Chartering and Insurance. **4.4.** IMO (International Maritime Organization).	IL1 – IL5
Unit 5. Energy and emission controls. **5.1.** Maritime transport energy consumption. **5.2.** Marpol. ANNEX VI. ECA and SECA. **5.3.** New fuels and bunkering. **5.4.** EU Clean Power Package.	IL1 – IL5
Unit 6. Emissions at ports. **6.1.** CO2, SO2, Nox and PP emissions and limitations. **6.2.** Energy consumption at ports. **6.3.** On Shore power supply **6.4.** Green port concept. Air, water and waste.	IL1 – IL5
Unit 7. European Maritime Transport Policy. **7.1.** E.U. Organizations and institutions. **7.2.** E.U. papers on transport. **7.3.** EU Transport networks and MoS. **7.4.** TEN-T and C.E.F. (Conecting Europe Facility).	IL1 – IL5
Unit 8. Ro-Ro and Passenger Terminals.	IL1 – IL5

8.1. Ro-Ro and RoPax.
8.2. Short Sea Shipping and Ferry Terminals
8.3. MoS
8.4. Passengers and Cruise Terminals.

Unit 9. Bulk terminals. IL1 – IL5

9.1. Dry bulk.
9.2. Liquid bulk.
9.3. Hazardous product terminals
9.4. Floating port installations.

Unit 10. Container Terminals. IL1 – IL5

10.1. General Cargo development.
10.2. Container concept.
10.3. Container terminal.
10.4. Automatic and Semiautomatic CT.

Unit 11. Port Financing and development. IL1 – IL5

11.1. Port organization and financing
11.2. Economic and financial evaluations.
11.3. Environmental Assesment.
11.4. Private Public Partnerships and Port development.

Unit 12. Clean Power Package. IL1 – IL5

12.1. Ports and Maritime Transport.
12.2. Railway at ports.
12.3. Road Accessibility.
12.4. Inland waterways.

Unit 13. Safety and Security. IL1 – IL5

13.1. Safety concepts. IMO. SOLAS.
13.2. Security ISPS.
13.3. Maritime Traffic control and RIS.
13.4. Cyber Security at Ports

Unit 14. E-maritime. IL1 – IL5

14.1. Authorities related to ports and shipping.
14.2. Shipping reporting activities.
14.3. E-maritime concept and tools.
14.4. EU program ANNA.

Unit 15. Human element. IL1 – IL5

15.1. EU TrainMos programme
15.2. Other cofounded EU programmes
15.3. Vocational Education and High Level Education
15.4. Port innovation. Smart University.

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clases de teoría:

El profesor expondrá los resultados 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 casos prácticos planteados.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución y exposición de ejercicios complementan de manera imprescindible la correcta comprensión de la materia. 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. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor y se realizará de manera individual, y excepcionalmente de forma colectiva en grupos de trabajo ad hoc.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El estudiante deberá examinar en profundidad los conceptos teóricos y su aplicación a los casos trabajados y resueltos en clase para consolidar la comprensión de los modelos teóricos aportados para su solución. Con este bagaje, deberá abordar por sí solo la resolución de los casos adicionales propuestos en los distintos capítulos y temas que componen la materia.

Trabajo en grupo:

Se realizarán trabajos en grupo.

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, así como al finalizar las clases.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica

Almazán Gárate, J.L., et al. “Seminario sobre la oceanografía física del Estrecho de Gibraltar”. *SECEG. 1988.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón, M. C.; Hermosilla Villalba, F. “Estática de Fluidos”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. Madrid. 1999.*

Almazán, JL. Et al. “La Ley de Puertos de 1992 y el sistema portuario español: Antecedentes, organización y utilización en el ámbito portuario”. *E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos*

Almazán Gárate , J. L.; Palomino Monzón, M. C. “Introducción a la Ingeniería Portuaria: Sistema Portuario Español. Obras Exteriores.” *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. Madrid. 2000*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón, M. C. “Descripción, medida y análisis del oleaje”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. Madrid. 2000.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón M. C.; García Montes, J. R. “Introducción a la dinámica de las formas costeras”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. 2000.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón M. C.; García Montes, J. R. “Introducción al diseño de obras de defensa de formas costeras de depósito”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. 2000.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón, M. C. “Puertos Deportivos: Servicios e Instalaciones”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. Madrid. 2000.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón M. C.; Paramio Cabrera, J. M.; Espinosa Goded, J. “Ingeniería Marítima: Sistemas de fondeo y anclaje”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. 2001.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón M. C.; García Montes, J. R. “Instalaciones off-shore para carga y descarga de hidrocarburos. Monoboyas y campos de boyas”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. 2001.*

Almazán Gárate, J. L.; Palomino Monzón M. C.; Arrayás González, J. L. “Oscilaciones en masas de agua confinadas: resonancia en puertos”. *Edit. E.T.S. Ing. Caminos, C. y P. 2001.*

Almazán, JL. Et al. “Posicionamiento y navegación de precisión en 2D y 3D: batimetrías de alta precisión”. *E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos.2002*

Almazán, JL. Et al. El Régimen jurídico de los Puertos del Estado. *E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos.2005*
Almazán, JL. Et al. El Régimen jurídico de los Puertos del Estado. Adenda de Legislación. *E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos.2008*
Almazán, JL. Et al. "Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Integral del Litoral". *E.T.S.I. Caminos, Canales y Puerto. 2009*
Almazán Palomino, JL. "Creación de valor en la gestión de terminales de contenedores en el sistema Portuario". *Puertos del Estado.2011*
Almazán Palomino, José Luis. Tesis doctoral "Optimización de la unidad de explotación del concesionario operador de terminal de contenedores. Aplicación al sistema portuario español". Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2009
Arribas de Paz, Ricardo. Tesis doctoral "Jerarquización de impactos en la dinámica estuaria de la ría de Huelva". *Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*. 1999
Acedo Aceña, Aurelio. "LA PENÍNSULA IBÉRICA EN EL TRANSPORTE MASIVO DE MERCANCÍAS ENTRE EUROPA Y ÁFRICA FUTURAS AUTOPISTAS DEL MAR". Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Caminos, Canales y Puertos. 4 de febrero de 2016.
Beltrán Baranda, Daniel."INFLUENCIA DE UN NUEVO MARCO JURÍDICO EN LA COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL". Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Caminos, Canales y Puertos. 24 de abril de 2015.
Chapon, J. "Travaux Maritimes". *Eyrolles*

Cost-Action 710- final report. *European Communities, 1998.*
Foradada Rodríguez, Carlos."INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE METODOLOGÍAS Y CRITERIOS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL LITORAL. APLICACIÓN A UNA COSTA SINGULAR, MARBELLA (MÁLAGA, ESPAÑA)". Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Caminos, Canales y Puertos. 15 de noviembre de 2013.
Foro de debate sobre el mar y sus problemas*. Fundación Calouste Gulbenkian*. 3 tomos. Lisboa, Abril 1998.
Garcia Montes, José Raul. Tesis Doctoral "Explotación y calibración de evolución de formas litorales de depósito con técnicas DGPS". *Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*.2001
Goda, Y. "Random seas and design of maritime structures". Advanced series on Ocean Engineering- Vol 15. *World scientific*.
González Laxe, Fernando. "La economía del sector pesquero". *Espasa-Calpe*, Madrid, 1988.
Informe de la Ponencia de estudio de las vertientes técnica y económica de la utilización del Gas Natural Licuado (GNL) como combustible marino. *Senado, 2014*
Ibáñez Astaburuaga, Alejandro. "ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SISTEMA MARÍTIMO PORTUARIO: APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS MOLINOS DE MAREA". Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Caminos, Canales y Puertos. 9 de febrero de 2016.
Iribarren Lasconateguy, Eric. "ELEMENTOS PARA UNA NUEVA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE DIQUES VERTICALES". Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Caminos, Canales y Puertos. 15 de julio de 2013.
Iribarren, R. "Obras marítimas. Oleaje y Diques" *Dossat, 1964.*
Lacleta, JM Almazán, JL., & Estepa, M (2009) "El régimen jurídico de los espacios marinos en derecho español e internacional". *Colegio de Ingenieros de Caminos C. y P.*
Le Blond, P.H., Mysak, L.A. "Waves in the oceans". *Elsevier Oceanography series.*
Libro blanco del Transporte. Dirección general de movilidad y transporte. UE.
López Ansorena, César. "INVESTIGACIÓN SOBRE INDICADORES Y CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA INTEGRACIÓN PUERTO-CIUDAD". Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Caminos, Canales y Puertos. 5 de febrero de 2016.
Manual de Seguridad contra Incendios. Fundación Mapfre Seguros
Manuel Trueba, Carlos. "Espacios marítimos argentinos en el marco de la convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar. Elementos para su estudio". *Ed. Guardacostas, 2009.*
Mehton, Ashish J. "Nearshore and Estuarine cohesive sediment transport". Coastal and Estuarine Studies. *American Geophysical Union.*
Parra Serrano, Mª. Pilar. "MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS.". Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería Civil: Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente. 4 de diciembre de 2012. Apto cum laude.

P.H., McIntosh, A.S., Thom. "Meteorologia básica". *Alhambra, 1983.*

P ROVERBS/MAST III: VOLUME 1. FINAL REPORT. *Commission of the European Union. Directorate General XII (MAST contract MAS3-CT95-0041) 1999*

Report of the port and harbour research institute. Ministry of transport. Vol 31 Nº5. Nagase, Yokosuka, *Japan. 1993*

Rescue at Sea in Spain. Ministerio de Fomento. Salvamento Marítimo.

Roberts, Berkeley. "Obras de defensa y protección litoral". *Dirección general de Puertos y Costas, 1987.*

PROVERBS/MAST III: VOLUME 1. FINAL REPORT. *Commission of the European Union. Directorate General XII (MAST contract MAS3-CT95-0041) 1999*

Sisó Cruellas. "Redes Transeuropeas de infraestructuras de transporte, una red multimodal para la conexión transpirenaica central". 1999

Technical Standards for Port and harbour facilities in Japan.*1991*

Tucker, M.J. "Waves in ocean engineering: Measurement, analysis and interpretation". *Ellis Horwood.*

La Viclette, Paul E. "Seasonal and Interannual variability of the western Mediterranean sea". Coastal and Estuarine Studies. *American Geophysical Union.*

Wegel, Robert. "Oceanographical Engineering". *Prantice Hall.*

Wegener. "La genése des continents et des océans". 1990.

Websites:

www.gipuertos.es

http://monalisaproject.eu

http://www.onthemosway.eu

www.puertos.es

www.trainmos.eu

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 3 h						3 h
2	Tema 2 2 h	Tema 2 1 h		Trabajo y estudio tema 2 5 h			8 h
3	Tema 3 2 h	Tema 3 1 h		Trabajo y estudio tema 3 5 h			8 h
4	Tema 4 2 h	Tema 4 1 h		Trabajo y estudio tema 4 5 h			8 h
5	Tema 5 2 h	Tema 5 1 h		Trabajo y estudio tema 5 5 h			8 h
6	Tema 6 2 h	Tema 6 1 h		Trabajo y estudio tema 6 5 h			8 h
7	Tema 7 2 h	Tema 7 1 h		Trabajo y estudio tema 7 5 h			8 h
8	Tema 8 2 h	Tema 8 1 h		Trabajo y estudio tema 8 5 h			8 h
9	Tema 9 2 h	Tema 9 1 h		Trabajo y estudio tema 9 y preparación control intermedio 6 h	Control intermedio 1 h 30 min		10,5 h
10	Tema 10 2 h	Tema 10 1 h		Trabajo y estudio tema 10 5 h			8 h
11	Tema 11 2 h	Tema 11 1 h		Trabajo y estudio tema 11 5 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
12	Tema 12 2 h	Tema 12 1 h		Trabajo y estudio tema 12 5 h			8 h
13	Tema 13 2 h	Tema 13 1 h		Trabajo y estudio tema 13 5 h			8 h
14	Tema 14 3 h			Estudio tema 14 3 h			6 h
15	Tema 15 3 h			Estudio tema 15 3 h			6 h
Hasta el examen				Preparación del examen final 6 h	Examen final 2 h		8 h
Horas	**33 h**	**12 h**		**73 h**	**3 h 30 min**		**121 h 30 min**

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

Transport Demand Models

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000411	4,5	Optional	Transports, Territory and Urban Planning	English

Name in Spanish	Modelos de Demanda de Transporte
Subject	Transport Demand Models
Department	Civil Engineering: transports
Web page	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

NOTE. It is taught in English, conditioned to the number and type of students and the availability of professors.

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Margarita Jiménez	Chair	All	Mon (13.30-14.30) Tue (12.30-14.30)	Department of Transport and Territory	*margarita.jimenezc@upm.es*
Andrés Monzón	Member.	All	Mon (9.30-12.30) Tue (9.30-12.30)	TRANSyT	*andres.monzon@upm.es*
Óscar Martínez	Secr	All	Fri (9.30-15.30)	Department of Transport and Territory	*oscar.martinez@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Transport Systems

Other learning requirements:

None

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP1	Scientific, technical and methodological ability to the continuous use of previous knowledge and the practice of professional functions such as assessment, analysis, design, calculus, project, planning, direction, management, construction, maintenance, conservation and use of civil engineering fields.
CGP6	Knowledge to make use of technical and management capacities in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area.

Code	Competence
CGP7	Capacity to plan, design, inspect and manage infrastructure constructions of ground transportations (roads, railways, bridges, tunnels and urban roads) and ocean transportations (harbor works).
CE28	Knowledge of engineering and transportation planning, functions and modes of transport, urban transport, management of public services of transport, demand, costs, logistics and the financing infrastructure and public services.
CE30	Ability to plan, manage and operation of infrastructures related to Civil Engineering.
CE41	Capacity to apply technical knowledge to the evaluation of infrastructures and transport systems.
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity.
CT2	Capacity to become autonomous and multi-skilled.
CT3	Capacity of technical communication in English, written and oral.
CT8	Ability to design, analyse and understand relevant experiments in civil engineering.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student knows and understands the planning process of transport networks, the objectives to reach and the criteria and indicators that measure the compliance.	All the previous ones
SO2	The student knows how to design, make and use mobility surveys as well as transport databases.	All the previous ones
SO3	The student knows transport modelling techniques and manage the four step model.	All the previous ones

6.Indicators of achievement

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	The student knows how to develop planning processes of transport in different territorial scopes.	SO1
AI2	Yes	The student knows the necessity of having information with appropriate quality for each planning process.	SO2
AI3	Yes	The student knows how to analyze the mobility seeing the results of previous studies and statistics information.	SO2
AI4	Yes	The student knows how to implement and make use of transportation models, in each phase and stage.	SO3

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Active participation and resolution of interactive exercises in class **10%**

Description: It consists of evaluate the level and quality of student's participation in master lectures, practice lessons, laboratory classes and lectures.

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation Weight

Evaluation criteria: The professor will evaluate the students according to their active participation and attention.

Place and period: In class, throughout the course.

EM2. Autonomous and assisted resolution of case studies **25%**

Description: It consists of solving theoretical issues or practical exercises with planning tools: surveys and data analysis.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The mark of this part will be the weighted average of all the exercises done during the course.

Place and period: In class, throughout the course.

EM3. Laboratory: case study of four steps model **35%**

Description: Students will do modelling practices in the computer lab. They will learn how to use demand models, including the design and characterization of networks, the calculation of demand matrices, modal distribution and allocation of routes.

Evaluation criteria: Laboratory classes will consist on knowing the modelling tool, which will be evaluated by practice applications of the model network. Then, each student will make a series of case studies, which will be done in groups.

Place and period: At laboratory classes, during the course

EM4. Final exam **30%**

Description: The final exam will consist of two parts, with a duration of 2 hours.

It will consist of theoretical or applied questions.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of the marks obtained in the exercises.

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

Result of the evaluation through "continuous assessment"

The final score will be the weighted average of the results obtained.

For those students who have gone to the 80% of the lessons, the weighted average of the four parts of evaluation seen previously.

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

Those students with a score less than 5 through "continuous assessment" in the ordinary examination will not pass the subject and will have another opportunity in the second period examination (extraordinary), with through "final exam" evaluation.

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: The final exam will consist of two parts, with a duration of 2 hours.

The first part will consist of theoretical or applied questions.

The second part will consist of theoretical or applied questions.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of the marks obtained in each exercise.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

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

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Planning process: objectives and indicators **1.1.** Sustainability objectives **1.2.** Planning criteria **1.3.** Indicators **1.4.** Models as tools for planning	AI1
Unit 2. Surveys and Information resources **2.1.** Necessity of information and data sources available **2.2.** Surveys: typology, design and sampling **2.3.** Surveys of revealed preferences **2.4.** Surveys of stated preferences **2.5.** Analysing and application of data collected **2.6.** New information sources: big data	AI2, AI3
Unit 3. Structure of model transport to travellers **3.1.** Concept and structure **3.2.** Model network and necessary data **3.3.** Demand model and related information **3.4.** Balance between supply-demand and forecasting	AI3, AI4
Unit 4. Building the network model **4.1.** Zoning **4.2.** Components and characteristics of the network: infrastructures **4.3.** Public transport services: frequency, rates… **4.4.** Route optimization and network checks	AI4
Unit 5. Four steps demand model **5.1.** Trip generation/attraction model **5.2.** Trip distribution model: matrices supply-demand **5.3.** Mode choice model **5.4**. Route choice model **5.5**. Assignment	AI4
Unit 6. Other transport models **6.1.** Microsimulation **6.2.** New techniques of real time modelling **6.3.** Integrated models of land use and transport	AI4
Unit 7. Application of models: case studies **7.1.** Application in urban area: private car **7.2.** Application in urban area: public transport **7.3.** Application in interurban corridors	AI4

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the necessary concepts to understand the concepts of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics taught.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at the resolution of exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and engineering practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in the future career. The teacher will first solve some exercises and case-studies to show the students how to work on their own later.

Laboratory classes:

Laboratory classes will take place during the course, one to each phase of the supply-offer modelling of transport systems.

Independent work:

The student shall study the contents explained in theory lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies.

Professional meetings:

Professionals of the transport sector will be invited to give some lectures in application of the issues view at the lessons.

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are detailed at the beginning of this guide for each teacher.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

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

Complementary bibliography:

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

Handbook of Transport Modelling. Hensher, D.A. and Button, K.J. Elsevier Science, 2000.

Stated Preference Modelling Techniques. PRTC. London, 2000

Web resources:

Movilia 2006/07– Ministry of Public Works – *www.fomento.es*

Transport and logistic Observatory – *www.observatoriotransporte.fomento.es*

Metropolitan mobility Observatory – *www.observatoriomovilidad.es*

Web site of the subject, virtual platform (MOODLE).

Specific equipment:

Computer lab with computers provided with transport modelling software and academic license

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 2 h			Study Unit 1 3 h 45 min		Lecture 1 h	6 h 45 min
2	Unit 2 3 h			Study Unit 1 3 h 45 min			6 h 45 min
3	Unit 2	3 h		Study Unit 2 3 h 45 min			6 h 45 min
4	Unit 2 3 h			Study Unit 2 3 h 45 min			6 h 45 min
5	Unit 3 3 h			Study Unit 3 3 h 45 min			6 h 45 min
6	Unit 4 2 h		1 h	Study Unit 4 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Unit 5 1 h		Unit 4 2 h	Study Unit 4 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Unit 5 1 h		2 h	Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Unit 5 1 h		2 h	Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
10	Unit 5 1 h		2 h	Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
11	Unit 5 1 h		2 h	Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
12	Unit 6 3 h			Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
13	Units 7 3 h			Study Units 6 4 h 45 min			7 h 45 min
14	Units 7 1 h	2 h		Study Units 7 and 8 3 h 45 min		Lecture 1 h	7 h 45 min
15	Review 2 h	1 h					7 h
To the exam				Independent study and preparation of final exam 12 h	Final exam 3 h		15 h
Hours	**27 h**	**6 h**	**11 h**	**72h 30 min**	**3 h**	**2 h**	**121 h 30 min**

NOTE **1.** Exact dates are shown in the academic calendar

.

Cuarto Semestre

Opción: Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras

Derecho de la Empresa

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000421	4,5	Optativa	Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras	Español

Nombre en inglés	Business Law.
Materia	Derecho de la Empresa
Departamento	Ingeniería Civil. Construcción.
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre.

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan Gardeta Oliveros	Pte.	Todos	J (10.30 – 2) V (9 – 2)	Desp. 1 ª Pl	*ijgardeta@caminos.upm.es*
Félix Pérez González	Vocal	Todos	J (10.30 – 2) V (9 – 2)	Desp. 1 ª Pl	*felix.perezg@upm.es*
Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez	Secr	Todos	J (10.30 – 2) V (9 – 2)	Desp. 1 ª Pl	*oscar.gutierrezbolivar@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:

Asignatura Empresa del Grado en Ingeniería Civil y Territorial o equivalente de otro Grado de Escuela de Ingeniería o Facultad

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica el Ordenamiento Jurídico a la casuística práctica que se plantean en la Ingeniería Civil en las relaciones entre empresas, y entre empresa y los trabajadores	CGP3, CGP17
RA2	Aplica el Ordenamiento Jurídico a la casuística práctica que se plantean en la Ingeniería Civil en sus relaciones con las Administraciones	CGP3, CGP17

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Estudia correctamente y con rigor las bases del Ordenamiento Jurídico español, las bases del Derecho civil y sus instituciones principales, así como la tutela judicial, con rigor técnico para su aplicación a la actividad de la ingeniería	RA1, RA2
IL2	Sí	Conoce y analiza correctamente y con rigor las bases y legislación básica del Derecho mercantil, tanto en cuanto a su parte general cuanto a la especial	RA1, RA2
IL3	Sí	Conoce y analiza correctamente y con rigor las bases y legislación del Derecho del trabajo	RA1, RA2
IL4	Sí	Conoce y analiza correctamente y con rigor las bases y legislación de la Unión Europea y su relación con el Ordenamiento Jurídico español	RA1, RA2
IL5	Sí	Conoce y analiza correctamente y con rigor las bases y legislación de la parte general del Derecho Administrativo	RA1, RA2
IL6	Sí	Conoce y analiza correctamente y con rigor las bases y legislación de la parte especial del Derecho Administrativo de mayor incidencia en la profesión del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Ingeniero Civil)	RA1, 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. Ejercicios de clase **5%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase. Para alcanzar alguna puntuación en este componente de la calificación es preciso haber realizado el 90 por ciento de los ejercicios. 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, en una parte de la hora 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. Control al final de bloques temáticos **5%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase. Se podrán unir en el mismo ejercicio varios bloques temáticos, o llevarlos a un examen parcial.

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

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 final **90% o 100%**

Descripción: Constará de dos a tres ejercicios con una duración total aproximada de 1,5- 2,5 horas; los ejercicios tendrán carácter teórico de acuerdo con el temario.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y teórico-práctico, correspondientes a todos los temas de la asignatura. Todos los alumnos asistentes al examen 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 90%.

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 7 en la media

del total los elementos de evaluación continua PE1 y PE2).

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que hayan obtenido un mínimo de 7 en la media de PE1 y PE2: PE1 (5%), PE2 (5%), y PE3 (90%), siempre que la calificación de PE3 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (5%), PE2 (5%) y PE3 (90%), siempre que la calificación de PE3 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 media de PE1 y PE2.

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. El examen se calificará de 0 a 10 como evaluación global de 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. El Derecho Civil **1.1.** El Derecho y sus ramas **1.2.** Fuentes del Derecho y los Tratados internacionales **1.3.** Los Derechos Subjetivos **1.4.** La tutela judicial de los derechos civiles, el proceso civil. El Tribunal constitucional **1.5.** El Derecho penal, el delito, la pena, el proceso penal **1.6.** La responsabilidad **1.7.** La persona física, jurídica, y la representación	IL1
Tema 2. El sistema económico en el Ordenamiento Jurídico **2.1.** La economía en las constituciones **2.2.** La propiedad. **2.3.** los derechos reales	IL1
Tema 3. Las obligaciones y los contratos **3.1.** Las obligaciones y la responsabilidad civil **3.2.** Los contratos **3.3.** Clases de contratos.	IL1
Tema 4. El Derecho mercantil I **4.1.** Instituciones base. La persona jurídica. La sociedad jurídica **4.2.** La evolución del Derecho mercantil. El Derecho mercantil actual. **4.3.** El mercado actual. Elementos **4.4.** El marco regulador del empresario. La responsabilidad del empresario **4.5.** Las sociedades mercantiles.	IL2
Tema 5. El Derecho mercantil II **5.1.** Las sociedades mercantiles. **5.2.** La sociedad anónima **5.3.** La sociedad limitada **5.4.** La sociedad Nueva Empresa.	IL2
Tema 6. Derecho mercantil III. Contratos mercantiles relevantes **6.1.** El contrato del Seguro **6.2.** Los contratos bancarios	IL2
Tema 7. Derecho mercantil IV. Los títulos valores. **7.1.** Introducción y conceptos básicos. **7.2.** La letra de cambio **7.3.** El pagaré. **7.4.** El cheque	IL2
Tema 8. El Derecho del Trabajo I **8.1.** Conceptos y antecedentes históricos. **8.2.** Derecho del trabajo vigente **8.3.** El trabajador y la gestión en la empresa	IL3
Tema 9. El Derecho del Trabajo II **9.1.** La representación de los intereses del personal **9.2.** El Sindicato. Régimen sindical español **9.3.** Las asociaciones empresariales representativas **9.4.** El estatuto sindical. Las secciones sindicales **9.5.** La acción laboral del Estado	IL3

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
9.6. El convenio colectivo	
Tema 10. El Derecho del Trabajo III **10.1.** El contrato individual de trabajo. Tipos **10.2.** El estatuto profesional del trabajador. Derechos y deberes laborales **10.3.** Derechos del empresario y sus deberes por el contrato de trabajo **10.4.** Protección de la seguridad laboral. La prevención **10.5.** Seguridad Social	IL3
Tema 11. El Ordenamiento Jurídico Comunitario **11.1.** Antecedentes históricos de la Unión Europea **11.2.** Integración por etapas **11.3.** El ordenamiento jurídico comunitario	IL4
Tema 12. El Derecho Público y la empresa I **12.1.** Conceptos básicos. El Estado y su organización **12.2.** El Gobierno. La Administración **12.3.** La actuación de la Administración. La potestad reglamentaria	IL5
Tema 13. El Derecho Público y la empresa II. La función pública **13.1.** Los empleados públicos **13.2.** El Estatuto Básico del Empleado Público	IL5
Tema 14. El Derecho Público y la empresa III. El dominio público **14.1.** Bienes públicos y su régimen jurídico **14.2.** Bienes demaniales. Tipos. Titularidad **14.3.** Utilización de los bienes públicos **14.4.** Medios de protección de los bienes públicos	IL5
Tema 15. El Derecho Público y la empresa IV. Expropiación forzosa **15.1.** El instituto expropiatorio **15.2.** Expropiación de bienes y derechos. Legislación **15.3.** Sujetos de la expropiación **15.4.** Procedimientos de expropiación forzosa	IL5
Tema 16. El Derecho Público y la empresa IV. La contratación de la Administración **16.1.** La contratación pública: Influencia de la UE. Los contratos del Sector público **16.2.** Clasificación de contratos y régimen jurídico. Normativa aplicable a la contratación **16.3.** Pliegos de cláusulas administrativa y de prescripciones técnicas **16.4.** Expedientes de contratación **16.5**. Procedimientos y formas de adjudicación. Sistemas de racionalización **16.7.** Cumplimiento de contratos **16.8.** Modificación de los contratos en general y del de obras **16.9.** La revisión de precios **16.10.** La cesión de contratos. La subcontratación	IL5
Tema 17. El Derecho Público y la empresa V. Derecho administrativo especial: Leyes especiales relacionadas con las obras públicas y su explotación **17.1.** Leyes del Transporte **17.2.** Ley de carreteras **17.3.** Las aguas terrestres. Ley de Aguas **17.4.** El dominio público marítimo I. Ley de Costas **17.5.** El dominio público marítimo II. Ley de Puertos **17.6.** La legislación medioambiental **17.7.** La legislación de urbanismo	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 comprensión jurídica del alumno del tema tratado. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Los periodos y clases prácticas sirven para la resolución de casos o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta compresión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a los temas especiales del tema 17, 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.

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 casos expuestos 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:

Gardeta Oliveros, J. G. y otros (4 edición, 2011 y revisiones de actualización). *Bases del derecho para la formación de ingenieros* ETS. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

Bibliografía complementaria:

Lasarte, C., (2013). *Curso de derecho Civil Patrimonial. Introducción al Derecho*. Editorial Tecnos.

Uría, R. Menéndez, A. y otros (ultima edición). *Lecciones de Derecho Mercantil*. Ed. Thomson Civitas.

Cerezo Mir,J. (2004) *Curso de Derecho penal español (sexta edición).*Editorial Tecnos

García de Enterría, E. Fernández Rodríguez, T.R. (2006). *Curso de Derecho administrativo*. Ed. Thomson Civitas

Parada Vázquez, R.. (2008). *Tratado de Derecho administrativo*. Marcial Pons.

Borrajo, Dacruz, E. *Introducción al Derecho del Trabajo*. Ed. Tecnos, (última edición)

Alonso Olea, B. y Suárez Fernández, A. *Derecho de la Seguridad Social.*

Recursos Web:

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM.

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los años académicos en que se oferte)

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 – 4	Tema 1 3 h			Estudio tema 1 4 h			7 h.
2	Tema 2 3 h			Estudio tema 2 4 h			7 h
3	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 4 h			7 h
4	Tema 3 1 h	Tema 1, 2 y 3 2 h		Estudio tema 3 4 h			7 h
5	Tema 4 y 5 1 h	Tema 4 y 5 2 h		Estudio tema 4 y 5 4 h			7 h
6	Tema 6 y 7 2	Tema 6 y 7 1 h		Estudio tema 6 y 7 4 h			7 h
7	Tema 8 y 9 3 h			Estudio tema 8 y 9 4 h			7 h
8	Tema 10 3 h			Estudio tema 10 4 h			7 h
9	Tema 11 2 h	Tema 11 1 h		Estudio tema11 4 h			7 h
10	Tema 12 y 13 3 h			Estudio tema 3 y 4 preparación control 16 h	Control 30 min		19 h 30 min
11	Tema 14 y 15 3 h			Estudio tema 14 y 15 4 h			7 h
12	Tema 16 1 h	Tema 12 – 16 2 h		Estudio tema 16 4 h			7 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
13	Tema 17 3 h			Estudio tema 17 4 h			7 h
14	Tema 17 3 h			Estudio tema 17 4 h			7 h
15	Tema 17 2 h	Tema 17 1 h		Estudio tema 17 4 h			7 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 1 h	Examen final 3 h		4 h
Horas	**36 h**	**9 h**		**73 h**	**3 h 30 min**		**121 h 30 min**

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

Development and Civil Engineering

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000420	4,5	Optional	Management and Financing Projects and Infrastructures	English

Name in Spanish	Cooperación al Desarrollo e Infraestructuras
Subject	Option of Management and Financing Projects and Infrastructures
Department	Civil Engineering: Hydraulics, Energy and Environment
Web page	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth semester

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Pedro Fernández Carrasco	Chair	All	Tue, 17-18 Wed, 9-11:30 Wed, 18-19	Ports Laboratory	*pedro.fernandez@upm.es*
Juan Carlos Mosquera Feijó	Secr.	All	Wed, 9-10:30 Thru, 9-10:30 Fri, 9-10:30	Structures Laboratory	*juancarlos.mosquera@upm.es*
José Miguel Atienza Riera	Member	All	Wed, 9-10:30 Thru, 9-10:30 Fri, 9-10:30	Physics Laboratory	*josemiguel.atienza@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

To have passed or have relative knowledge on the first two semesters of the Master of ICCP

Other learning requirements:

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP1	Scientific-technical and methodological abilities for the continuous acquisition of knowledge and the exercise of the professional advisory, analysis, design, calculation, project, planning, direction, management, construction, maintenance, conservation and operation functions on the civil engineering fields in an international context of development
CGP2	Understanding of the multiple technical, legal and property determinants that are considered on a public work project. Ability to establish different valid alternatives, choose the optimal and express it appropriately, foreseeing the possible issues during the construction and using the most adequate methods and technologies, both traditional and innovative in order to achieve the maximum efficacy and favor progress and a development of a sustainable society and respectful with the environment.

Code	Competence
CGP5	Knowledge of the civil engineer profession and of the activities developed on civil engineering areas.
CGP6	Knowledge to apply the technical and management skills in activities of R+D in the area of Civil Engineering.
CGP7	Ability to plan, design, inspection and direct land transport (roads, railways, bridges tunnels and urban ways) or maritime (port facilities or works) infrastructure.
CGP10	Ability to carry out studies of territorial, urban, coastal environmental, hydrographic, coastal defense, environmental and energetic planning related to infrastructure and the development of new cities.
CGP12	Ability to plan, design and manage infrastructures, as the maintenance, conservation and use.
CGP15	Ability to evaluate and environmentally condition the infrastructure works on projects, construction, rehabilitation and conservation.
CGP18	Right knowledge of scientific and technological aspects of the mathematical, analytical and numerical methods of engineering, fluid mechanics, continuum mechanics, structural design, landscape engineering, marine engineering, constructions and hydroelectric facilities and linear works.
CE27	Knowledge and abilities that allow to understand the dynamic climate phenomena and its involvement in the actions over the territory, either urban, rural or coastal, including the impact of actions on the environment, people, cultures and economy. Ability to carry out studies and projects.
CE30	Ability to plan, manage and exploit infrastructure related to civil engineering.
CE35	Ability to integrate and apply technical knowledge in consultancy, analysis, maintenance, construction, technical evaluation, conservation, exploitation and mathematic modelling of hydraulic and energetic resources.
CE37	Ability to integrate and apply technical knowledge in consultancy, maintenance, conservation, technical evaluation, exploitation, historical and social evaluation, planning, technical management and physical mathematical modelling of infrastructure environmental effects.
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity.
CT8	Ability to design, analyse and understand relevant experiments in civil engineering.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student explains, knows and has the ability, inside of international contexts of development, to plan, project, inspection and direct land transport (roads, railways, bridges, tunnels and urban ways) or maritime (port facilities or works) infrastructure. Good general knowledge of the international policies about development and of their elaboration process and decision taking. Good knowledge of the development policy of the European Union and its financial instruments used by the European Commission (to know, the European Development Fund, the Development Cooperation Instrument and the European Neighbourhood and Partnership Instrument), of the thematic and horizontal programs and of the new financial instruments proposed form 2014	CGP7
SO2	Explains, knows and has the ability to carry out studies of territorial, coastal, coastal defense, environmental and energetic planning related to infrastructure. Willing to gain knowledge and experience in the field of development and external assistance at the operational level and on the ground	CGP10

Code	Learning results	Competences linked
SO3	Explains and has solid knowledge of budget management, finance and human resources, in the international context to design, plan, manage, maintain, preserve and operate the infrastructure form an environmental and sustainable perspective	CGP12, CGP15, CE30, CE37 and CE40
SO4	Explains, knows and has the ability to understand the dynamic climate phenomena and is capable of giving responses to the problems arising in the urban, rural and/or coastal territory, including the impact of the actions on it, performs studies and construction projects.	CE27
SO5	Explains, knows and has the ability to know the technical, legal and property aspects arising in the project of a work in an international development context. Ability to establish different valid alternative, to choose the optimal and to translate it properly to a project, providing construction problems from an environmental, social and sustainable perspective.	CGP2, CGP6 and CGP7
SO6	Has ability to prepare and present structured and reasoned oral, written and graphic communications, as well as leadership, innovation and creative skills. Ability to inspire and motivate highly skilled multidisciplinary teams. Develops negotiation and coordination skills, with ability to establish effective high level negotiations with the interested sides, both internal and external, including solid experience in coordinating and/or negotiating in an international or interagency level	CT1 and CT8

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	Solves the projecting, planning, inspecting and directing problems of infrastructure works, making the planning and defense of the territory from human development, social and environmental aspects and perspectives	SO1, SO2
AI2	Yes	Solves and applies the scientific and technologic aspects on engineering, as well as the design, planning, management, maintenance, conservation, sustainable exploitation in line with communities, people and the environment, respecting and understanding the conduct codes internationally and locally accepted	SO3
AI3	Yes	Understands the dynamic climate phenomena and its interaction with the urban, rural and/or coastal territory and is capable of giving responses to the problems arising, including the impact of the actions on it, performing studies and work projects	SO4
AI4	Yes	Solves and applies the technical and legal knowledge on the evaluation of infrastructure and transport systems from the technical, environmental, constructive, legislative, planning, management, conservation, maintenance and dismantling perspective	SO5
AI5	Yes	Presentation of an oral communication to the classroom about a relevant aspect or action in civil engineering in the field of human development cooperation showing the ability to design, analyze and interpret these aspects	SO6

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Class exercises **5%**

Description: Consists on a series of theoretical or practical questions, each of which will be done in the classroom or through the Virtual Classroom (Moodle). It will also be taken into account the class participation.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10 points. The final score of this part will be the mean average of all the exercises done during the course, according to the difficulty of each one.

Place and period: The questions will be proposed, without notifying, during the class hours. The exercise will be done in the classroom. The questions proposed through the Virtual Classroom (Moodle) will be done according the conditions and dates that will be announced during the course.

EM2. Control at the end of thematic units **15%**

Description: Consists of the resolution a series of theoretical or practical exercises done during the class hours.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The final evaluation of these tests will be the arithmetic mean of all exercises done during the course.

Place and period: In class, in predetermined dates, once the classes related to the thematic unit are finished.

EM3. Midterm exam **40%**

Description: Consists of an exam that has several theoretical and practical questions, related to the units treated during the classes until the exam date. The approximate duration of the exam will be from 2 hours to 2 hours and 30 minutes.

Evaluation criteria: The paper will be ranked from 0 to 10 doing the arithmetic mean of the score of each exercise.

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

EM4. Final exam **40 or 80%**

Description: It will consist of two parts, each of them will last 1 hour and 30 minutes. The first one will have several theoretical and practical questions related to the lessons of the midterm exam. It is not obligatory for the students who have reached a score of 4 or higher in the midterm exam to be examined of this part although they can be examined if they want to reach a higher score. For the students who do the part related to the midterm exam, this will erase the score obtained in the midterm exam.

The second part, which will have to be done by all the students, has several theoretical and practical questions, related to the units not included in the midterm exam. All the students have to do this part.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The final score of the exam will be the arithmetic mean of the scores obtained in the exercises. For the students who do the two parts, the weight of the final exam will be the 80% and for those who only do the second part, it will be the 40%.

Place and period: To be determined by the Head of Studies. For organization reasons, first it will be done the second part of the subject (obligatory for all the students). Once this is done, the students who have to or want to do the first part of the subject will do the first part.

Result of the evaluation through "continuous assessment"

The final score will be the highest of the following:

- For the students who pass the midterm exam: PE1 (5%), PE2 (15%), PE3 (40%) and PE4 (40%), provided that the PE4 mark is not lower than 3.5.
- For the students who do the complete final exam: PE1 (5%), PE2 (15%), and PE4 (80%), provided that the PE4 mark is not lower than 3.5.
- For all the students, the mark which would have obtained by the evaluation through "final exam only" described below. For the students that have not done the first part of the final exam, it will be used to rank this part their score in the midterm exam.

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight
The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5. Those students with a score less than 5 will not pass the subject and will have another opportunity in the second period examination (extraordinary) which will have the same format as the evaluation through "final exam only".	

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: The exam will be the same final exam done by the students under the evaluation through "continuous assessment" (PE4).

Evaluation criteria: Each of the exercises will be ranked from 0 to 10 points. The final score will be the arithmetic mean of the scores obtained in each exercise.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

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

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Development agendas **1.1.** International, national and local contexts of human development cooperation. **1.2.** The big and small actors in the development cooperation.	AI1
Unit 2. Social and cultural anthropology for engineers **2.1.** Introduction to social and cultural anthropology as support to the actions of the civil engineering. **2.2.** Social, cultural, religious and gender aspects.	AI2
Unit 3. University cooperation **3.1.** University cooperation and research for human development in universities. **3.2.** University cooperation in the Universidad Politécnica de Madrid. **3.3.** Cooperation in Civil engineering universities.	AI2
Unit 4. Corporate social responsibility **4.1.** Society, private initiative and engineering area, environment and energy.	AI2
Unit 5. Projects **5.1.** Project approach in international help environments. Sustainable constructions, materials, in situ characterization methods. **5.2.** Human resource management, project management. **5.3.** Topography. **5.4.** Downscaling the project. **5.5.** Spanish Water Aid"Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento" (FCAS) AECID.	AI3
Unit 6. Conflicts and wars **6.1.** Strategy planning. **6.2.** Time windows and work thresholds. **6.3.** Ephemeral engineering. **6.4.** Logistics, transport and mobility.	AI3

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 7. Natural disasters and emergencies **7.1.** Strategy planning. **7.2.** Time windows and work thresholds. **7.3.** Ephemeral engineering. **7.4.** Logistics, transport and mobility.	AI4
Unit 8. Cities as global and local challenges in the XXI century **8.1.** World urbanization. **8.2.** Biodiversity, Blue and Circular Economy and Persons **8.3.** Inequalities and territory, from the city to the metropolitan world. **8.4.** Internal borders in the new megacities. **8.5.** Coastal and fluvial city.	AI5
Unit 9. Volunteering **9.1.** Volunteering actions in the student integral formation. **9.2.** Features and professional, personal and social skills for a successful volunteering. **9.3.** Return. **9.4.** The formative role that volunteering has in the curriculum and how it can be promoted.	AI6
Unit 10. Conduct codes **10.1.** Conduct codes in proceedings in activities and projects related to human development cooperation.	AI7
Unit 11. Creativity and development **11.1.** Aspects related to creative processes that improve and enhance successful alternatives in the projects and activities of the human being.	AI7

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts necessary to understand the concepts of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics taught.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at the resolution of exercises or problems that will allow complementing the theoretical lessons in order to correctly understand the subject. During practice lessons, all the knowledge acquired will be applied to real situations, aiming the student to acquire skills on the problem statement and the resolution of similar problems that will find during the professional life. The student will work over similar problems as the ones resolved by the professor. Sometimes, the students will have to work over a problem that then the professor will resolve. These will be solved in most cases by team work.

Laboratory classes:

Depending on the availability laboratory classes will be held in this subject, as well as outside class activities.

Independent work:

The student shall study the contents explained in theory lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies resolved in class.

Group work:

Specific works will be designed for groups and teams.

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are detailed at the beginning of this guide for each teacher.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-Habitat) (2014). *The state of African cities 2014. Re-imagining sustainable urban transitions. www.unhabitat.org.*
PERASSO, J.E. (2013). *Etnología y Antropología. Los Pobres del Basural. Crónicas de cacerias humanas "La tragedia Ayoreo". Textos agotados y publicaciones periodísticas. Fondo Nacional de la Cultura y las Artes. Asunción. Paraguay.*
ARRIBAS, P. et al. (2011). Casos prácticos de proyectos de infraestructuras en cooperación al desarrollo. Cuadernos de cooperación para el desarrollo Núm. 3. Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València.
Daniel Coyle (2012). The little book of talent.
Timothy Ferris (2011). The 4-Hour Work Week.
PNUMA Agenda 2030. (2015). http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/
Amy Cuddy (2016). Presence.
Tony Buzan (2014). Mind Map.
Steve Allen (2015). Reprograme su cerebro con PNL.
Susan Jeffers (2016). Feel the fear and beyond.
Susan Jeffers (2014). Feel the fear and do it anyway.
Ken Robinson (2009). The Element.
John P. Kotter (2012). Leading Change.
Adaptarse a la marea (2013) .Eduardo Punset
John P. Kotter (2016). Our Iceberg is Melting.
JOKS SOLVEIG (2006). Las mujeres samis del reno.
Diaz de Rada). Editorial universitaria Ramon Areces.
PÉREZ, A . et al . (2003). Tecnología para el Desarrollo Humano. Agua e Infraestructuras. Ingeniería Sin Fronteras.

Complementary bibliography:

MOFFATT S. (2013) et al. Ecological Cities as Economic Cities. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
VAGGIONE P. (2013) Urban planning for city leaders. 2nd Edition United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).
Dolan, S., Martín Rubio, I., Soto, E. (2004) LOS 10 MANDAMIENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PERSONAS. Ed. Gestión 2000.Barcelona.
Martín Rubio, I., Rodgers, D., Doeving, E., (2012) "Cross-Cultural Competences in the New Economy". En " Human Resource Management in the Digital Economy" Valdes-Conca,J., Manresa-Marhuenda, E., Jose Antonio Fernandez-Sanchez, de Juana-Espinosa, S.Ed. IGI-Global.
Martín Rubio, I.,Florence Sandoval, A. , Andina, D., González Sánchez, E.(2015) RSC EN LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS: DE LOS INFORMES AL COMPROMISO CON LOS PROFESIONALES. XXIII Congreso anual EBEN . (European Business Ethics Network) ISBN-978-84-608-1393-4. *http://www.upo.es/ocs/index.php/eben/eben/paper/viewPaper/431*.
Martín Rubio, I. Andina, D. (2015) ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN VIRTUALES PARA DESARROLLAR LA RSC. XXIII Congreso anual EBEN . (European Business Ethics Network). ISBN-978-84-608-1393-4 http://www.upo.es/ocs/index.php/eben/eben/paper/view/432.
Westtermann-Behaylo, M.K., Rehbein, K., Fort, T. (2015)" Enhancing the Concept of Corporate Diplomacy: Encompassing Political Corporate Social Responsibility, International Relations, and Peace Through Commerce", Academy of Management Perspectives, Vol. 24(4), pp. 387-403.
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) (2007). Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) *http://www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas*
Yasmina Khadra (1997). Trilogía de Argel, Almuzara, 2005, incluye: Morituri, Doble blanco y El otoño de las quimeras.

Web resources:

Web site of the subject, virtual platform (MOODLE).

Specific equipment:

Department library

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Group work	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 2 h	Unit 1 1 h		Study Unit 1 4 h 45 min			7 h 45 min
2	Unit 2 2 h	Unit 1 1 h		Study Units 1 and 2 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Unit 3 1 h	Unit 2 2 h		Study Unit 2 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Units 3 and 4 2 h	Unit 3 1 h		Study Unit 3 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Units 4 and 5 2 h	Unit 4 1 h		Study Units 3 and 4 and preparation for the control 6 h	Control 30 min		9 h 30 min
6	Unit 5 2 h	Unit 5 1 h		Study Unit 5 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Unit 6 1 h	Unit 5 2 h		Study Units 5 and 6 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Unit 7 2 h	Unit 7 1 h		Study Unit 7 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Unit 8 2 h	Unit 7 1 h		Preparation for the midterm exam 6 h 30 min	Midterm exam 2 h		11 h 30 min
10							7 h 45 min
11	Unit 8 1 h	Unit 8 2 h		Study Unit 8 4 h 45 min			7 h 45 min

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Group work	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
12	Unit 9 2 h			Study Unit 8 and preparation for the control 5 h 45 min	Control 30 min		8 h 15 min
13	Unit 9 3 h			Study Unit 8 4 h 45 min			7 h 45 min
14		Unit 9 2 h		Study Unit 9 4 h 45 min			6 h 45 min
15	Units 10 and 11 1 h	Units 10 and 11 2 h		Study Units 10 and 11 4 h 45 min			7 h 45 min
To the exam				Independent study and preparation of final exam 6 h	Final exam 2 h		8 h
Hours	**23 h**	**17 h**		**76 h 30 min**	**5 h**		**121 h 30 min**

NOTE **1.** Exact dates are shown in the academic calendar.

Dirección y Gestión Empresarial

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000424	4,5	Optativa	Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras	Español

Nombre en inglés	Business Management and Administration
Materia	Opción Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción.
Web asignatura	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Juan Gardeta Oliveros	Pte.	Todos	J (10.30 – 2) V (9 – 2)	Desp. 1 ª Planta	*jjgardeta@caminos.upm.es*
Félix Pérez González	Vocal	Todos	J (10.30 – 2) V (9 – 2)	Desp. 1 ª Planta	*felix.perezg@upm.es*
Óscar Gutiérrez-Bolivar Álvarez		Todos	J (10.30 – 2) V (9 – 2)	Desp. 1 ª Planta	*oscar.gutierrezbolivar@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:

Asignatura Empresa del Grado en Ingeniería Civil y Territorial de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UP de Madrid o equivalente de otro Grado de Escuela de Ingeniería o Facultad

Conocimiento sólido de al menos un sector económico nacional o internacional

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
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.

Código	Competencia
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
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	Aplica los modelos de organización y gestión empresarial (administración de empresas) relevantes para su gestión	CGP1, CGP17
RA2	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de los métodos y modelos de de organización y gestión empresarial (administración de empresas)	CGP2, CT5

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Estudia correctamente las funciones de Recursos Humanos, Producción y Logística con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA1
IL2	Sí	Estudia correctamente las funciones Financiera y de Control con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA2
IL3	Sí	Estudia correctamente la función Comercial con autonomía, acierto y rigor técnico	RA2
IL4	Sí	Estudia correctamente la función de compras de la empresa y su relación con la función de producción	RA1, RA2
IL5	Sí	Estudia correctamente el diseño de la Estrategia (la Gestión Estratégica) y las bases de su implantación (ejecución), con autonomía, acierto y rigor técnico.	RA1, RA2
IL6	No	Plantea correctamente el análisis de la situación de una empresa de un sector concreto y diseña adecuadamente una estrategia y su implantación.	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 **5%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase. Para alcanzar alguna puntuación en este componente de la calificación es preciso haber realizado el 90 por ciento de los ejercicios. 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, en una parte de la hora 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. Control al final de bloques temáticos **5%**

Descripción: Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, cada uno de los cuales se realizará en el aula de clase. Se podrán unir en el mismo ejercicio varios bloques temáticos, o llevarlos a un examen parcial.

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

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 final **90%**

Descripción: Constará de tres ejercicios con una duración total aproximada de 2- 3,5 horas. La primera parte, compuesta por dos o ejercicios está formada por varias preguntas de carácter eminentemente teorico correspondientes a casos explicados en clase. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 7 en la media del total de los elementos de evaluación continua PE1 y PE2.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y teórico-práctico, correspondientes a todos los temas de la asignatura. Todos los alumnos asistentes al examen 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 90%.

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 7 en la media

del total los elementos de evaluación continua PE1 y PE2).

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- Para los alumnos que hayan obtenido un mínimo de 7 en la media de PE1 y PE2: PE1 (5%), PE2 (5%), y PE3 (90%), siempre que la calificación de PE3 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (5%), PE2 (5%) y PE3 (90%), siempre que la calificación de PE3 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 media de PE1 y PE2.

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. El examen se calificará de 0 a 10 como evaluación global de 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. Conceptos generales de empresa. Los productos y los mercados **1.1.** Conceptos generales de empresa. Los productos y los mercados. **1.2.** La dirección de empresas. **1.3.** Análisis de balances y de los estados financiero-contables. Los costes de la empresa. **1.4.** Sistemas de información económica (visión general y aplicada a empresa constructora).	IL1
Tema 2. Las funciones principales de la empresa. Los Recursos Humanos **2.1.** Los Recursos Humanos en la empresa; el factor humano, la organización formal y la informal; los valores y cultura empresarial. **2.2.** Necesidades humanas y motivación. **2.3.** Comportamiento del trabajador. Los recursos humanos en la empresa; tarea; productividad; estudio del trabajo; el puesto de trabajo **2.4.** El grupo en la empresa; el trabajo en equipo; la comunicación en la empresa. **2.5.** El directivo; el trabajo en equipo.	IL1
Tema 3. La función financiera **3.1.** Análisis económico- financiero. Análisis de la gestión financiera a corto plazo. **3.2.** Análisis de la gestión financiera a largo plazo: la inversión en Activo Fijo. Aplicación a las inversiones públicas. **3.3.** La Estructura del Pasivo. Los recursos propios. Ampliaciones de capital y suscripción de nuevas acciones. **3.4.** El Mercado financiero. **3.5.** Medios de pago habituales.	IL2
Tema 4. La función de producción, Innovación y productividad; la producción en los servicios **4.1.** Aplicación de los teoremas de cota a un talud vertical. **4.2.** Aplicación de los teoremas de cota al empuje de tierras. Empuje activo y pasivo. **4.3.** Estado de Rankine. Aplicación al empuje de tierras.	IL1
Tema 5. La función comercial. La vida del producto y su gestión. **5.1.** El área comercial. La venta y el marketing: elementos. **5.2.** Los medios de acción comercial. **5.3.** La vida del producto. **5.4.** El servicio al cliente y los tipos de producto **5.1.** El área comercial. La venta y el marketing: elementos.	IL3
Tema 6. La función logística **6.1.** La logística de aprovisionamiento. La logística industrial. **6.2.** La logística de distribución. Los stocks o existencias. Los sistemas de almacenaje.	IL1
Tema 7. La función de compras. **7.1.** Las compras: Costes y dilemas	IL4
Tema 8. La función de control **8.1.** Bases del control de gestión. Sistemas de control de gestión **8.2.** El Gobierno corporativo **8.3.** La auditoría	IL2

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 9. La Gestión estratégica **9.1.** La evaluación de las capacidades propias. La cadena de valor añadido **9.2.** Recursos, estructuras y organizaciones empresariales **9.3.** El entorno exterior; la competencia; el análisis competitivo **9.4.** La formulación y la implantación de la estrategia. Tipos básicos de estrategia	IL5
Tema 10. Sectores económicos de actividad cercana a la ingeniería civil **10.1.** La empresa constructora **10.2.** La empresa de consultoría técnica de ingeniería **10.3.** La empresa inmobiliaria **10.4.** La empresa de servicios logísticos	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 comprensión jurídica del alumno del tema tratado. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Los periodos y clases prácticas sirven para la resolución de casos o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta compresión de la asignatura. En las clases prácticas, se aplicaran los conocimientos adquiridos a los temas especiales del tema 17, 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.

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 casos expuestos 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:

Gardeta Oliveros, Juan G., y otros (dir. Y edit.)(2010), *Principios de la Administración de Empresas para ingenieros*, 3ª ed., agosto 2010, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos –colección Escuelas–.

Bibliografía complementaria:

Peters T, y Waterman, R. Jr. *En busca de la excelencia*, Barcelona, Ed. Folio 1989 (Ed. Original: *In search of Excellence*, New York, Warner Books, Inc; 1982) Lambe, W. Y Whitman, R. (2008). *Mecánica de suelos*. Ed. Limusa.

Schein, E.H., *Organizational Culture and Leadership* (Jossey-Bass Pshycology Series), 2ª ed. 1985,- 2006. ISBN 1-555 42 487 2..

Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.): *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra. (2002).

Pérez-Carballo, A., Pérez-Carballo, J., Vela Sastre, E.: *Principios de gestión financiera de la empresa*. Madrid, Alianza Universidad Textos, 2001., F. (2007). *Mecánica del suelo y cimentaciones*. Fundación Escuela de la Edificación.

Domínguez Machuca,m J.A., et al. *Dirección de Operaciones. Aspectos Tácticos y Operativos en la producción y los servicios*. Madrid. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U., 1995.

Ishikawa, K.: *¿Introducción al control de calidad?* Madrid, Díaz de Santos, 1994.

Anthony, J et al.: *Management Control Systems*. Richard Irwin, 1995.

Porte, M.E.: *Ventaja Competitiva*. México, CECSA, 1987

Recursos Web:

Equipamiento específico:

Biblioteca de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de loa UP de Madrid departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno.

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 4h 45 min			7 h 45 min
2	Tema 2 3 h			Estudio 2 4 h 45 min			7 h 45 min
3	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 4 h 45 min			7 h 45 min
4	Tema 4 3 h			Estudio tema 4 4 h 45 min			7 h 45 min
5	Tema 5 3 h			Estudio tema 5 4 h 45 min			7 h 45 min
6	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 4 h 45 min			7 h 45 min
7	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 4 h 45 min			7 h 45 min
8	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 4 h 45 min			7 h 45 min
9	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 4h 45 min			7 h 45 min
10	Tema 8 3 h			Estudio tema 8 4 h 45 min			7 h 45 min
11	Tema 8 3 h			Estudio tema 8 4 h 45 min			7 h 45 min
12	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 4 h 45 min			7 h 45 min

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
13	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 4 h 45 min			7 h 45 min
14	Tema 10 3 h			Estudio tema 10 4 h 45 min			7 h 45 min
15	Tema 10 3 h			Estudio tema 10 4 h 45 min			7 h 45 min
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 3 h 15 min	Examen final 2 h		5 h 15 min
Horas	**45 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.

Financing Infrastructure and Public Services

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000422	4,5	Optional	Management and Financing Projects and Infrastructures	English

Name in Spanish	Financiación de Infraestructuras y Servicios
Subject	Option of Management and Financing Projects and Infrastructures
Department	Civil Engineering. Transportation and Land Use
Website	http://moodle.*upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth semester
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D7 *Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil*

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
José Manuel Vassallo Magro	Chair	All	Mon, 8:30-11:30 Tue, 8:30-11:30	TRANSyT	*josemanuel.vasallo@upm.es*
Juan Gómez Sánchez	Secr.	All	Mon, 9:30-12:30 Tue, 9:30-12:30	TRANSyT	*juan.gomez.sanchez@upm.es*
Aniceto Zaragoza Ramírez	Member	All	Thur, 17:00-20:30 Fri, 9:00-12:00	Department of Transports	*aniceto.zaragoza@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Economics

Other learning requirements:

Basic knowledge on civil engineering, economics, finance, business management and accounting.

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP2	Understanding the technical, legal and property determinants of a public work project. Ability to determine different valid alternatives, choose the optimal one and express it appropriately, foresee possible issues during the construction process, and use the most adequate methods and technologies –both traditional and innovative– in order to achieve the maximum effectiveness to favour progress and development for a sustainable and environmentally friendly society.
CGP3	Knowledge, understanding and ability to apply the necessary legislation in the course of the professional career of a Civil Engineer.
CGP12	Ability to plan, design and manage infrastructure facilities: construction, maintenance and operation.

Code	Competence
CE30	Ability to plan, manage and operate public works infrastructure.
CE32	Ability to apply technical knowledge to appraise projects, works and infrastructure from the scope of civil engineering.
CE33	Ability to implement the technical knowledge acquired to R+D+I activities in the field of civil engineering.
CE40	Ability to apply technical knowledge to consultancy, analysis, design, calculation, construction, maintenance, operation, legal management, business management, planning and technical management of infrastructure and transport systems.
CT3	Capacity to communicate, speaking and writing, in English. Developing of the first crosscurricular competency of the Royal Decree
CT4	Capacity to organize and manage a work group. Developing of the fifth crosscurricular competency of the Royal Decree
CT5	Ability to exert the professional functions of design, calculation, technical evaluation, planning and technical management by using the European and international regulation.
CT8	Ability to design, analyse and understand relevant experiments in civil engineering.

5. Student outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student is able to apply methodologies to determine the advantages and disadvantages of private financing mechanisms compared to governmental ones.	CGP2, CGP3, CGP12, CE30, CE32, CE33, CE40, CT5, CT8
SO2	The student is able to make a straightforward financial assessment of civil engineering projects.	CGP2, CGP3, CGP12, CE30, CE32, CE33, CE40, CT5, CT8
SO3	The student knows the different private financing sources available in the market and determine their feasibility to finance infrastructure projects.	CGP2, CGP3, CGP12, CE30, CE32, CE33, CE40, CT5, CT8

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI1	Yes	The student distinguishes the different infrastructure and public services management mechanisms.	SO1
AI2	Yes	The student distinguishes the different legal and economic concepts related to infrastructure pricing, and understands the main price regulation mechanisms.	SO1
AI3	Yes	The student knows the main infrastructure financing sources in the European Union.	SO1
AI4	Yes	The student understands the advantages and disadvantages of PPPs compared to conventional procurement approaches.	SO1
AI5	Yes	The student knows the main procurement mechanisms for PPPs, and distinguishes their advantages and disadvantages.	SO1
AI6	Yes	The student knows the main project risks in infrastructure financing.	SO1 and SO2

Code	Basic	Indicators of achievement	SO linked
AI7	Yes	The student understands the “cash-flow” and “capital cost” concepts.	SO2
AI8	Yes	The student understands the advantages of “project finance” compared to other financing mechanisms.	SO2
AI9	Yes	The student identifies different infrastructure financing sources and knows their feasibility for different projects.	SO3

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation — Weight

7.1. Evaluation through “continuous assessment”

EM1. Attendance and participation in class — **15%**

Description: The student participation during the lectures, assignments and professional sessions will be assessed in both a quantitative and a qualitative way.

Evaluation criteria: The teacher will grade the students on the basis of the students’ participation and interest.

Place and period: In class, throughout the course.

EM2. Class and take-home assignments — **15%**

Description: Class assignments about theoretical or practical aspects will be delivered to the students during class hours.

Evaluation criteria: Each assignment will be graded from 0 to 10. The final grade will be the arithmetic mean of all exercises done during the course.

Place and period: In class, throughout the course.

EM3. Group work — **20%**

Description: This work consists of producing a paper about a subject related to the contents of the course. The group may be led by a professional working in the infrastructure financing field. This paper will be concluded with an oral presentation.

Evaluation criteria: The paper will be graded from 0 to 10 on the basis on its quality and the effort of the members of the group.

Place and period: In class, throughout the course and final presentation of the papers.

EM4. Final exam — **60%**

Description: The final exam will include both theoretical questions and practical exercises related to the topics taught throughout the course.

Evaluation criteria: The exam will be graded from 0 to 10.

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

Result of the evaluation through “continuous assessment”

The final grade will be the highest of the following:

- EM1 (15%), PE2 (15%), EM3 (20%) and EM4 (60%), provided that the student got at least 4 points out of 10 in EM4.
- EM4 (100%), this is the grade obtained by the student in the “final exam only” method described afterwards.

The student will pass the subject if the final grade is equal to or higher than 5.

Those students who got a grade lower than 5 in the “continuous assessment procedure” will not pass, but they will have another opportunity in the “extraordinary exam”, which will have similar characteristics as the evaluation “final exam only”.

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.2. Evaluation through "final exam only"

Description: The exam will be the same final exam done by the students under "continuous assessment" (EM4).

Evaluation criteria: Each exercise will be graded from 0 to 10.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

The final grade will be the one obtained by the student in the final exam.

The subject will be passed if the final grade is equal to or higher than 5.

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Infrastructure, public services and market economy **1.1.** Market failures **1.2.** Government interventionism and liberalization **1.3.** Management and regulation approaches	AI1, AI2
Unit 2. Infrastructure financing mechanisms **2.1.** Initial sources of financing **2.2.** Ultimate sources of income **2.3.** Direct vs. indirect management	AI1, AI2
Unit 3. Infrastructure and public deficit **3.1.** Macroeconomic perspectives in Spain, Europe and the World **3.1.** SEC 95 of EUROSTAT **3.2.** Accounting infrastructure assets built by public entities **3.3.** Accounting infrastructure assets built through PPPs **3.4.** Practical case studies	AI1, AI2
Unit 4. Revenue, prices, fees and subsidies **4.1.** Economic and legal concept **4.2.** Price setting and its contractual indexation **4.3.** Price regulation principles	AI1, AI2
Unit 5. EU funding and TEN-T **5.1.** Trans-European Networks **5.2.** Budget funding (Structural funds, cohesion funds and Connecting Europe Facility) **5.3.** The European Investment Bank	AI3
Unit 6. Concept and main characteristics of PPPs **6.1.** Features and types **6.2.** *Value for money* analysis **6.3.** PPPs in the world **6.4.** Preparatory actions **6.5.** Procurement and tender approaches **6.6**. Economic and quality regulation	AI4, AI5
Unit 7. Risk allocation **7.1.** General principles of risk allocation **7.2.** Risk quantification **7.3.** Construction and operation risk **7.4.** Income risk **7.5.** Financial risk	AI6

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
7.6. Political and regulatory risk **7.7.** Insurance	
Unit 8. Financial evaluation of projects **8.1.** Principles of finance **8.2.** Capital cost **8.3.** Cash flow analysis **8.4.** Accountability and fiscal aspects **8.5.** Profitability criteria **8.6.** Practical case studies	AI7
Unit 9. Project finance **9.1.** Characteristics **9.2.** Advantages and disadvantages over corporate finance **9.3.** Financial contracts **9.4.** Practical case studies	AI8
Unit 10. Private financing sources **10.1.** Banking **10.2.** Capital markets **10.3.** Securitisation **10.4.** Monoline insurance and financial guarantees **10.5.** Infrastructure funds **10.6.** Multilateral banking	AI9
Unit 11. Business strategy in PPP projects **11.1.** Tender **11.2.** Renegotiation **11.3.** Partner finding **11.4.** International investment	AI1

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts required to understand the lessons of the course in order that the student achieves the expected goals. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics taught.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at solving assignments or problems that will complement lectures in order to correctly understand the subject. During practice lessons, all the knowledge acquired will be applied to real situations. This way, the student is expected to acquire skills on the problem statement and the resolution of similar problems that she/he will find during professional life. The student will work over similar problems as those solved by the teacher. Sometimes, students will have to work over a problem that would be solved by the teacher afterwards.

Laboratory classes:

A group work will be conducted over the first nine weeks of the course. This work will end up with an oral presentation the ninth week of the course. Groups will work on their project, assisted by a professional presently working in the field of infrastructure financing. Students will devote one hour a week over eight weeks.

Independent work:

Students shall study the content explained in the lectures and shall strive to solve the exercises and case studies given in class.

Professional sessions:

Professionals who are currently working in the field of infrastructure financing will be invited to class to give 2 h sessions about practical applications related to the content of the course.

Office hours

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Further details are listed at the beginning of this guide for each teacher.

10. Bibliography and resources

Basic literature:

Izquierdo, R. y Vassallo, J.M. (2004) Nuevos sistemas de gestión y financiación de Infraestructuras de transporte. Colección Seinor 35. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos..

Vassallo, J.M. e Izquierdo, R. (2010). Iniciativa pública y participación privada: conceptos y experiencia en América y España. CAF. Banco de Desarrollo de América Latina.

Vassallo, J.M. (2015). Asociación Público Privada en América Latina: Aprendiendo de la Experiencia. CAF. Banco de Desarrollo de América Latina.

Additional literature:

Finnerty, J.D (1996) *Project Financing: Asset-based Financial Engineering*. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Gómez-Ibáñez, J.A. (2003). *Regulating Infrastructure. Monopoly, Contracts, and Discretion*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

OECD (2008) *Transport Infrastructure Investment: Options for Efficiency*. International Transport Forum. OECD, Paris, France.

Guasch, J.L. (2004) *Granting and Renegotiating Infrastructure Concessions Doing it Right*. WBI Development Studies. The World Bank, Washington D.C.

Yescombe, E.R. (2007) *Public-Private Partnerships: Principles of Policy and Finance*. Butterworth-Heinemann, Oxford (UK).

Web resources:

Website of the subject, virtual platform (MOODLE).

Specific equipment:

Table 11. Time Schedule

Week (see Note 1)	Lectures	Practice lesson	Workshop	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Units 1 and 2 3 h		Group work 1 h	Study Lesson 1 4 h			8 h
2	Unit 2 1 h		Group work 1 h	Study Lesson 2 3 h		Professional session 2 h	7 h
3	Units 3 and 4 2 h	Unit 3 1 h	Group work 1 h	Study Lesson 3 3 h			7 h
4	Units 4 and 5 3 h		Group work 1 h	Study Lesson 4 4 h			8 h
5	Units 5 and 6 3 h		Group work 1 h	Study Lesson 5 3 h			7 h
6	Unit 6 and 7 3 h		Group work 1 h	Study Lesson 6 4 h			8 h
7	Unit 7 1 h		Group work 1 h	Study Lesson 7 3 h		Professional session 2 h	7 h
8	Unit 7 3 h		Group work 1 h	Study Lesson 7 4 h			8 h
9	Unit 8 3 h		Presentations 2 h	Study Lessons 7 and 8 4 h			9 h
10	Unit 8 1 h	Unit 8 2 h		Study Lesson 8 4 h			7 h
11	Unit 9 2 h	Unit 9 1 h		Study Lesson 9 4 h			7 h

Week (see Note 1)	Lectures	Practice lesson	Workshop	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
12	Unit 9 1 h	Unit 9 2 h		Study Lesson 9 4 h			7 h
13	Unit 10 1 h			Study Lesson 10 4 h		Professional session 2 h	7 h
14	Unit 10 1 h			Study Lesson 10 4 h		Professional session 2 h	7 h
15	Unit 11 1 h			Independent study and preparation for final exam 4 h		Professional session 2 h	7 h
To the exam				Independent study and preparation for final exam 6 h 30 min	Final exam 4 h		10 h 30 min
Hours	**29 h**	**6 h**	**10 h**	**62 h 30 min**	**4 h**	**10 h**	**121 h 30 min**

NOTE 1. Precise dates are shown in the academic calendar.

Gestión y Prevención de Riesgos en Ingeniería

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000425	4,5	Optativa	Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras	Español

Nombre en inglés	Engineering risks management and prevention
Materia	Opción: Gestión y Financiación de Proyectos e Infraestructuras
Departamento	Ingeniería Civil: Construcción.
Web asignatura	*https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Periodo impartición	Cuarto semestre
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 *Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales*, según la línea de investigación de la tesis doctoral

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Fernando Rodríguez López	Pte.	Todos	L (8 -14)	Aula Dragados	*fernando.rodriguezl@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.
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.
CPG4	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
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.
CGP17	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
CE32	Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en la evaluación de proyectos, obras e infraestructuras dentro del ámbito de la ingeniería civil.
CT2	Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.
CT4	Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo. Desarrolla la competencia transversal 5ª de la normativa UPM.
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Aplica los modelos de gestión de riesgos y peligros en proyectos de ingeniería civil y en empresas.	CGP1, CGP4 CGP12
RA2	Aprecia y analiza las incertidumbre de los proyectos y determina la estrategia para su consideración.	CGP2, CGP6, CE32
RA3	Sabe tratar los riesgos que afectan a los proyectos en que participa	CT2, CT4
RA4	Conoce el sector asegurador y las soluciones que ofrece en los proyectos de ingeniería	CGP1
RA5	Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de los métodos y modelos de ingeniería de caminos, canales y puertos.	CM45
RA6	Interpreta los requisitos exigibles a las construcciones y ajusta su fiabilidad en función de los costes de las consecuencias y posibilidades de los eventos.	CGP2

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Sabe identificar los riesgos de un proyecto y establece la selección de los que precisan ser tratados	RA1, RA2
IL2	Sí	Conoce las principales aportaciones del sector asegurador a las obras y empresas de la construcción	RA3, RA4
IL3	Sí	Maneja los conceptos de las aseguradoras y es capaz de interaccionar con ellas para la financiación del riesgo de sus proyectos.	RA4
IL4	Sí	Domina la incertidumbre de un proyecto y sabe determinar si es asumible o no debe de actuarse para llevarlo a niveles de aceptación.	CM45, RA6
IL5	Sí	Dispone de capacidad para seleccionar alternativas con un riesgo menor y por tanto de mayor fiabilidad	RA1, RA2
IL6	Sí	Plantea las prestaciones de los proyectos para cumplir con los requisitos	RA5, RA3
IL7	No	Sabe manejar la parte incierta en la innovación y la incorpora a sus proyectos.	RA5, 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. 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 hasta un máximo del 5 %.

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. Control al final de bloques temáticos **10%**

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

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

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 **40%**

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. Mediante prácticas en empresas **100 %**

Descripción: Se harán grupos de alumnos (5) que asistirán 8h/semana a prácticas reales en empresas de consultoría en la Gestión de Riesgos, Bancos y Aseguradoras. En la empresa existirá un tutor profesional que otorgará una primera nota que será el 60 % de la nota de la asignatura. Los alumnos deberán asistir a clases de la asignatura hasta un 85 % de las que se impartan, salvo fuerza mayor.

La segunda parte, será un estudio comparativo de la manera con que se actúa en la empresa donde cursa las prácticas y los contenidos teóricos impartidos en la clase.

Criterios de calificación: Es necesario asistir al 85 % de las clases de la asignatura. La nota de prácticas de la empresa contribuye al 60 % de la nota y el estudio comparativo un 40 % de la nota.

Momento y lugar: En la primera semana de clase se organizarán los grupos a propuesta de los alumnos. El informe debe ser entregado antes de el examen final de la asignatura.

PE4. Mediante prácticas con casos reales **100 %**

Descripción: Cada alumno elegirá una empresa, especialmente de la construcción, sobre la que hará un informe de riesgos según el estándar COSO siguiendo el caso realizado en las calases prácticas. Corresponde al alumno el buscar la información y bajo la tutela de un profesor elaborará el informe correspondiente.

Criterios de calificación: Es necesario asistir al 85 % de las clases de la asignatura.

Momento y lugar: Antes del examen final el alumno deberá entregar su caso resuelto. Caso de no entregar ni realizar el examen se considerará como no presentado.

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
PE5. Examen final	**40% o 80%**

Descripción: Constará de dos partes, cada una con una duración aproximada de 1- 1,5 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 5 en el examen parcial. La realización de la esta parte del examen anula la calificación que el alumno hubiera obtenido 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 80% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 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 (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:

- Para los alumnos que hayan aprobado el examen parcial: PE1 (5%), PE2 (15%), PE3 (40%) y PE4 (40%), siempre que la calificación de PE4 no sea inferior a 3,5.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo: PE1 (5%), PE2 (15%) y PE4 (80%), 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.

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
Capítulo I. Aspectos generales de la gerencia de riesgos.	
Tema 1. La gestión de riesgos y oportunidades en la Gestión de un Proyecto **1.1.** Concepto de riesgo y oportunidad **1.2.** Objetivos de la gestión de riesgos y oportunidades **1.3.** El proceso de la gestión del riesgo **1.4.** El Gestor de Riesgos	IL5
Tema 2. Conceptos Generales **2.1.** Conceptos Generales **2.2.** Definiciones **2.3.** Evolución histórica de la gestión de riesgos **2.4.** Estándares de Gestión de Riesgos	IL5
Tema 3. Necesidad de la Gestión y Prevención de Riesgos **3.1.** Proyecto de construcción y sus riesgos **3.2.** El esquema desagregado de riesgos EDR. Los riesgos tecnológicos. **3.3.** Los riesgos funcionales, técnicos y medioambientales. **3.4.** Los riesgos empresariales. Mapas de riesgos.	IL5, IL6
Tema 4. El Gestor de riesgos. **4.1.** Gerencia de riesgos. Concepto. **4.2.** Proceso de gerencia de riesgos. **4.3.** Gerente de riesgos. Funciones. **4.4.** La competencia en la gerencia de riesgos.	IL5
Tema 5. El contexto en la Gerencia de riesgos. **5.1.** Responsabilidad y riesgo **5.2.** Componente económica de los riesgos. Coste global de proyectos. **5.3.** Los riesgos morales y éticos. Riesgos emergentes. La innovación. **5.4.** Responsabilidades administrativas, civiles y penales.	IL2, IL5, IL7
Tema 6. Parámetros de un riesgo **6.1.** La descripción de un riesgo **6.2.** Características de los riesgos **6.3.** La probabilidad **6.4.** El coste y/o la vulnerabilidad	IL1

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo II. Caso de riesgos de daños materiales	
Tema 7. Requisitos técnicos de las construcciones **7.1.** Modelos de Códigos Técnicos. **7.2.** Reglamento de productos de la Construcción. **7.3.** Los requisitos, exigencias y prestaciones de los proyectos. **7.4.** La seguridad en los proyectos. **7.5.** Los riesgos en las innovación y los efectos desproporcionados.	IL1, IL4, IL5, IL7
Tema 8. El riesgo de daños materiales por vicios y defectos **8.1.** Las garantías en las obras de construcción **8.2.** Los sistemas de prevención de daños **8.3.** Las pólizas de seguros de daños materiales **8.4.** El modelo español	IL1, IL4, IL5, IL7
Tema 9. La actuación del Organismo de Control Técnico OCT **9.1.** El reconocimiento de los OCT **9.2.** El OCT en fase proyecto. Informes D0, D0x y D1x **9.3.** El OCT en la fase de ejecución. Informes D5.x **9.4.** El OCT en la fase de recepción. Informes D3 y D6.	IL1,IL4, IL5, IL7
Tema 10. Los daños materiales en la ejecución de la obra. **10.1.** El seguro todo riesgo Construcción **10.2.** Los riesgos latentes **10.3.** Los riesgos naturales **10.4.** Los riesgos tecnológicos.	IL1, IL4, IL5, IL7
Tema 11. Los daños materiales en la obra civil terminada. **11.1.** Los riesgos existentes **11.2.** La póliza de seguros de daños extraordinarios. Diseño. **11.3.** La pérdida de beneficios. **11.4.** Las reclamaciones	IL1,IL4, IL5, IL7
Tema 12. Los riesgos en el cumplimiento de contrato. **12.1.** Los riesgos de cumplimiento de plazo **12.2.** Los riesgos de cumplimiento de la calidad **12.3.** Las fianzas y seguros de crédito **12.4.** La monitorización de la obra	IL1,IL4, IL5, IL7

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Capítulo III. La autoprotección	
Tema 13. La Seguridad y la Protección Civil **13.1.** La Norma Básica del RD 393/2007 y otra legislación **13.2.** Exigencias de las infraestructuras en protección civil **13.3.** El Plan de autoprotección. Contenido y elaboración. **13.4.** La autoprotección y la explotación	IL1,IL4, IL5, IL7
Tema 14. Las infraestructuras críticas **14.1.** Concepto de infraestructura crítica en Europa. Sectores estratégicos. **14.2.** Plan de seguridad del Operador. PSO. **14.3.** Plan de Protección específico de una infraestructura. PPE. **14.4.** Los planes de continuidad de las infraestructuras.	IL1, IL4, IL5, IL7
Capítulo IV. Caso de los Riesgos Medioambientales.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 15. La legislación en prevención de riesgos medioambientales. **15.1.** La Ley de responsabilidad Ambiental. **15.2.** La norma de Gestión de Riesgos Ambientales. **15.3.** Los riesgos ambientales en el sector de la construcción. **15.4.** Los riesgos ambientales y los impactos ambientales.	IL1,IL2, IL3, IL6
Tema 16. El análisis del riesgo ambiental **16.1.** Identificación de escenarios. **16.2.** Árbol de causas. **16.3.** Árbol de consecuencias. **16.4.** Medidas de eliminación o mitigación	IL1, IL2, IL3, IL6
Tema 17. La monetización del riesgo ambiental. **17.1.** La garantía ambiental. **17.2.** El sistema MORA de monetización **17.3.** Agentes acusantes y medio afectado **17.4.** Cálculo de la cobertura	IL!, IL2, IL3, IL6
Capítulo V. Definición o identificación de riesgos	
Tema 18. Tipos de riesgos. **18.1.** Clasificación de los riesgos por su origen. **18.2.** Los riesgos naturales, los riesgos empresariales y otros. **18.3.** Los riesgos latentes del proyecto. Error de diseño. **18.4.** Los riesgos asegurables	IL1
Tema 19. Técnicas para identificar riesgos (1) **19.1.** La ISO 31000 y otras estándares de identificación de riesgos. **19.2.** La experiencia y los riesgos. **19.3.** Las normas, documentos y los riesgos **19.4.** Las bases de datos de siniestralidad **19.5.** Las sesiones de tormentas de ideas	IL1
Tema 20. Técnicas para identificar riesgos (2). **20.1.** Fuentes y dianas **20.2.** Los peligros en los procesos **20.3.** Las encuestas **20.4.** Los conflictos de intereses	IL1
Capítulo VI. Análisis de riesgos	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 21. Técnicas estadísticas de análisis **21.1.** Método Delphi **21.2.** Método de encuesta **21.3.** Método de Montecarlo **21.4.** Métodos experimentales	IL4
Tema 22. Valoración de bienes y consecuencias de siniestros. Estimación económica. Daños materiales e inmateriales. **22.1.** Valor histórico. Valor de nuevo, de reposición y residual **22.2.** Siniestro máximo probable PML **22.3.** Siniestro máximo estimado **22.4.** La pérdida de beneficios	IL3, IL4
Capítulo VII. Tratamiento y prevención de riesgos	
Tema 23. Transferencia de riesgos. Opciones en el sector asegurador en el sector de la construcción. Tipos de pólizas existentes **23.1.** Pólizas durante la obra **23.2.** Pólizas después de la entrega **23.3.** Pólizas de responsabilidad y de producto **23.4.** La garantía en las construcciones	IL2, IL3
Tema 24. El sector asegurador. **24.1.** El contrato de seguro. Intervinientes. **24.2.** Las aseguradoras y reaseguradoras **24.3.** Los corredores y mediadores **24.4.** Pool de riesgos. Coste de las primas de seguros.	IL2, IL3
Tema 25. El consorcio de Compensación de Seguros. **25.1.** Naturaleza y funciones **25.2.** El consorcio y los terremotos. **25.3.** El consorcio y los fenómenos meteorológicos **25.4.** Las reclamaciones y los informes periciales.	IL2, IL3
Tema 26. Prevención, evaluación y corrección de fallos. **26.1.** La priorización en el plan de prevención. Ley de Sitter. **26.2.** El método de Pareto. El método del riesgo significativo. **26.3.** La declaración del siniestro. El flujo del proceso de un siniestro **26.4.** La peritación de los daños. La liquidación del siniestro.	IL2, IL3

CAPITULO VIII.- LA GESTION DE LOS RIESGOS EN LAS EMPRESAS

Tema 27. Organización de la empresa en el ámbito de los riesgos. Participación de Directivos y trabajadores. IL2, IL3

- **27.1.** Modelos organizativos de las empresas
- **27.2.** Necesidades en recursos y medios para una gestión del riesgo
- **27.3.** El papel del consejo de Administración
- **27.4.** La Seguridad en los proyectos.

Tema 28. Necesidades de la empresa en el ámbito de los riesgos. Legales, civiles, penales, administrativas, etc.. Los riesgos de continuidad de la empresa. La responsabilidad de Directivos y Administradores.

- **28.1.** Regulación de la demanda
- **28.2.** Responsabilidades
- **28.3.** La continuidad de la empresa
- **28.4.** La exigencia en los mercados de valores. Los derechos de accionistas y partes interesadas

Tema 29. Identificación de riesgos en una empresa en el ámbito de las infraestructuras y la construcción. Factores internos y externos. Estudio de pólizas de seguros. ISO 31000, ISO/CEI 73, PMBoK, COSO II - Comittee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) -., FERMA, ANZ-400.

- **29.1.** Estándares en la Identificación de riesgos
- **29.2.** Tipos de riesgos en las empresas
- **29.3.** Mapas de riesgos en las empresas
- **29.4.** Fuentes de información para la identificación de riesgos

Tema 30. Riesgos operativos en las empresas en el ámbito de las infraestructuras.

- **30.1.** Basilea y el riesgo operativo
- **30.2.** Causas y consecuencias en el riesgo operativo
- **30.3.** Actividades para tratar el riesgo operativo
- **30.4.** los datos en el riesgo operativo: recopilación, gestión, mejores prácticas, gestión coordinada, etc.

Tema 31. La comunicación del riesgo. Informes de riesgo de las empresas. Necesidades. Elaboración y gestión.

- **31.1.** Las exigencias de información del riesgos
- **31.2.** La utilidad de los informes de riesgo
- **31.3.** La comunicación del riesgo
- **31.4.** La gestión de los informes de riesgos de las empresas

Tema 32. La transferencia del riesgo: avales, cauciones y seguros. La gestión de las contragarantías. Las empresas cautivas para la transferencia del riesgo.

- **32.1.** Los riesgos existentes
- **32.2.** La póliza de seguros de daños extraordinarios. Diseño.
- **32.3.** La pérdida de beneficios.
- **32.4.** Las reclamaciones

Tema 33. La seguridad física de las empresas y sus riesgos

- **33.1.** La seguridad frente al robo y vandalismo
- **33.2.** La seguridad cibernética
- **33.3.** El terrorismo y las empresas
- **33.4.** Recursos en seguridad en las empresas

Tema 34. Planes de contingencia y continuidad

- **34.1.** Los riesgos de cumplimiento de plazo
- **34.2.** Los riesgos de cumplimiento de la calidad
- **34.3.** Las fianzas y seguros de crédito
- **34.4.** La monitorización de la obra

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 compresión 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.

En la modalidad de clases prácticas en empresas, el alumno aplica lo que se le enseña en el aula y verifica la realidad de la aplicación del conocimiento en la vida real.

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:

UNE EN 31000 Gestión del Riesgo. Principios y directrices. Julio 2010.

Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Tercera Edición. Project Management Institute, 2004.

UNE EN 31010 Gestión del Riesgo. Técnicas de apreciación del riesgo. Mayo 2011.

UNE EN 150008.2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental

CONTROL OF RISK. Special Publication 125. CIRIA (Construction Industry Research and Information Association)

PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS Y SEGUROS EN LAS EMPRESAS. Isabel Casares San José-Marti. CASARES, Asesoría Actuarial y de Riesgos, S.L.

Bibliografía complementaria:

Use a Risk Breakdown Structure (RBS) to Understand Your Risks. Hillson, David, 2002, Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, October 3-10, 2002

RISK and DECISION ANALYSIS in Projects. Second Edition. John Schuyler, 2001

Risk Analysis. A Quantitative Guide. Vose, David, Second Edition, 2000, Ed. Wiley.

Defining Risk: A Debate, David Hillson, Ronald J. Kohl, The Journal of Information Technology Management, Vol. 15, No.2, Feb. 2002

Extending the Risk to Manage Opportunities, D. Hillson. Fourth European Project Management Conference, PMI Europe 2001, London UK, 6-7 June 2001

Recursos Web:

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

Equipamiento específico:

AULA DRAGADOS

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 a 3 3 h			Estudio tema 1 y 2 4 h			7 h
2	Tema 4 y 5 3 h			Estudio tema 2 y 3 4 h			7 h
3	Tema 6 y 7 3 h			Estudio tema 5 y 6 y preparación control 5 h 30 min	Control 30 min		9 h
4	Tema 8, 9 y 10 3 h			Estudio tema 7 y 8 4 h			7 h
5	Tema 11 y 12 2 h	Tema 11 1 horas		Estudio tema 9 y 10 4 h			7 h
6	Tema 13 y 14 3 h			Estudio tema 11 y 12 4 h			7 h
7	Tema 15 y 16 3 h			Estudio tema 13 y 14 5 h			8 h
8	Tema 17 y 18 3 h			Estudio tema 15, 16 y 17 5 h			8 h
9	Tema 19 y 20 2 h			Preparación control intermedio 5 h	Control intermedio 1 h		8 h
10	Tema 21 y 22 2 h	Tema 19 1 h		Estudio tema 21 y 22 3 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 23 y 24 2 h	Tema 21 1 h		Estudio tema 17 a 20 3 h 30 min			6 h 30 min
12	Tema 25 y 26 2 h	Tema 22 1 h		Estudio tema 21 y 22 3 h 30 min			6 h 30 min
13	Tema 27 y 28 2 h	Tema 26 1 h		Estudio tema 23 y 24 3 h 30 min			6 h 30 min
14	Tema 29, 30 y 31 2 h	Tema 27 1 h		Estudio tema 25 y 26 y preparación control 5 h	Control 30 min		8 h 30 min
15	Tema 32 1 h	Tema 30 y 31 2 h		Estudio tema 27 y 28 3 h 30 min			6 h 30 min
16	Tema 33 y 34 2 h	Tema 29 1 h		3 h 30 min			6 h
Hasta el examen				Estudio personal y preparación del examen final 5 h	Examen final 4 h		9 h
Horas	**38 h 00 min**	**9 h**		**71 h 30 min**	**6 h**		**124 h 30 min**

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

Global Economy and International Environment in Business Administration

1. General overview

UPM Code	Credits	Type	Specialization	Language
43000423	4,5	Optional	Management and Financing Projects and Infrastructures	English

Name in Spanish	Economía Global y Entorno Internacional de la Empresa
Subject	Option of Management and Financing Projects and Infrastructures
Department	Civil Engineering: Construction
Web page	*http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales*
Semester	Fourth semester

NOTE. It can be taught in English, depending on the number of students and the availability of professors.

2. Teaching staff

Name	Evaluation jury	Group	Office hours	Place	E-mail address
Antonio Sánchez Soliño	Chair	All	Wed (17-20) Thur (17-20)		*antonio.sanchezso@upm.es*
Vicente Alcaraz Carrillo de Albornoz	Secr.	All	Thur (11-14) Fri (11-14)		*alcarazv@yahoo.com*
Antonio López Corral	Member	All	Mon (11-14) Tue (11-14)		*alopezcorral@telefonica.net*
Juan Molina Millán	Member	All	Thur (17-20) Fri (17-20)		*juan.molina@upm.es*

NOTE. The person on the first place is the course coordinator.

3. Previous knowledge

Courses that must be taken in advance:

Other learning requirements:

4. Assigned competences

Code	Competence
CGP1	Scientific, technical and methodological ability to the continuous use of previous knowledge and the practice of professional functions such as assessment, analysis, design, calculus, project, planning, direction, management, construction, maintenance, conservation and use of civil engineering fields.
CGP6	Knowledge to make use of technical and management capacities in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area.

Code	Competence
CGP17	Capacity to use business management techniques and labor law
CE33	Capacity of technical application of the knowledge in activities of research, development and innovation inside the civil engineering area
CT1	Ability to prepare and present oral, written and graphical documents with order and clarity. Developing of the fourth cross curricular competency of the Royal Decree.
CT2	Capacity to become autonomous and multi-skilled. Developing of the fifth cross curricular competency of the Royal Decree.
CT3	Capacity to communicate, speaking and writing, in English. Developing of the first cross curricular competency of de Royal Decree

5. Student Outcomes

Code	Learning results	Competences linked
SO1	The student knows the theoretical and methodological fundamentals and the techniques to analyse the international economy, as well as others such as financing, planning or using techniques and business management related to infrastructures and civil engineering services in an international context.	CGP1, CGP6, CGP17, CE33, CT1 CT2, CT3

6. Achievement indicators

Code	Basic	Indicators of achievement	SOlinked
AI1	Yes	The student makes a correct use of the methodological tools for the analysis of the international economy to the processes of financing and management of the infrastructures, equipment and services in other countries.	SO1

NOTE. Basic: Indicator that must be achieved to pass the subject.

7. Evaluation methods and criteria

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight

7.1. Evaluation through "continuous assessment"

EM1. Attendance and exercises **5040%**

Description: Attendance and participation during the lessons and resolution of the exercises or case studies, which will be done during the lesson or out of it. In some occasions, students would have to carry out an oral exposition of their solution to the exercises or case studies.

Evaluation criteria: Each exercise or case-study will be marked from 0 to 10. The score will be the average of all the exercises carried out during the course.

Place and period: The exercises or case studies can be proposed during a lesson. In this case, it will be solved at class. It can also be proposed in order to do it at home, establishing a specified period to solve it.

EM2. Final exam **5060 %**

Description: The final exam will consist of a single exam, with a duration of 2 hours. It will consist of theoretical or applied questions.

Evaluation criteria: The final exam will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of all the questions.

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

Result of the evaluation through "continuous assessment"

Code, name of evaluation methods, brief description of evaluation methods, criteria, place and period of evaluation	Weight
The final score will be the weighted average of the results according to the indicated weights. The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5. Those students with a score less than 5 will not pass the subject and will have another opportunity in the second period examination (extraordinary). This exam will have the through "final exam" evaluation structure.	

7.2. Evaluation through "final exam only"

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

Evaluation criteria: The exam will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of the marks obtained in each exercise.

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

Result of the evaluation through "final exam only"

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

8. Course content

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 1. Macroeconomic variables and the foreign sector of the economy **1.1.** Introduction to the national account system **1.2.** Balance of payment and competitiveness **1.3.** Economic policy and the position with respect to the rest of the world **1.**4. Industrial and trade policy **1**.5. Economic cycles	AI1
Unit 2. Economic structure ratios **2.1.** Population indicators **2.2.** Standard of living and Human Development Index **2.3.** Measure of inequality **2.4.** Labour force indicators **2.**5 Sectoral indicators	AI1
Unit 3. Public economics and environmental economics **3.1.** Public goods and externalities **3.2.** Income redistribution and economic stabilization **3.3.** Economic system and ecology. Limitations of economic growth **3.4.** The ecological gap model **3.5.** Economic and environmental policy in the international context	AI1
Unit 4. Globalization of the economy **4.1.** Globalization and liberalization **4.2.** The role of the regulation of markets: international organizations **4.3.** Globalization: political issues **4.4.** Emerging countries and the rise of Asia **4.5.** The role of multinational enterprises	AI1
Unit 5. Institutions and functioning of the European Union **5.1.** European integration process **5.2.** Main institutions of the European Union **5.3.** Policies of the European Union **5.4.** Single currency: implications for economic policy **5.5.** Trans-European transport, energy and telecommunications networks	AI1

Units, sections and descriptors	Achievement indicators linked
Unit 6. Country risk analysis. Case studies **6.1.** Major social and economic indicators in the study of countries **6.2.** Factors influencing country risk **6.3.** Institutions and regulatory framework **6.**4. Rates to measure country risks **6.**5. Case study: country 1 **6.**6. Case study: country 2	AI1
Unit 7. Management of international projects of infrastructures and services **7.1.** How much infrastructure is needed? **7.2.** Specific regulatory framework of infrastructures and services **7.3.** Turnkey contracts and concessions **7.4.** International bidding processes **7.5.** International project funding **7.6.** Specific risk in emerging countries **7.7.** Case study: project 1 **7.8.** Case study: project 2	AI1
Unit 8. The external activity of the Spanish construction and engineering companies. Case studies. **8.1.** Internationalization and diversification of activities in the civil engineering area **8.2.** Strategies adopted in the business development of the civil engineering area in Spain **8.3.** Case study: Company 1 **8.4.** Case study: Company 2	AI1

9. Description of teaching methodology

Theory lessons:

The teacher will explain the concepts necessary to understand the contents of the course in order for the student to achieve the expected indicators. The teacher will use appropriate practical examples and logical reasoning to develop the scientific and technical abilities of the student. The participation of students will be encouraged by means of discussions on the topics taught.

Practice lessons:

Practice lessons will be aimed at the resolution of exercises and case-studies. Practice lessons are intended as a correlation between the content of theory lessons and professional practice, in order for the student to achieve the ability to apply the acquired knowledge in the future career. The teacher will first solve some exercises and case-studies to show the students how to work on their own. In some occasions, the participation of students will be encouraged by performing oral expositions of their solution to the case studies.

Laboratory classes:

There will not be laboratory classes

Independent work:

The student shall study the contents explained in theory lessons and shall strive to solve the exercises and case-studies.

Group work:

There are not specific tasks for work groups

Office hours:

Office hours are intended as a complement for the students to ask questions on the content of the course. Details of office hours are shown at the beginning of this guide for each teacher.

10. Bibliography and resources

Basic bibliography:

Albi, E. et.al. (2000) Economía Pública. Ed. Ariel Economía.
Giddens, A. (2007): Europa en la era global. Ed. Paidós Ibérica, Barcelona.
Pearce, D.W. and Turner, R.K. (1995): Economía de los recursos naturales y del medio ambiente, Madrid. Colegio de Economistas.
Tamames, Ramón and G. Huerta, Begoña (2010): "Estructura Económica Internacional". 21ª edición. Alianza editorial. Madrid.

Complementary bibliography:

It is recommended to use the complementary bibliography mentioned in the basic bibliography.

Web resources:

Specific equipment:

Library of the School

Table 11. Time schedule

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
1	Unit 1 3 h 45 min			Study Unit 1 4 h			7 h 45 min
2	Unit 2 3 h 45 min			Study Units 1 and 2 4 h			7 h 45 min
3		Unit 2 3 h 45 min		Study Unit 2 4 h			7 h 45 min
4	Unit 3 3 h 45 min			Study Unit 3 4 h			7 h 45 min
5	Unit 3 3 h 45 min			Study Unit 3 5 h			7 h 45 min
6	Unit 4 3 h 45 min			Study Unit 4 4 h			7 h 45 min
7	Unit 5 3 h 45 min			Study Unit 5 4 h			7 h 15 min
8	Unit 6 3 h 45 min			Study Unit 6 4 h			7 h 45 min
9		Unit 6 3 h 45 min		Study and exercises Unit 6 4 h			7 h 45 min
10							
11	Unit 7 2 h 30 min	Unit 7 1 h 15 min		Study Unit 7 4 h			7 h 45 min

Week (see Note 1)	Theory lessons	Practice lessons	Laboratory classes (see Note 1)	Independent work	Evaluation activities	Other activities	Hours
12		Unit 7 3 h 45 min		Study and exercises Unit 7 4 h			7 h 45 min
13		Unit 7 3 h 45 min		Study and exercises Unit 7 4 h			7 h 15 min
14	Unit 8 2 h 30 min	Unit 8 1 h 15 min		Study Unit 8 4 h			7 h 15 min
15		Unit 8 3 h 45 min		Study and exercises Unit 8 4 h			7 h 45 min
To the exam				Independent studyand preparation of final exam 10 h	Final exam 2 h		12 h
Hours	**31 h 15 min**	**21 h 15 min**		**66 h**	**2 h**		**120 h 30 min**

NOTE 1. Exact dates are shown in the academic calendar.
NOTE 2. Exact dates are shown in the academic calendar.