

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

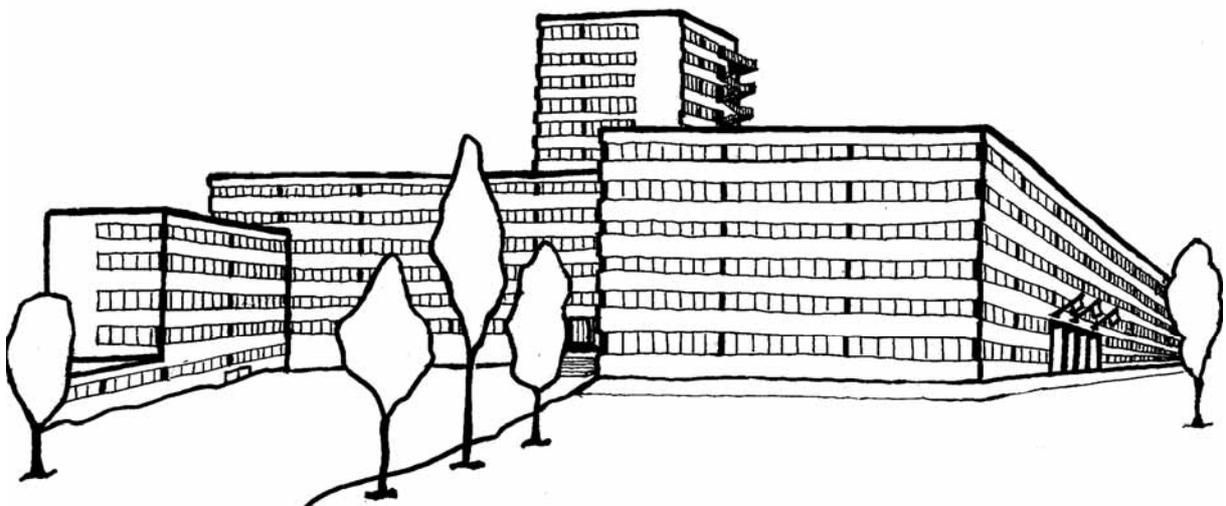
OBJETIVOS DOCENTES

Y

PROGRAMAS

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

INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES
Y PUERTOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Objetivos docentes y Programas de las Asignaturas

del Plan de Estudios conducente a la obtención del título oficial de

INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

***Aprobados por la Junta de la Escuela Técnica Superior
de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la
Universidad Politécnica de Madrid el día 5 de julio de 2006.***

El presente documento recoge la actualización de los Objetivos Docentes y los Programas oficiales de todas las asignaturas que componen el vigente plan del título oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid.

Estos *Objetivos Docentes y Programas de las Asignaturas* se han aprobado siguiendo la tramitación establecida en los Estatutos y demás normativa de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, que es el centro que tiene asignado el desarrollo del plan de estudios de esta titulación. Los programa de cada asignatura ha sido aprobado por el Consejo de Departamento al que está asignada, siguiendo las directrices y criterios que le marca la Junta de Escuela. Posteriormente, la Comisión de Ordenación Académica ha informado esta programación docente y valorado los posibles casos de solapes y lagunas en el contenido de las asignaturas. Finalmente, la Junta de Escuela ha aprobado el presente documento el 5 de julio de 2006.

Los *Objetivos Docentes y Programas de las Asignaturas* tienen validez para el curso académico 2006-07 y cursos posteriores, en tanto no sean modificados siguiendo el procedimiento descrito en el párrafo anterior.



Objetivos docentes y Programas de las Asignaturas

del Plan de Estudios conducente a la obtención del título oficial de Ingeniero de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid

Indice

Indice	5
Introducción	7
Primer Curso	13
Álgebra Lineal [1101]	13
Cálculo [1124]	14
Física y Física de Materiales [1110]	16
Química [1109].....	18
Dibujo Técnico [1107]	19
Segundo Curso	23
Análisis Matemático [2003].....	23
Métodos Matemáticos de las Técnicas [2012].....	24
Mecánica [2015].....	26
Materiales de Construcción [2008]	28
Sistemas de Representación [2006].....	32
Tercer Curso	35
Ecuaciones Diferenciales y Calculo Numerico [3005]	35
Estadística [3004]	37
Electricidad y Electrotécnia [3020].....	39
Resistencia, Elasticidad y Plasticidad [3125].....	41
Geología Aplicada [3126].....	43
Topografía, Geodesia y Astronomía [3121].....	45
Inglés I [3073].....	47
Cuarto Curso	51
Cálculo de Estructuras [4021].....	51
Hidráulica e Hidrografía [4023]	53
Hormigón Armado y Pretensado I [4028]	57
Geotecnia y Cimientos [4122].....	60
Economía [4060].....	62
Urbanismo [4053].....	65
Inglés II [4074].....	68
Quinto Curso	71
Asignaturas comunes	71
Arte y Estética de la Ingeniería Civil [5027]	71
Estructuras Metálicas [5030].....	74
Obras Hidráulicas [5034]	75
Caminos y Aeropuertos [5037]	77
Puertos y Costas [5045].....	82
Transportes [5028].....	84
Especialidad de Cimientos y Estructuras	86
Hormigón Armado y Pretensado II [5129]	86
Cálculo Avanzado de Estructuras [5122].....	87
Física de Materiales [5111].....	89
Análisis Experimental de Estructuras [5114]	90



Mecánica de Rocas [5127]	91
Especialidad de Transportes	93
Economía del Transporte [5229].....	93
Ingeniería de Tráfico [5238].....	94
Transporte por Tubería [5271].....	95
Especialidad de Urbanismo y Ordenación del Territorio.....	97
Planificación Urbana [5330].....	97
Hidrología de Superficie y Subterránea [5321].....	98
Estructuras Socio-Económicas [5361].....	99
Ingeniería Civil y Ecología [5331]	100
Servicios Urbanos [5340].....	101
Oceanografía. Ingeniería de Costas [5332].....	102
Especialidad de Hidráulica y Energética	103
Termodinámica: Sistemas Energéticos. Centrales [5333].....	103
Sistemas Eléctricos de Potencia [5457]	105
Excavaciones Subterráneas [5417].....	107
Hidráulica e Ingeniería Fluvial [5424]	108
Sexto Curso	111
Asignaturas comunes.....	111
Organización y Gestión Empresarial [6066]	111
Derecho Administrativo y Laboral [6072].....	112
Ingeniería Sanitaria y Ambiental [6041].....	113
Ferrocarriles [6043].....	118
Proyecto [6059]	119
Procedimientos Generales de Construcción y Organización de Obras [6033]	121
Proyecto Fin de Carrera	123
Especialidad de Cimientos y Estructuras	123
Puentes I [6148].....	123
Procedimientos Especiales de Cimentación [6126].....	124
Estructuras Metálicas Especiales [6131]	126
Puentes II [6149].....	127
Tipología Estructural [6132].....	128
Edificación y Prefabricación [6102].....	128
Especialidad de Transportes	129
Explotación y Planificación de Puertos [6262].....	129
Planificación de Transportes [6234]	131
Infraestructura de Carreteras y Aeropuertos [6239]	131
Ingeniería Portuaria [6247]	133
Tecnología de la Vía Ferroviaria [6244].....	133
Tráfico y Operaciones Portuarias [6263]	134
Especialidad de Urbanismo y Ordenación del Territorio.....	136
Ordenación del Territorio [6369]	136
Ingeniería Ambiental [6342].....	138
Recursos y Planificación Hidráulica [6336].....	139
El Paisaje en la Ingeniería [6368]	141
Métodos y Técnicas de Planificación Territorial [6135]	143
Técnicas y Transportes Urbanos [6136].....	144
Especialidad de Hidráulica y Energética	145
Presas I [6464].....	145
Presas II [6465].....	146
Ingeniería Civil de Centrales [6456].....	147
Instalaciones Eléctricas [6437]	149
Investigación, Explotación y Gestión de las Aguas Subterráneas [6419]	151
Aprovechamientos Hidroeléctricos [6435]	152
Ingeniería Nuclear [6455].....	153



Objetivos docentes y Programas de las Asignaturas

del Plan de Estudios conducente a la obtención del título oficial de Ingeniero de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid

Introducción

Normativa del Plan de Estudios

El vigente plan de Estudios de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid está determinado por la Orden de 27 de junio de 1983, de la Dirección General de Enseñanza Universitaria (BOE del 9 de septiembre). Este Plan fue ligeramente rectificado por la Orden de 4 de noviembre de 1983 (BOE del 13 de enero de 1984).

No obstante, el vigente Plan de Estudios coincide, salvo muy pequeñas modificaciones, con el determinado por la Orden de 16 de septiembre de 1976 (BOE de 30 de octubre), donde se establecieron los seis cursos de académicos y las cuatro especialidades que se mantienen en la actualidad. Las modificaciones afectaron únicamente al cambio de curso en que se imparten un par de asignaturas (Urbanismo y Procedimientos Generales de Construcción), a la introducción de la asignatura cuatrimestral Transportes en quinto curso y a la actualización de las asignaturas de especialidad.

Contenido del Plan de Estudios

Cumpliendo con la normativa anterior, el Plan de Estudios se desarrolla en un total de 79 asignaturas de distinto carácter, a las que hay que añadir el Proyecto Fin de Carrera (PFC). En el cuadro siguiente se resume el número de las asignaturas en cada curso:



NÚMERO DE ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS					
	Asig. comunes		Asig. de especialidad		Total
	Anual	Semestral	Anual	Semestral	
Primer curso	5				
Segundo curso	5				
Tercer curso	7				
Cuarto curso	7				
Quinto curso	5	1	1	17	
Sexto curso	4 y PFC	2	2	23	
Total	33 y PFC	3	3	40	79 y PFC

El cuadro anterior se desarrolla con detalle en el siguiente, donde ya se indica la carga docente específica de cada asignatura, de cada curso y de la titulación en su conjunto:

PLAN DE ESTUDIOS				
Nombre de la asignatura	Tipo	Horas teóricas semanales	Horas prácticas semanales	Total horas anuales
PRIMER CURSO				
Algebra Lineal	Anual	4	2	180
Cálculo Infinitesimal	Anual	4	2	180
Física y Física de Materiales	Anual	4	2	180
Química	Anual	3	1	120
Dibujo Técnico	Anual	2	1	90
	Suma		25	750
SEGUNDO CURSO				
Análisis Matemático	Anual	4	2	180
Métodos Matemáticos de las Técnicas	Anual	4	2	180
Mecánica	Anual	3	2	150
Materiales de Construcción	Anual	3	2	150
Sistemas de Representación	Anual	2	2	120
	Suma		26	780
TERCER CURSO				
Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Numérico	Anual	3	2	150
Estadística	Anual	3	1	120
Electricidad y Electrotecnia	Anual	3	1	120
Resistencia, Elasticidad y Plasticidad	Anual	3	2	150
Geología Aplicada	Anual	3	2	150
Topografía, Geodesia y Astronomía	Anual	2	1	90
Inglés I	Anual	2	1	90
	Suma		29	870
CUARTO CURSO				
Cálculo de Estructuras	Anual	3	2	150
Hidráulica e Hidrografía	Anual	3	2	150
Hormigón Armado y Pretensado I	Anual	3	1	120
Geotecnia y Cimientos	Anual	3	2	150
Economía	Anual	3	0	90
Urbanismo	Anual	2	1	90
Inglés II	Anual	2	1	90
	Suma		28	840



PLAN DE ESTUDIOS

Nombre de la asignatura	Tipo	Horas teóricas semanales	Horas prácticas semanales	Total horas anuales
QUINTO CURSO				
Asignaturas comunes				
Arte y Estética de la Ingeniería	Anual	2	0	60
Estructuras Metálicas	Anual	3	1	120
Obras Hidráulicas	Anual	3	1	120
Caminos y Aeropuertos	Anual	3	1	120
Puertos y Costas	Anual	3	1	120
Transportes	Semestral	2	0	30
Requeridas comunes				570
1. Especialidad de Cimientos y Estructuras				
Obligatorias				
Hormigón Armado Y Pretensado II	Semestral	3	0	45
Cálculo Avanzado de Estructuras	Semestral	3	0	45
Física de Materiales	Semestral	3	0	45
Optativas (elegir una)				
Análisis Experimental de Estructuras	Semestral	3	0	45
Mecánica de Rocas	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				180
2. Especialidad de Transportes				
Obligatorias				
Economía del Transporte	Semestral	3	0	45
Ingeniería de Trafico	Semestral	3	0	45
Transporte por Tubería	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				135
3. Especialidad de Urbanismo y Ordenación del Territorio				
Obligatorias				
Planificación Urbana	Semestral	3	0	45
Optativas (elegir tres)				
Hidrología de Superficie y Subterránea	Semestral	3	0	45
Estructuras Socio-Económicas	Semestral	3	0	45
Ingeniería Civil y Ecología	Semestral	3	0	45
Servicios Urbanos	Semestral	3	0	45
Oceanografía. Ingeniería de Costas	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				180
4. Especialidad de Hidráulica y Energética				
Obligatorias				
Termodinámica: Sistemas Energéticos. Centrales	Anual	3	0	90
Sistemas Eléctricos de Potencia	Semestral	3	0	45
Optativas (elegir una)				
Excavaciones Subterráneas	Semestral	3	0	45
Hidráulica e Ingeniería Fluvial	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				180



PLAN DE ESTUDIOS

Nombre de la asignatura	Tipo	Horas teóricas semanales	Horas prácticas semanales	Total horas anuales
SEXTO CURSO				
Asignaturas comunes				
Organización y Gestión Empresarial	Semestral	3	1	60
Derecho Administrativo y Laboral	Semestral	3	0	45
Ingeniería Sanitaria y Ambiental	Añual	3	1	120
Ferrocarriles	Añual	3	1	120
Proyecto	Añual	2	1	90
Procedimientos Generales de Construcción y Organización de Obras	Añual	3	1	120
Requeridas comunes				555
Proyecto fin de carrera			4	120
1. Especialidad de Cimientos y Estructuras				
Obligatorias				
Puentes I	Semestral	3	0	45
Procedimientos Especiales de Cimentación	Semestral	3	0	45
Estructuras Metálicas Especiales	Semestral	3	0	45
Optativas (elegir una)				
Puentes II	Semestral	3	0	45
Tipología Estructural	Semestral	3	0	45
Edificación y Prefabricación	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				180
2. Especialidad de Transportes				
Obligatorias				
Explotación y Planificación de Puertos	Semestral	3	0	45
Planificación de Transportes	Semestral	3	0	45
Optativas (elegir dos)				
Infraestructura de Carreteras y Aeropuertos	Añual	3	0	90
Ingeniería Portuaria	Semestral	3	0	45
Tecnología de la Vía Ferroviaria	Semestral	3	0	45
Trafico y Operaciones Portuarias	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				225*
3. Especialidad de Urbanismo y Ordenación del Territorio				
Obligatorias				
Ordenación del Territorio	Añual	3	0	90
Optativas (elegir dos)				
Ingeniería Ambiental	Semestral	3	0	45
Recursos y Planificación Hidráulica	Semestral	3	0	45
El Paisaje en la Ingeniería	Semestral	3	0	45
Métodos y Técnicas de Planificación Territorial	Semestral	3	0	45
Técnicas y Transportes Urbanos	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				180

**PLAN DE ESTUDIOS**

Nombre de la asignatura	Tipo	Horas teóricas semanales	Horas prácticas semanales	Total horas anuales
4. Especialidad de Hidráulica y Energética				
Obligatorias				
Presas I	Semestral	3	0	45
Optativas (elegir tres)				
Presas II	Semestral	3	0	45
Ingeniería Civil de Centrales	Semestral	3	0	45
Instalaciones Eléctricas	Semestral	3	0	45
Investigación, Explotación y Gestión de las Aguas Subterráneas	Semestral	3	0	45
Aprovechamientos Hidroeléctricos	Semestral	3	0	45
Ingeniería Nuclear	Semestral	3	0	45
Requeridas especialidad				180
HORAS TOTALES DEL PLAN DE ESTUDIOS:				4.845

La tabla anterior se pueden resumir en la siguientes tabla, donde se detallan los créditos a que equivale el Plan de Estudios y su diferenciación en créditos comunes (que se pueden considerar troncales) y de créditos de especialidad (que pueden considerarse como obligatorios, optativos y de libre configuración):



RESUMEN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Curso y especialidad	Horas anuales de docencia	Créditos			
		Totales	Comunes	Especialidad	
				Requeridos	Ofrecidos
Primer curso	750	75	75		
Segundo curso	780	78	78		
Tercer curso	870	87	87		
Cuarto curso	840	84	84		
Quinto curso					
1. Cimientos y Estructuras				18	22,5
2. Transportes	750	75	57	13,5	13,5
3. Urbanismo y Ordenación del Territorio				18	27
4. Hidráulica y Energética				18	22,5
Sexto curso					
1. Cimientos y Estructuras				18	27
2. Transportes	735	73,5	55,5	22,5	31,5
3. Urbanismo y Ordenación del Territorio				18	31,5
4. Hidráulica y Energética				18	31,5
Proyecto fin de carrera	120	12	12		
TOTAL PLAN DE ESTUDIOS	4.845	484,5	448,5	36 por esp.	207 totales

Nota

El crédito equivale a 10 horas de enseñanza (Art. 2.7, RD 1497/1987)

Objetivos docentes y programa de las asignaturas

En las páginas siguientes se muestran los objetivos docentes y los programas de todas las asignaturas que constituyen el plan de estudios de la titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid. Los objetivos docentes indican las habilidades que se pretende que el alumno haya conseguido una sea superada la correspondiente asignatura. Los programas indican los temas que se tratan en cada asignatura, junto con una breve descripción del contenido de cada tema. Cuando resulta relevante, en el programa se diferencia entre las clases teóricas y las clases prácticas. También se indican las clases de laboratorio y los viajes de prácticas en aquellas asignaturas que cuentan con estas actividades. Finalmente se menciona la bibliografía básica utilizada o que sirve de referencia para el seguimiento de cada asignatura, si bien se limita a las cinco referencias más relevantes.



Primer Curso

- Carga lectiva de primer curso: 750 horas
- Asignaturas comunes obligatorias: 5 anuales

Álgebra Lineal [1101]

1er. curso, común, anual, 6 h/semana (4 teóricas y 2 prácticas), 180 h/año, 18 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende, en primer lugar, familiarizar a los alumnos con la Matemática y señaladamente con el Álgebra como lenguaje para representar simbólicamente las realidades que percibimos. Además deben de adquirir soltura en el manejo de esos símbolos. Así, al finalizar el curso, los alumnos deberán no solamente comprender bien

las características estructurales de grupos, anillos, cuerpos, vectores y matrices y haber asimilado las aplicaciones de esta visión estructural a la comprensión del espacio geométrico que nos rodea sino que también deberán ser capaces de identificar dentro de una estructura los elementos que satisfagan unas condiciones prefijadas.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Relaciones, funciones y aplicaciones

Ideas de relación, función, correspondencia, aplicación y transformación. Relaciones de equivalencia. Clases de equivalencia. Conjunto cociente. Composición de aplicaciones. Números cardinales. Relaciones de orden. Tipos de orden. Conjuntos bien ordenados.

Tema 2. Grupos

Grupos. Producto directo de grupos. Subgrupos. Intersección de subgrupos. Generadores. Grupos cíclicos. Cogrupos. Subgrupo normal. Grupo cociente. Morfismos de grupos. Núcleo e imagen de homomorfismo. Grupos de sustituciones.

Tema 3. Anillos y cuerpos.

Anillos. Anillos de integridad. Cuerpos. Homomorfismos e isomorfismos. Ideales. Anillos de clases de resto. Congruencias. Anillos euclideos. Anillos principales. Anillos de polinomios.

Tema 4. Espacios vectoriales

Espacio vectorial. Propiedades. Ejemplos. Producto de espacios vectoriales. Dependencia lineal. Subespacios. Bases y dimension de un espacio vectorial. Homomorfismos de espacios vectoriales. Suma e interseccion de subespacios. Variedades lineales suplementarias. Cambio de bases.

Tema 5. Homomorfismos en los espacios vectoriales. Dualidad.

Homomorfismos canonicos. Operaciones con homomorfismos. Formas lineales. Dualidad. Representaciones paramétrica e implícita de una variedad. Cambios de base. Bidualidad.

Tema 6. Matrices y determinantes

Matrices. Operaciones con matrices. Homomorfismos y matrices. Matrices particionadas. Formas multilineales. Determinante de vectores. Determinante de matrices. Propiedades. Calculo de determinantes. Rango de una matriz. Matrices adjunta e inversa. Matrices y cambios de base. Determinante de un producto de matrices. Determinante de vandermonde.

Tema 7. Sistemas de ecuaciones lineales

Definición e interpretación de los sistemas de ecuaciones. Regla de cramer. Sistema homogéneo asociado. Teorema de rouché-frobenius. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales. Variedades lineales en un espacio vectorial.

Tema 8. Espacios afines.

El espacio afin. Dependencia afin. Variedades lineales afines. Bases y referencias afines. Ecuaciones paramétricas de una variedad afin. Cálculo del rango de una variedad afin. Ecuaciones implícitas de la variedad. Cambios de base. Intersección y suma de variedades



lineales afines. Paralelismo. El plano afín. El espacio tridimensional afín.

Tema 9. El espacio vectorial euclideo

Espacios vectoriales euclideos. Sistemas ortogonales. Bases ortogonales. Variedad ortogonal suplementaria. El convenio de einstein. Coordenadas contravariantes. Cambios de base. Base recíproca. Transformaciones lineales. Transformaciones ortogonales.

Tema 10. El espacio vectorial euclideo ordinario

Vectores geométricos. Producto escalar. Producto vectorial. Producto mixto. Triple producto vectorial. Productos con cuatro vectores. Forma bilineal fundamental. Coordenadas covariantes. Expresiones de los productos escalar, vectorial y mixto. Bases recíprocas.

Tema 11. El plano euclideo.

El plano euclideo. Distancia. Rotación de ejes. Coordenadas polares. Coordenadas cartesianas homogéneas. Coordenadas pluckerianas. Ecuaciones cartesianas de la recta. Ecuación normal de una recta. Ángulo de dos rectas. Distancia de un punto a una recta.

Tema 12. El espacio geométrico ordinario

El espacio euclideo ordinario. Distancia. Cambio de ejes. Coordenadas homogéneas. Coordenadas pluckerianas. Ángulo de dos direcciones. Ecuaciones de recta y plano. Aspectos métricos. Ángulos de rectas y planos. Distancias entre puntos rectas y planos.

Tema 13. Formas bilineales y cuadráticas.

Funciones bilineales y cuadráticas. Formas referidas a una base. Diagonalización de una forma bilineal. Descomposición en cuadrados de una forma cuadrática. Ley de inercia de silvestre. Definición de una forma.

Tema 14. Semejanza de matrices.

Transformaciones lineales. Valores y vectores propios. Forma canónica de jordan.

Tema 15. Cónicas.

Cónicas. Ecuación y notaciones. Tangentes. Centro. Direcciones asintóticas. Puntos singulares. Descomposición en suma de cuadrados y clasificación de una cónica. Polaridad. Diámetros. Vértices y focos. Estudio particular de las cónicas. Haces de cónicas.

Tema 16. Cuadráticas.

Cuadráticas. Ecuación y notaciones. Centro. Direcciones asintóticas. Puntos singulares. Descomposición en suma de cuadrados y clasificación. Polaridad. Planos diametrales. Diámetros. Planos principales. Ejes. Estudio particular de las cuadráticas. Haces de cuadráticas.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

BURGOS, J. de (1993); *Curso de Álgebra Geométrica*; Alambra Longman; Madrid.

MATEOS, C. (1980); *Álgebra Lineal*; Servicio de Publicaciones Revista de Obras Públicas; Madrid.

GARCIA, M., BRONTE, R., RODRÍGUEZ, M., CASTIÑEIRA, C. (1984); *Problemas de Álgebra y Analítica*; los Autores; Madrid.

AVELLANAS, P. (1961); *Geometría Básica*; Romo; Madrid.

DONEDDU, A. (1980); *Curso de matemáticas. Complementos de Geometría Algebraica*; Aguilar; Madrid.

Cálculo [1124]

1er. curso, común, anual, 6 h/semana (4 teóricas y 2 prácticas), 180 h/año, 18 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que los alumnos consigan soltura en el manejo de las funciones de una y varias variables, tanto en diferenciación como en integración y sus aplicaciones a la técnica. Se da especial importancia al aprendizaje de la

representación mediante funciones matemáticas de problemas geométricos y físicos y, una vez resueltos, a la interpretación de los resultados obtenidos.



Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Números reales

Los números naturales, enteros y racionales. Introducción axiomática de los números reales. La propiedad arquimediana y sus consecuencias. El valor absoluto o módulo. Intervalos. Compactificación de \mathbb{R} . Indeterminaciones. Los espacios \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 . Coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas. Los números complejos. Módulo y argumento. Potencias y raíces.

Tema 2. Funciones reales de variable real.

Continuidad

Función. Dominio, gráfica e imagen. Las funciones elementales: Valor absoluto, polinómicas, racionales, circulares e hiperbólicas. Composición de funciones. Funciones inyectivas. La función inversa. Inversas locales. Límite. Límites laterales. Continuidad global. Teoremas de Bolzano y Weierstrass. Cálculo aproximado de raíces de polinomios. Funciones monótonas..

Tema 3. Derivación

Derivada. Recta tangente. Derivabilidad y continuidad. Funciones de clase C^k . Derivada de las funciones compuesta e inversa. Teoremas de Rolle y del valor medio. Regla de L'Hôpital. Polinomio de Taylor. Aplicación al cálculo de valores aproximados y a los límites. Máximos y mínimos locales y absolutos. Concavidad y convexidad.

Tema 4. Integración

Integral de Riemann. Integrabilidad de funciones continuas y monótonas. Teoremas del valor medio. Función integral. Primitivas. Regla de Barrow. Cálculo de funciones primitivas. Métodos aproximados: Trapecio y Simpson. Integrales impropias y Eulerianas. Aplicación al cálculo de áreas, longitudes y volúmenes. Integración por secciones. Los teoremas de Pappus.

Tema 5. Sucesiones y series

Definición de sucesión. Límite. Sucesión convergente. Cálculo de límites de sucesiones.

Series. Criterios de convergencia.

Convergencia absoluta y condicional. Series alternadas: criterio de Leibnitz. Constante de Euler. Sucesiones y series de funciones. Series de potencias. Radio de convergencia. Integración y derivación término a término. Series de Taylor.

Tema 6. Funciones de varias variables

Curvas en \mathbb{R}^3 . Derivada. Gráfica e imagen. Curvatura y torsión. Fórmulas de Frenet. Curvas planas. Representación de curvas paramétricas. Superficies. Gráfica y conjuntos de nivel. Límites y continuidad. Derivadas parciales. Derivadas direccionales y gradiente. Teorema de Schwarz. Polinomio de Taylor. Extremos locales y absolutos. Extremos condicionados: los multiplicadores de Lagrange. El caso general. Límites, continuidad y derivabilidad parcial. Matriz Jacobiana. Regla de la cadena. Teoremas de la función inversa e implícita.

Tema 7. Integrales múltiples

Integral doble sobre un rectángulo. Teorema de Fubini. Integral doble sobre regiones no rectangulares. Integrales triples. El cambio de variable: Jacobiano. Cálculo del Jacobiano para los cambios de variable habituales. Áreas, volúmenes, centros de gravedad y momentos de inercia.

Tema 8. Integrales de línea y de superficie.

Campos vectoriales y escalares. Integrales de línea. Campos vectoriales conservativos. Teorema de Green. Integrales de superficie. Teorema de la Divergencia. Teorema de Stokes.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.



Física y Física de Materiales [1110]

1er. curso, común, anual, 6 h/semana (4 teóricas y 2 prácticas), 180 h/año, 18 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende dotar al estudiante de: (1) capacidad instrumental para asimilar las disciplinas tecnológicas de la carrera que se apoyan en la materia de la asignatura, (2) capacidad de aplicar los modelos teóricos de la materia de la asignatura en contextos reales y de valorar críticamente los

resultados de la aplicación, y (3) rigor, agilidad y hábito en el uso de la metodología científico-técnica propia de la materia de la asignatura para la formación académica posterior y para el ejercicio profesional.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE PRELIMINAR

Tema Preliminar. Vectores deslizantes

Sistemas de vectores deslizantes. Momento polar y momento áxico. Propiedades del campo de momentos. Eje central. Equivalencia de sistemas de vectores deslizantes. Reducción de sistemas de vectores deslizantes a un par y a un vector. Reducción a un vector. Reducción de sistemas concurrentes, paralelos y coplanarios.

PARTE I. MECÁNICA CLÁSICA

Tema 1. Cinemática del punto material

Sistema de referencia, trayectoria y ley horaria. Vectores posición, velocidad y aceleración. Componentes cartesianas e intrínsecas. Movimientos uniforme, uniformemente acelerado, circular, y armónico simple.

Tema 2. Leyes de la Mecánica

Tipos y propiedades de las fuerzas. Leyes de Newton. Ley de gravitación. Fuerzas conservativas. Fuerzas centrales. Fuerzas de ligadura. Rozamiento.

Tema 3. Dinámica del punto material

Ecuaciones del movimiento. Oscilador armónico. Péndulo simple. Teoremas de los momentos lineal y angular y de la energía. Condiciones de conservación. Movimientos bajo la fuerza gravitatoria central.

Tema 4. Movimientos compuestos

Velocidad angular de un sistema de referencia móvil. Velocidades absoluta, relativa y de arrastre. Aceleraciones absoluta, relativa, de arrastre y de Coriolis. Ley del movimiento en sistemas no inerciales.

Tema 5. Geometría de masas

Distribuciones de masa. Centro de masas. Propiedades y métodos de determinación. Centro de gravedad. Momentos de inercia. Propiedades y métodos de determinación. Ejes principales de inercia de áreas planas. Circunferencia de Mohr.

Tema 6. Cinemática del sólido rígido

Campo de velocidades. Propiedades. Campo de aceleraciones. Movimientos de traslación y rotación. Movimiento plano. Rodadura. Rodadura perfecta. Composición de movimientos de sólido rígido.

Tema 7. Dinámica del sólido rígido

Teoremas de los momentos lineal y angular y de la energía para sistemas materiales. Teoremas de los momentos lineal y angular y de la energía para el sólido rígido. Aplicación a los movimientos de traslación y rotación. Aplicación al movimiento plano.

Tema 8. Percusiones y vibraciones

Teoremas de los momentos lineal y angular en la percusión de un sólido rígido. Choques entre sólidos rígidos. Coeficiente de restitución. Teoremas de los momentos lineal y angular y de la energía en las oscilaciones armónicas del sólido rígido. Péndulo físico.

Tema 9. Estática

Condiciones de equilibrio del sólido rígido. Sólido rígido en equilibrio bajo dos fuerzas, tres fuerzas y fuerzas coplanarias. Reducción gráfica de sistemas de fuerzas coplanarias. Estabilidad al deslizamiento y al vuelco. Condiciones de equilibrio para hilos. Rozamiento en hilos.

PARTE II. MECÁNICA DE SÓLIDOS Y DE FLUIDOS

Tema 10. Introducción al sólido hookeano

Linealidad e isotropía en la tracción y compresión simples. Ley de Hooke. Tracción y compresión triaxiales. Corte simple. Ecuación constitutiva del sólido hookeano. Energía elástica. Deformación termomecánica del sólido hookeano.

Tema 11. Estática de fluidos

Definición mecánica de fluido. Ecuación fundamental de la Estática de fluidos. Campos de presiones en fluidos en reposo, en traslación, y en rotación. Superficies libres de líquidos. Principio de Arquímedes. Flotación Empuje de líquidos sobre paredes planas y curvas.

**Tema 12. Dinámica de fluidos**

Ecuación de continuidad. Teoremas del momento lineal y angular para fluidos. Teorema de Bernoulli. Fluidos perfectos y viscosos. Regímenes laminar y turbulento. Ecuación de Poiseuille. Fórmula de Stokes. Pérdidas de carga en conducciones. Empuje y sustentación dinámicos.

PARTE III. TERMODINÁMICA**Tema 13. Equilibrio termodinámico**

Funciones de estado. Procesos termomecánicos. Calor. Procesos térmicos. Principio cero. Temperatura. Gases perfectos. Temperatura absoluta. Ecuación de estado y superficie termodinámica de sistemas simples. Procesos reversibles e irreversibles. Diagramas p-V. Sólidos y líquidos compresibles. Termometría. Capacidad calorífica. Calores específicos de sólidos, líquidos y gases.

Tema 14. Primer principio

Conservación de la energía. Energía interna. Ecuación energética. Energía interna de los gases perfectos. Entalpía. Proceso Joule-Kelvin. Ciclos. Ciclos de Carnot, Otto y Diesel. Motor térmico, frigorífico y bomba de calor.

Tema 15. Segundo principio

Enunciados de Clausius y de Kelvin-Planck. Teorema de Carnot. Teorema de Clausius. Entropía. Entropía de los gases perfectos. Diagramas T-S. Condición de irreversibilidad de procesos. Funciones termodinámicas de sólidos y líquidos.

Tema 16. Sistemas multifásicos

Fases y componentes. Transformaciones isobaras e isotermas de sistemas multifásicos. Ecuación de estado y superficie termodinámica de sistemas multifásicos puros. Ecuación de Clausius-Clapeyron. Ecuación de estado de sistemas puros líquido-gas y sólido-líquido. Regla de las fases.

Tema 17. Termodinámica del aire

Presiones parciales del vapor y del aire húmedo. Saturación del aire. Humedad relativa. Grado de humedad. Saturaciones, isoterma, isocora, isobara y adiabática del aire. Cartas psicrométricas. Acondicionamiento de aire.

Tema 18. Transmisión de calor

Conducción, convección y radiación. Ley de Fourier de la conducción térmica. Conducción estacionaria de calor. Conducción de calor en muros, tubos y depósitos esféricos.

PARTE IV. ONDAS**Tema 19. Fenómenos ondulatorios**

Ecuación de ondas y campo ondulatorio. Cuerda vibrante. Barra elástica. Tubo de gas. Ondas planas. Ondas esféricas. Ondas armónicas. Fasores. Ondas armónicas planas. Ondas armó-

nicas esféricas. Ondas estacionarias. Ondas estacionarias planas.

Tema 20. Propagación de ondas

Intensidad de las ondas. Intensidad del sonido y sensación sonora. Efecto Doppler. Principio de Huyguens. Reflexión y refracción de ondas planas. Ley de Snell. Onda reflejada y onda refractada. Reflexión total.

Tema 21. Interferencia de ondas

Interferencia de ondas armónicas. Interferencia de dos y de N fuentes coherentes. Interferencia en láminas delgadas. Anillos de Newton.

Tema 22. Difracción de ondas

Difracción de Fraunhofer en una rendija y en una abertura circular. Poder resolvente de instrumentos ópticos. Redes de difracción.

PARTE V. ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**Tema 23. Electroestática**

Ley de Coulomb. Carga eléctrica. Distribuciones de carga. Campo y potencial eléctricos. Teorema de Gauss. Determinación del campo y del potencial eléctricos. Fuerzas electrostáticas. Energía electrostática.

Tema 24. Materiales conductores

Conductores eléctricos. Condición de equilibrio de un conductor. Campo y potencial de conductores y distribuciones de carga. Teorema de Gauss en presencia de conductores. Método de las cargas imagen. Condensadores. Capacidad y energía electrostática de un condensador. Asociación de condensadores.

Tema 25. Materiales dieléctricos

Campo y potencial del dipolo eléctrico. Acción electrostática sobre el dipolo eléctrico. Polarización de la materia. Permitividad dieléctrica. Campo y potencial de dieléctricos y distribuciones de carga. Teorema de Gauss en presencia de dieléctricos. Condensadores con dieléctricos.

Tema 26. Magnetostática

Corriente eléctrica. Ley de Lorentz. Campo magnético. Movimiento de cargas en campos magnéticos uniformes. Ley de Biot-Savart. Ley de Ampere. Determinación de campos magnéticos. Solenoides. Fuerzas magnéticas entre corrientes.

Tema 27. Materiales magnéticos

Campo del dipolo magnético. Acción magnetostática sobre el dipolo magnético. Magnetización de la materia. Permeabilidad magnética. Imanes. Campo magnético de corrientes y medios magnéticos. Ley de Ampere en medios magnéticos. Solenoides con núcleo.

Tema 28. Inducción electromagnética

Fuerza electromotriz. Campos magnéticos dependientes del tiempo. Ley de Faraday. Alterna-



dores. Autoinducción. Inducción mutua. Transformadores.

Tema 29. Corriente eléctrica

Ley de Ohm. Ley de Joule. Leyes de Kirchoff de los circuitos eléctricos. Corriente alterna. Impedancia. Factor de potencia. Leyes de Kirchoff para circuitos de corriente alterna. Transformadores de corriente alterna.

Tema 30. Radiación electromagnética

Naturaleza de la radiación electromagnética y efecto de la sobre la materia. Emisión, radiación y absorción Cuerpo negro. Ley de Kirchoff. Emisión espectral del cuerpo negro. Ley de Wien. Ley de Stefan-Boltzmann. Radiación térmica.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

CLASES DE LABORATORIO

1: Tratamiento de datos y errores experimentales

2: Medidas mecánicas

3: Medidas eléctricas

4: Movimiento plano del sólido rígido

5: Vibraciones del sólido rígido

6: Energía del sólido rígido

7: Ecuación de estado del gas perfecto

8: Dinámica de fluidos

9: Campo y potencial eléctricos

10: Inducción electromagnética.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

TIPLER, P. A. (1992); Física; Reverté.

BEER, F. JOHNSTON, J. R. Y EISENBERG, E. R. (2005); Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática; McGraw-Hill.

BEER, F. JOHNSTON, J. R. Y EISENBERG, E. R. (2005); Mecánica Vectorial para Ingenieros: Dinámica; McGraw-Hill.

MORAN, M. J. Y SHAPIRO, H. N. (1993); Fundamentos de Termodinámica Técnica; Reverté.

ALONSO, M. Y FINN, E. J. (1987); Física, Volumen II: Campos y Ondas; Addison-Wesley Iberoamericana.

Química [1109]

1er. curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos derivan de su doble condición: asignatura de carácter interdisciplinar y materia de contenido práctico y experimental.

El primero de los aspectos marca como objetivo fundamental proporcionar al alumno una sólida formación general en química que le sirva de base para el estudio y comprensión de otras asignaturas. El segundo aspecto determina a su vez, como principal objetivo, mostrar al alumno la aplicación técnica de esta disciplina en múltiples facetas de su futura actividad profesional. Se pretende dotar al alumno de los conocimientos fundamentales que debe poseer

para poder abordar contenidos de otras asignaturas que se imparten a lo largo de la carrera tales como: (1) Comportamiento macroscópico de medios continuos, (2) Materiales bituminosos y plásticos, cementos y hormigones, (3) Petrología, erosión química, materiales arcillosos y materiales metálicos, d) Características de los materiales y físico-química de la corrosión, (4) Características físico-químicas del agua y potabilización de aguas salinas, (5) Corrosión de metales y plásticos en estructuras, y (6) Constitución de la materia, radiactividad, reacciones nucleares

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Introducción

Constitución de la materia.- Estructura nuclear del átomo.

Tema 2. Radiactividad

Definición.- Tipos de desintegraciones.- Leyes

de desintegración radiactiva.- Transformaciones radiactivas sucesivas.- Inestabilidad nuclear: fusión y fisión.- Producción y aplicación de los isótopos radiactivos.

Tema 3. Enlace químico

Introducción.- Energía de enlace: Tipos de



enlaces. Enlace iónico: Estructuras geométricas.-Enlace covalente: Polaridad molecular.- Fuerzas intermoleculares.- Puente de hidrógeno.- Enlace metálico: Estructuras.

Tema 4. Estados de agregación de la materia

Sólidos, líquidos y gases: Estructuras.- Cambios de estado de agregación.- Fases y componentes.- Regla de las fases.- Diagrama de equilibrio de fases.- Sistema de un componente.- Sistema de dos componentes.- Diagramas sólido-líquido.

Tema 5: Disoluciones

Tipos.- Solubilidad de un gas en un líquido.- Disoluciones líquido-líquido.- Ley de reparto.- Presión de vapor en las disoluciones.- Diagramas presión - composición y temperatura - composición.- Destilación fraccionada.- Propiedades coligativas de las disoluciones.

Tema 6. Equilibrio químico

Leyes del equilibrio: Constante de equilibrio.- Factores que afectan al equilibrio.- Equilibrios heterogéneos.

Tema 7. Disoluciones electrolíticas

Introducción.- Conductividad de las disoluciones electrolíticas.- Teoría de la ionización de Arrhenius.- Teoría de Debye-Hückel.- Propiedades coligativas de las disoluciones electrolíticas.

Tema 8. Disoluciones acuosas: solubilidad

Ácidos y bases: pH.- Solubilidad y precipitación: producto de solubilidad.- Precipitación fraccionada.- Disolución de precipitados.Tema 4. Motores térmicos.

Tema 9. Coloides

Dispersiones coloidales.- Tipos de coloides:

obtención, propiedades y aplicaciones.- Emulsiones.

Tema 10. Reacciones de oxidación - reducción

Introducción.- Oxidación.- Reducción.- Tipo de reacciones redox: Ajuste de las mismas.- Electrólisis.

Tema 11. Pilas

Introducción.- Pilas electroquímicas.- Potenciales de electrodo.- Ecuación de Nernst.- Tipos de electrodos.- Pila de concentración.- Pilas comerciales: Pila seca, Acumuladores y Pila de combustible.

Tema 12. Metales

Generalidades.- Propiedades: físico-mecánicas y químicas.- Metalurgia: procesos metalúrgicos: Corrosión.- Aspectos termodinámicos de la corrosión.- Protección frente a la corrosión .

Tema 13. Química del silicio

Materiales silícicos: Silicio, Sílice y Silicatos.- Arcillas.- Vidrios.- Porcelanas.- Cementos.- Morteros.- Hormigones.

Tema 14. Introducción a la química orgánica

Conceptos y principios básicos.- Enlaces del carbono.- Cadenas abiertas y cerradas.- Concepto de función y grupo funcional.- Isomerías: tipos, etc.- Mecanismos de reacción.- Efectos electrónicos.- Reacciones de sustitución, adición, eliminación y transposición.

Tema 15. Polímeros plásticos

Características generales: clasificación.- Polimerización y policondensación.- Grupos principales de plásticos: poliamidas, poliésteres, poliuretanos.- Propiedades y aplicaciones en ingeniería.

Dibujo Técnico [1107]

1er. curso, común, anual, 3 h/semana (2 teóricas y 1 práctica), 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura incluye dentro de sí dos materias absolutamente diferenciadas: Geometría Métrica y Proyectiva y Dibujo Técnico propiamente dicho. Los objetivos perseguidos por la asignatura, además de los generales formativos, pueden ser divididos en dos grupos, según se trate de aquellos a alcanzar a través de la Geometría o a través del Dibujo Técnico. Entre los primeros cabe citar: (1) Conocimiento y aplicación de una serie de conceptos y construcciones básicas de Geometría Métrica Plana, (2) familiarización con la Geometría Métrica del Espacio, (3) cálculo de áreas y volúmenes de todo tipo de

cuerpos, (4) iniciación a los procedimientos de la Geometría Proyectiva, como base fundamental para el posterior estudio de cónicas y superficies. Por lo que se refiere a los de la enseñanza del Dibujo Técnico, se pueden sintetizar en los siguientes: (1) Aplicación de los conocimientos geométricos anteriores a la elaboración de dibujos, (2) Introducción a los diversos Sistemas de Representación, (3) desarrollo de la "visión espacial" del alumno, que debe adquirir la destreza y habilidad adecuadas para saber realizar e interpretar planos, y (4) Conocimientos de la normativa actual en materia de representaciones gráficas.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. GEOMETRÍA MÉTRICA PLANA

Tema 1. Introducción

Elementos fundamentales. Ángulos. Paralelismo y perpendicularidad. Proporcionalidad.

Tema 2. Polígonos

Poligonales. Polígonos. El triángulo. Cuadriláteros, paralelogramos y trapecios.

Tema 3. Curvas Planas

La circunferencia. Estudio métrico de las curvas cónicas. Curvas Técnicas.

Tema 4. Construcciones

Construcciones geométricas. Lugares Geométricos. Transformaciones.

PARTE II. GEOMETRÍA MÉTRICA DEL ESPACIO

Tema 5. Introducción

Elementos fundamentales. Paralelismo y perpendicularidad. Distancias. Ángulos.

Tema 6. Construcciones

Construcciones geométricas. Lugares Geométricos. Transformaciones.

Tema 7. Poliedros

Poliedros regulares. Poliedros conjugados. Prisma. Pirámide. Prismatoide.

Tema 8. Cono, cilindro y esfera

Superficie cónica. Cono. Cono circular. Cono de revolución. Superficie cilíndrica.

PARTE III. GEOMETRÍA PROYECTIVA

Tema 9. Introducción

Elementos fundamentales. Formas geométricas fundamentales. Operaciones proyectivas.

Tema 10. Formas elementales de primer orden

Cuaterna. Proyectividad. Formas proyectivas separadas y superpuestas.

Tema 11. Formas elementales de segundo orden

Formas planas y formas espaciales. Proyectividad. Aplicación de la proyectividad a las cónicas.

Tema 12. Determinación gráfico-proyectiva de las cónicas

Polaridad. Teoremas proyectivos relativos a la determinación de las cónicas.

PARTE IV. DIBUJO TÉCNICO EN LA INGENIERÍA CIVIL

Tema 13. Proyección diédrica

Elementos fundamentales. Intersecciones, paralelismo, perpendicularidad y distancias. Proyecciones de cuerpos. Abatimientos.

Tema 14. Normalización

Croquización. Acotación.

Tema 15. Perspectiva isométrica

Elementos fundamentales. Intersecciones, paralelismo y perpendicularidad. Secciones planas. Sombras.

Tema 16. Perspectiva caballera

Elementos fundamentales. Intersecciones, paralelismo y perpendicularidad. Secciones planas. Sombras.

Tema 17. Perspectiva cónica

Elementos fundamentales. Problema inverso. Sombras.

CLASES PRÁCTICAS

PARTE I. GEOMETRÍA MÉTRICA PLANA

- 1. Proporcionalidad.** Rectas antiparalelas, construcciones básicas.
- 2. Polígonos.** El triángulo.
- 3. Circunferencia.** Tangencias y haces lineales.
- 4. Transformaciones.** Traslación, rotación simetrías. Homotecia y semejanza. Inversión.
- 5. Curvas cónicas.** Curvas cónicas. Curvas Técnicas

PARTE II. GEOMETRÍA MÉTRICA DEL ESPACIO

- 6. Lugares Geométricos**
- 7. Poliedros.**
- 8. Cono y Cilindro.**
- 9. Esfera.**

PARTE III. GEOMETRÍA PROYECTIVA

- 10. Formas elementales de primer orden.** Perspectividad, Proyectividad, Involución.
- 11. Formas elementales de segundo orden.** Homografía y Correlación.
- 12. Determinación gráfico-proyectiva de las curvas cónicas.**

PARTE IV. DIBUJO TÉCNICO EN LA INGENIERÍA CIVIL

- 13. Perspectiva Diédrica.** Punto, recta y plano. Proyecciones de cuerpos. Paralelismo, perpendicularidad e intersecciones. Abatimientos.
- 14. Perspectiva Isométrica y Caballera.** Generalidades, Perspectivas. Secciones Planas de Cuerpos Poliédricos. Secciones Planas de Superficies Regladas. Sombras de Cuerpos Poliédricos. Sombras de Superficies Regladas.
- 15. Perspectiva Cónica.** Generalidades, Perspectivas. Problema Inverso. Sombras.
- 16. Normalización.** Croquización y Acotación.



BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

MARTÍNEZ SIMÓN, J.M. et al. (1995);

Geometría métrica. Conceptos básicos; Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

UNIDAD DE DOCENCIA DE DIBUJO TÉCNICO Y SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN (1997);

Apuntes de geometría métrica; Servicio de Publicaciones Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

MÉNDEZ, L. et al. (1995); *Geometría proyectiva. Tomo I;* Servicio de Publicaciones

del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

PALENCIA, J. et al. (1981); *Dibujo técnico.*

Introducción a los sistemas de representación; Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

UNIDAD DE DOCENCIA DE DIBUJO TÉCNICO Y SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN (1998-2005);

Dibujo técnico. Problemas de examen. Cursos 1990/1991 a 2004/2005; Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.



Segundo Curso

- Carga lectiva de segundo curso: 780 horas
- Asignaturas comunes obligatorias: 5 anuales

Análisis Matemático [2003]

2º curso, común, anual, 6 h/semana (4 teóricas y 2 prácticas), 180 h/año, 18 créditos.

Prerrequisitos: *Cálculo* [1124] y *Álgebra* [1101]

Objetivos docentes

Se pretende que los alumnos adquieran habilidad en la resolución exacta y aproximada de ecuaciones diferenciales ordinarias y problemas de contorno mediante el uso de diversas técnicas tales como transformada de Laplace, series de Fourier y función de Green, así como de métodos numéricos de un paso y multipaso (fórmulas de Runge-Kutta, fórmulas de Adams). Se da especial importancia al aprendizaje de la representación mediante ecuaciones diferenciales de problemas geométricos y físicos y técnicos. El objetivo

general es conseguir que el alumno adquiera conciencia del valor de la Matemática como herramienta de trabajo. Por ello es necesario estimularle en el empleo de técnicas matemáticas que le permitan la elaboración y tratamiento de modelos para la resolución de problemas referentes a situaciones concretas. También se busca que los alumnos consigan soltura en el manejo de funciones complejas de variable compleja y resuelvan con soltura ejercicios que involucran el cálculo de residuos y las series de potencias complejas.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. VARIABLE COMPLEJA

Tema 1. Números complejos.

Números complejos. Forma polar. Fórmula de De Moivre. Operaciones con número complejos. Curvas y regiones en el plano complejo.

Tema 2. Funciones complejas de una variable compleja.

Función compleja. Límite. Derivada. Condiciones de Cauchy-Riemann. Funciones armónicas. Funciones elementales: función exponencial, función logaritmo, funciones trigonométricas, funciones hiperbólicas.

Tema 3. Funciones analíticas.

Series de potencias. Radio de convergencia de una serie de potencias. Suma y producto de series de potencias. Diferenciación término a término de una serie de potencias. Integración término a término. Series de Taylor. Funciones analíticas. Series de Taylor de funciones elementales. Series de Laurent.

Tema 4. Integración curvilínea.

Integral curvilínea. Definición. Propiedades básicas. Teorema integral de Cauchy. Fórmula

integral de Cauchy.

Tema 5. Singularidades y residuos.

Singularidades. Polos. Singularidades esenciales. Residuos. Teorema de los residuos. Evaluación de integrales reales.

Tema 6. Transformaciones conformes.

Transformaciones complejas. Transformaciones conformes. Transformaciones bilineales o de Möebius. Propiedades.

PARTE II. ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS

Tema 7. Ecuaciones diferenciales de primer orden.

Introducción. Ecuaciones de variables separadas. Ecuaciones homogéneas. Ecuaciones lineales de primer orden. Ecuación de Bernoulli. Ecuación de Riccati. Ecuaciones diferenciales exactas. Factores integrantes. Aplicaciones. Trayectorias ortogonales.

Tema 8. Existencia y unicidad de soluciones

Problema de Cauchy o de valor inicial. Teorema de Cauchy-Peano o teorema de existencia de Peano. Teorema de Picard-Lindelöf



Tema 9. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.

Sistemas lineales homogéneos. Matriz fundamental. Sistemas lineales no homogéneos. Método de variación de las constantes. Sistemas lineales homogéneos de coeficientes constantes. Método de los coeficientes indeterminados.

Tema 10. Ecuaciones diferenciales lineales de orden n

Ecuaciones lineales homogéneas de orden n. Ecuaciones lineales no homogéneas. Método de variación de las constantes. Ecuaciones lineales homogéneas de coeficientes constantes. Método de los coeficientes indeterminados. Ecuaciones lineales con coeficientes variables. Ecuación de Euler. Soluciones en serie de potencias de ecuaciones lineales.

Tema 11. Transformada de Laplace.

La transformada de Laplace. Transformada inversa. Linealidad. Transformada de Laplace de derivadas e integrales. Primer teorema de traslación. Función de Heaviside. Segundo teorema de traslación. Diferenciación e integración de transformadas. Convolución. Aplicaciones. Delta de Dirac.

Tema 12. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales de un paso.

Introducción. Método de Euler. Métodos numéricos de un paso. Convergencia. Métodos de Taylor y de Runge-Kutta.

Tema 13. Métodos lineales de varios pasos.

Interpolación. Métodos de Adams-Bashforth y

de Adams-Moulton. Convergencia. Estabilidad. Esquemas predicción-corrección.

Tema 14. Problemas de contorno.

Espacios métricos. Espacios vectoriales normados. Espacios de Hilbert. Series de Fourier. Problemas de contorno. Teorema de alternativa. Autovalores y autofunciones. Función de Green.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

CHURCHILL, R.V.; BROWN, J.W. (1987); *Variable compleja y sus aplicaciones*; Mc Graw-Hill.

GONZALEZ-VELASCO, E. A. (1995); *Fourier Analysis and Boundary Value Problems*; Academic Press.

MENDIZABAL, A. (1985); *Análisis Matemático*; Servicio de publicaciones de la E.T.S. Ingenieros de Caminos; Madrid.

SIMMONS, F. (1992); *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*; McGraw-Hill.

ZILL, D.G. (1997); *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*; Thomson Editorial.

Métodos Matemáticos de las Técnicas [2012]

2º curso, común, anual, 6 h/semana (4 teóricas y 2 prácticas), 180 h/año, 18 créditos.

Prerrequisitos: Cálculo [1124] y Álgebra [1101]

Objetivos docentes

En la primera parte de la asignatura se pretende dotar al alumno de las herramientas vectoriales y tensoriales útiles para estudios posteriores de mecánica de medios continuos y electrotecnia, que son importantes en la formación del Ingeniero de Caminos. Concretamente: (1) manejo instrumental de vectores y tensores en coordenadas cartesianas y en coordenadas curvilíneas generales del espacio y del plano euclídeos, (2) estudio vectorial y tensorial de la geometría diferencial de las curvas y superficies

en el espacio, (3) manejo instrumental de la diferenciación e integración de campos escalares y vectoriales en el espacio, incluyendo operadores diferenciales y teoremas clásicos de Teoría de campos.

En la segunda parte de la asignatura se pretende proporcionar a los alumnos de Ingeniería un conocimiento práctico de las herramientas más universalmente empleadas en computación técnica y científica: el lenguaje de programación C y el programa MATLAB.



Enseñar técnicas algorítmicas básicas que posteriormente serán empleadas en el diseño de programas de cálculo numérico para resolver

problemas concretos en Ingeniería Civil. Aprendizaje del trazado de gráficos con ordenador.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. METODOS VECTORIALES Y TENSORIALES DE LAS TÉCNICAS

Tema 1. Álgebra tensorial sobre un espacio vectorial euclídeo de dimensión dos o tres.

Tensores. Álgebra Tensorial. Álgebra Tensorial en Componentes. Relaciones entre componentes. Cambios de Base. Tensores de segundo orden. Traspuesto. Inverso. Autovalores y autovectores. Tensores simétricos, antisimétricos y ortogonales.

Tema 2. Representación del espacio en coordenadas curvilíneas.

Coordenadas Curvilíneas en el plano y en el espacio. Vectores naturales. Relación entre bases naturales. Tensor métrico. Cambios de sistemas de coordenadas. Derivación de las bases naturales. Símbolos de Christoffel.

Tema 3. Campos (1): derivación y diferenciación. Operadores diferenciales.

Campos escalares. Vector gradiente. Campos vectoriales. Derivada Covariante. Campos tensoriales. Derivada covariante. Diferenciación de Campos vectoriales y tensoriales. Tensor gradiente. Operadores diferenciales: Gradiente, Divergencia, Rotacional y Laplaciano.

Tema 4. Geometría diferencial de curvas y superficies

Curvas. Representación paramétrica. Triedro de Frenet.. Curvatura, torsión. Fórmulas de Frenet. Superficies. Parametrización regular en E^3 . Base natural. Normal y plano tangente. Tensor métrico de superficie. Elementos de longitud y de área: primera forma fundamental. Tensor de curvatura y Segunda forma fundamental. Curvaturas media y total o de Gauss. Clasificación de los puntos de una superficie regular. Curvas sobre una superficie. Curvatura normal y geodésica. Líneas asintóticas, líneas de curvatura y líneas geodésicas de una superficie. Superficies de revolución. Superficies regladas.

Tema 5. Campos (2): integración

Integral de un campo escalar a lo largo de una línea, una superficie y un volumen. Integral de un campo vectorial a lo largo de una línea y una superficie. Teorema de Green. Teorema del rotacional o de Stokes. Teorema de la Divergencia o de Gauss.

Tema 6. Teoría del potencial

Campos conservativos. Potencial escalar.

Campos irrotacionales. Potencial vectorial. Campos de divergencia nula. Potencial vectorial en el plano: función de corriente.

PARTE II. MÉTODOS INFORMÁTICOS DE LAS TÉCNICAS

Tema 7. Conceptos básicos de informática

Introducción a la informática. Sistemas de numeración. Hardware y software. Introducción a la programación: el lenguaje C. MATLAB.

Tema 8. El primer programa en C. Tipos de datos

Salida de datos por pantalla. El primer programa en C. La función main. Imprimiendo datos de diferente tipo con printf. Agregando comentarios en C. Diseñando programas con buen estilo. Tipos atómicos de datos: constantes y variables. Declaración de variables. Identificadores y palabras clave. Variables. Declaración de variables. Constantes. Operadores y Expresiones. Operadores de asignación. Operadores aritméticos. Operadores monarios. Operadores relacionales y de igualdad. Operadores lógicos. Operador condicional. Lectura de datos por teclado.

Tema 9. Tipos estructurados de datos

La sentencia de control for. Tablas. Tablas unidimensionales. Cadenas. Tablas multidimensionales. Inicialización de tablas. Estructuras. Estructuras anidadas.

Tema 10. Sentencias de control de flujo

Comandos condicionales. If simple. Bloque if unicondicional. Bloque if multicondicional. La sentencia switch. Comandos repetitivos El bucle while. El bucle do while. La sentencia break. La sentencia continue. La sentencia goto. La función exit.

Tema 11. Funciones intrínsecas de C

Cadenas de caracteres. Funciones para la manipulación de cadenas de caracteres. Las librerías string y stdlib. Funciones de tipo matemático. Las librerías math y stdlib.

Tema 12. Punteros

Direcciones de memoria. Punteros. Declaración de punteros. Inicialización estática de punteros. Indirección de punteros. El Puntero NULL. Aritmética de punteros. Punteros y vectores (Tablas unidimensionales). Tablas de punteros. Punteros de punteros (Indirección múltiple). Tablas multidimensionales y punteros. Dimensionamiento dinámico.

**Tema 13. Funciones**

Concepto de función. Estructura de una función. Prototipo de una función. Estructura general de un programa que utiliza varias funciones externas. Parámetros de una función. Paso de tablas a funciones. Ámbito de una variable. Funciones en línea. Macros con argumentos. Clases de almacenamiento.

Tema 14. Ficheros

Flujos. El puntero FILE. Apertura de un fichero. Cierre de ficheros. Entradas / Salidas con formato. Otras funciones auxiliares para el tratamiento de ficheros.

Tema 15. Conceptos básicos de MATLAB

El interfaz de MATLAB. Variables vectoriales en MATLAB. Números complejos. Comandos útiles en el manejo de MATLAB. Estableciendo la precisión de los cálculos. Utilización de la ayuda de MATLAB. Número de operaciones y tiempo que tarda un cálculo en ser efectuado.

Tema 16. Matrices en MATLAB

Trabajo con matrices Solución de sistemas de ecuaciones. Matrices predefinidas y aleatorias. Formación de una matriz a partir de otras. Direccionamiento de vectores y matrices a partir de vectores. Funciones intrínsecas en MATLAB. Funciones de matrices. Lectura de matrices a partir de un fichero. Representación gráfica de una matriz.

Tema 17. Programación en MATLAB

Conceptos básicos. Entrada y salida de datos. Operadores en MATLAB. Sentencias de control. Bucles. Sentencias condicionales. Funciones definidas por el usuario. Variables locales y globales. Número de argumentos en la llamada de una función.

Tema 18. Gráficos en MATLAB

Gráficos bidimensionales. Superposición de gráficos. Creación de subventanas en la misma figura. Gráficos tridimensionales de curvas y superficies. Representación volumétrica de datos.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

CLASES DE LABORATORIO

Se realizará una práctica semanal en el laboratorio de *Matemáticas e Informática* de una hora de duración. En ellas se crean y ejecutan programas en C y MATLAB para resolver casos concretos y para afianzar los conocimientos teóricos.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

DANIELSON, D.A. (1992); *Vectors and tensors in engineering and Physics*; Addison-Wesley.

STRUİK, D.J. (1966); *Geometría diferencial clásica*; Aguilar. (en inglés, Editorial Dover, 1988)

SPIEGEL, M. R., *Análisis Vectorial*, SCHAUM McGraw-Hill

NAKAMURA, S. (1996); *Numerical Analisis and Graphic Visualization with MATLAB*; Prentice Hall

LANTARÓN, S. Y LLANAS, B. (2004); *Introducción a la Informática: Programación práctica en C y MATLAB*; Bellisco

Mecánica [2015]

2º curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Prerrequisitos: *Física y Física de Materiales* [1110]

Objetivos docentes

Se pretenden que los alumnos puedan: (1) conocer y aplicar los métodos de la cinemática para descripción del movimiento de sistemas de partículas y sólidos, así como para el cálculo de las magnitudes cinéticas; (2) conocer los teoremas generales y métodos de la dinámica de sistemas mecánicos (cantidad de

movimiento, momento cinético, energía, trabajos virtuales y D'Alembert, sistema del centro de masa, ...) y saberlos aplicar a sistemas de partículas y a los sólidos rígidos; (3) conocer y aplicar los métodos de análisis dinámico y de pequeñas oscilaciones en sistemas con uno o varios grados de libertad; (4) conocer y aplicar



los métodos de la dinámica analítica de Lagrange y Hamilton; (5) conocer y aplicar los métodos de la estática en sistemas generales, ensamblajes de piezas rígidas e hilos; y (6)

desarrollar una capacidad de análisis aplicando los modelos matemáticos de la mecánica a la resolución de problemas prácticos.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. DINÁMICA NEWTONIANA

Tema 1. Axiomática y principios

Principios de la mecánica clásica. Leyes de Newton. Conceptos de espacio, masa y tiempo.

Tema 2. Dinámica de partículas

Repaso de dinámica de la partícula. Teoremas generales. Ecuaciones para partículas libres y ligadas.

Tema 3. Cinemática de sólidos rígidos

Derivación de vectores en sistemas de referencia móviles. Campos de velocidades y aceleraciones. Composición de movimientos. Movimiento plano.

Tema 4. Fuerzas centrales y órbitas

Movimiento bajo fuerzas centrales. Problema de 2 cuerpos y su reducción. Fórmulas de Binet. Órbitas gravitatorias. Ecuaciones horarias. Introducción al problema de los 3 cuerpos.

Tema 5. Teoremas generales de la dinámica

Principios generales de la dinámica de sistemas. Enlaces y morfología de sistemas mecánicos. Principios y teoremas de Newton y Euler. Principio de D'Alembert. Sistemas no inerciales.

Tema 6. Sistemas de masa variable

Ecuaciones de balance. Aplicaciones.

PARTE II. DINÁMICA DEL SÓLIDO RÍGIDO

Tema 7. Ecuaciones generales de la dinámica del sólido rígido

Magnitudes cinéticas del sólido. Tensor de inercia. Cinemática de las rotaciones finitas. Teorema de Euler y parametrización de las rotaciones. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler.

Tema 8. Aplicaciones de la dinámica del sólido rígido

Movimiento por inercia. Ejes permanentes de rotación. La peonza simétrica. Efecto giroscópico. Brújula giroscópica.

Tema 9. Dinámica de impulsiones

Características de las fuerzas impulsivas. Impulsiones en sistemas de sólidos rígidos. Balance de energía y coeficiente de restitución.

PARTE III. DINÁMICA ANALÍTICA

Tema 10. Ecuaciones de Lagrange

Dinámica analítica de Lagrange. Coordenadas

generalizadas. Ecuaciones de Lagrange. Integrales primeras. Principio de Hamilton. Sistemas anholónomos: multiplicadores de Lagrange.

Tema 11. Ecuaciones de Hamilton

Dinámica analítica de Hamilton. Función hamiltoniana y ecuaciones canónicas. Integrales primeras. Método de Routh. Breve idea de transformaciones canónicas.

PARTE IV. OSCILACIONES LINEALES

Tema 12. Sistemas con 1 grado de libertad

El oscilador armónico simple. Amortiguamiento. Vibraciones forzadas. Resonancia. Métodos numéricos de integración en el tiempo.

Tema 13. Sistemas con n grados de libertad

Linealización de las ecuaciones. Frecuencias propias y modos normales de vibración. Oscilaciones forzadas. Resonancia.

PARTE V. ESTÁTICA Y CABLES

Tema 14. Estática

Condiciones analíticas de equilibrio y estabilidad. Enlaces lisos y rugosos. Principio de trabajos virtuales. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Sistemas de barras articuladas.

Tema 15. Cables

Hipótesis de Cables flexibles e inextensibles. Configuraciones de equilibrio: catenaria, parábola. Cargas puntuales. Hilos apoyados en superficies.

CLASES PRÁCTICAS

1. Cinemática

2. Dinámica de la Partícula

2. Oscilaciones con 1 grado de libertad

3. Cinemática del Sólido. Sistemas de Vectores Deslizantes

4. Cinemática del Sólido

5. Dinámica de Sistemas. Fuerzas centrales y órbitas

6. Dinámica de Sistemas

7. Dinámica Analítica (Lagrange). Masa variable

8. Dinámica del Sólido

9. Impulsiones

10. Oscilaciones con n grados de libertad

11. Dinámica Analítica (Hamilton)

12. Estática



13. Cables

CLASES DE LABORATORIO

Adicionalmente se realizarán seis prácticas en el Laboratorio de Mecánica Computacional, de 2 horas de duración cada una, que serán consideradas parte integrante del trabajo del curso para todos los alumnos. En ellas se desarrollarán, mediante modelos de cálculo por ordenador avanzados (programas MAPLE y Maxima), aplicaciones similares a las estudiadas en la asignatura. Además los alumnos deberán realizar un proyecto individualizado controlado por un tutor de prácticas.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se participa en el viaje del Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

GOICOLEA, J.M., (2001); *Apuntes de Mecánica*, Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P.; Madrid., o disponibles para descarga en <http://w3.mecanica.upm.es/mecanica.html>.

FERNÁNDEZ PALACIOS, J.A. (1989); *Mecánica teórica de los sistemas de sólidos rígidos*.

CÁTEDRA DE MECÁNICA, *Problemas resueltos de mecánica (problemas de examen y de prácticas puntuables);* <http://w3.mecanica.upm.es/mecanica.html>

PRIETO ALBERCA, M. (1992); *Curso de Mecánica Racional. I Cinemática y Estática; II Dinámica;* ADI, Madrid.

MARION, J.B. (1984); *Dinámica clásica de las partículas y sistemas,* Reverté.

Materiales de Construcción [2008]

2º curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Prerrequisitos: *Química* [1109]

Objetivos docentes

El objetivos de la asignatura es conseguir que el alumno pueda: (1) conocer las propiedades, aplicaciones, forma de trabajo, puesta en obra y relación con la forma estructural de los materiales de construcción; (2) aprender a seleccionar los materiales más adecuados para cada aplicación, identificando las necesidades y evaluando las propiedades de los materiales mediante modelos de cálculo, leyes y principios

generales; (3) conocer los principios normativos que permiten controlar y garantizar la calidad de los materiales; (4) conocer los principales procesos físico-químicos que modifican el comportamiento de los materiales a lo largo de su vida e inciden en su durabilidad; y (5) aprender a evaluar la influencia que en el medio ambiente tiene el ciclo de vida de los materiales: fabricación, uso y eliminación o reciclado.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. INTRODUCCIÓN

Tema 1. Los materiales en la Historia

Historia de la construcción. Los materiales de construcción en la Historia. Ciencia y tecnología de materiales. Aspectos económicos, científicos, tecnológicos y estéticos de los materiales.

Tema 2. Los materiales en la Ingeniería Civil y la Edificación

Los materiales en las obras de Ingeniería Civil: estructuras, obras hidráulicas, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, edificación, etc. La relación entre el material y la forma estructural: arcos, bóvedas, vigas, muros, columnas,

láminas, etc. Nuevos materiales.

PARTE II. FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

Tema 3. Constitución de la materia

Uniones atómicas y moleculares: enlaces iónico, covalente, metálico, y fuerza de Van der Waals. Los estados de la materia: gaseoso, líquido y sólido. Energía de enlace. Propiedades térmicas de los sólidos. Fuerzas de enlace.

Tema 4. El estado sólido

El estado cristalino. Defectos y movimientos atómicos en sólidos cristalinos. El estado amorfo. Polímeros. Estructuras compuestas por dos o más fases.

**Tema 5. Desarrollo de microestructura**

Solidificación. Cambios de fase con la variación de temperatura. Diagramas de fase. Regla de las fases de Gibbs. Sinterización.

Microestructura: porosidad, tamaño de grano y microestructuras compuestas.

PARTE III. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**Tema 6. Propiedades físicas**

Propiedades térmicas. Propiedades eléctricas. Densidad. Porosidad. Compacidad. Finura. Propiedades de las superficies: energía y tensión superficial, mojado, absorción, capilaridad, permeabilidad, adhesión, coloides. Dureza. Resistencia a la abrasión. Propiedades acústicas.

Tema 7. Comportamiento del material bajo tensiones (I)

Concepto de tensión y deformación. Ensayo uniaxial de tracción. Modelos de comportamiento elástico: materiales hookeanos y no hookeanos. Inelasticidad. Resistencia a tracción.

Tema 8. Comportamiento del material bajo tensiones (II)

Ensayo uniaxial de compresión. Resistencia a compresión. Esfuerzo de flexión. Esfuerzo cortante. Esfuerzo de torsión. Resistencia frente a tensiones tangenciales.

Tema 9. Comportamiento del material bajo tensiones (III)

Concepto de plasticidad. Concepto de fractura. Rotura dúctil y rotura frágil. Tenacidad y resiliencia. Teorías de fallo.

Tema 10. Comportamiento del material bajo tensiones (IV)

Concepto de reología. Viscoelasticidad. Viscoplasticidad. Fluencia y relajación de materiales ingenieriles. Fatiga. Factores que intervienen en la fatiga. Resistencia a la fatiga.

PARTE IV. CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES**Tema 11. Piedras naturales (I)**

Las piedras en la naturaleza: origen y clasificación. Las propiedades de las rocas. Labra de la piedra: corte, desbaste, acabado y pulimentado.

Tema 12. Piedras naturales (II)

Forma de la piedra en bloque: sillar, sillarejo, mampuesto, losa, adoquín. Fábrica de piedra: sillería y sus tipos, mampostería y sus tipos. Pavimentos. Cubiertas. Durabilidad y patología de las obras de fábrica de piedra.

Tema 13. Yesos

Naturaleza y tipos de yeso. Proceso de fabricación. Comportamiento y propiedades. Clasificación. Usos en la construcción.

Tema 14. Cales

Naturaleza y tipos de cal. Proceso de fabricación. Comportamiento y propiedades. Clasificación. Usos en la construcción.

Tema 15. Composición y fabricación del cemento Portland

Materias primas. Componentes principales del clinker Portland. Componentes secundarios. Módulos del cemento Portland. Adiciones. Fabricación del cemento Portland.

Tema 16. Características e hidratación del cemento Portland

Finura de molido. Pérdidas por calcinación. Residuo insoluble. Hidratación. Fraguado y endurecimiento. Expansión. Retracción y entumecimiento. Resistencia mecánica.

Tema 17. Cementos

Tipos de cemento: puzolánicos, con escorias de alto horno, blancos, de bajo calor de hidratación, resistentes a los sulfatos y agua de mar, de aluminato cálcico, sin retracción. Clasificación de los cementos españoles. Otras clasificaciones.

Tema 18. El agua y los áridos del hormigón

Agua de amasado, curado y lavado de áridos. Naturaleza, procedencia y clasificación de los áridos. Características de los áridos: árido grueso y fino, densidad, porosidad y absorción, humedad, entumecimiento, resistencia mecánica, dureza, forma, textura superficial, adherencia árido-pasta, sustancias perjudiciales, inestabilidad, reacción árido-álcali, propiedades térmicas.

Tema 19. Granulometría de los áridos

Análisis granulométrico. Curvas granulométricas. Granulometrías continuas y discontinuas. Tamaño máximo de árido. Módulo granulométrico. Ajustes granulométricos. Granulometrías óptimas y dominios granulométricos: curvas de Fuller y Bolomey, dominio granulométrico en el Código Modelo (CEB-FIP), husos para el árido fino de la EHE y la ASTM.

Tema 20. Hormigón fresco

Consistencia y docilidad. Medida de la consistencia y docilidad: Cono de Abrams, mesa de sacudidas, consistómetro Vebe, cono invertido, manejabilímetro L.C.L. Homogeneidad. Segregación y exudación.

Tema 21. Aditivos

Introducción y clasificación. Plastificantes. Superplastificantes. Incluidores de aire. Modificadores de fraguado y endurecimiento. Aceleradores. Hidrófugos de masa. Generadores de gas. Generadores de espuma. Colorantes.

**Tema 22. Dosificación de hormigones (I)**

Prescripciones generales: relación agua/cemento, contenido de cemento y adiciones, granulometría. Métodos de dosificación basados en el contenido de cemento: método de Fuller, método de Bolomey. Ejemplos.

Tema 23. Dosificación de hormigones (II)

Métodos basados en la resistencia a compresión: métodos del A.C.I., método de De la Peña. Ejemplos.

Tema 24. Fabricación, transporte y puesta en obra del hormigón

Fabricación del hormigón: amasado del hormigón, centrales de hormigonado. Transporte del hormigón: transporte intermitente y transporte continuo. Puesta en obra del hormigón: precauciones a tomar, hormigonado bajo el agua, hormigonado por inyección, hormigonado por vacío. Consolidación del hormigón. Juntas de hormigonado. Hormigonado en tiempo frío y caluroso.

Tema 25. Curado y protección del hormigón

Objetivos del curado y la protección. Edad ficticia y grado de madurez. Curado del hormigón. Influencia del curado en la durabilidad. Tipos de curado: ordinario, acelerado. Protección del hormigón.

Tema 26. Características físicas del hormigón endurecido (I)

Microestructura y propiedades. Densidad. Comportamiento elástico. Módulos de elasticidad. Resistencia a compresión: clasificación según la resistencia a compresión, probetas. Factores que influyen en la resistencia: materiales, relación agua/cemento, tamaño máximo de árido, forma y dimensiones de la probeta, ejecución del ensayo, edad del hormigón. Probetas testigo. Determinación "in situ" de la resistencia a compresión. Resistencia característica del hormigón.

Tema 27. Características físicas del hormigón endurecido (II)

Resistencia a tracción. Ensayo de tracción indirecta. Ensayo de flexotracción. Deformación bajo tracción. Permeabilidad. Retracción: plástica, de secado, por carbonatación. Entumecimiento. Ciclos humedad-sequedad. Fluencia. Propiedades térmicas.

Tema 28. Durabilidad del hormigón (I)

Concepto de durabilidad. Clases de tipo de ambiente. Acciones físicas: ciclos hielo-deshielo, abrasión, acción del fuego. Ataques químicos: proceso de ataque, ataque por ácidos, ataque por aguas puras, ataque por sales orgánicas e inorgánicas, ataque por sulfatos, reacción ácido-álcali, ataque por

álcalis.

Tema 29. Durabilidad del hormigón (II)

Corrosión del acero en el hormigón armado y pretensado. Fisuración del hormigón: aspectos generales y morfología. Causas de la fisuración: retracción plástica e hidráulica, retracción térmica, acciones de cargas.

Tema 30. Hormigones especiales (I)

Hormigones ligeros: con áridos ligeros, dosificación, fabricación y puesta en obra, hormigones sin finos, hormigones celulares. Hormigones pesados: áridos pesados, dosificación, fabricación y puesta en obra. Hormigones refractarios: comportamiento de la pasta de cemento y los áridos a alta temperatura, dosificación, fabricación y puesta en obra, refuerzo con fibras de acero.

Tema 31. Hormigones especiales (II)

Hormigones reforzados con fibras. Tipos de fibras: metálicas, polipropileno, vidrio. Hormigones impregnados con polímeros. Hormigones impregnados con azufre. Hormigones sellados con ceras. Hormigones porosos. Hormigones secos compactados con rodillo. Hormigón y mortero proyectado. Hormigones de alta resistencia.

Tema 32. Control de calidad del hormigón

Control de los componentes, la consistencia y la resistencia. Normativa.

Tema 33. Introducción a los materiales metálicos

Principios básicos de la metalurgia extractiva. Tipos de menas y formas de extracción. Afino de metales. Siderurgia. Las menas del hierro. Productos siderúrgicos: hierro, acero, fundición y aleaciones.

Tema 34. Propiedades de los materiales metálicos

El ensayo de tracción. Relajación. Resistencia a compresión y cortante. Fatiga. Deformabilidad. Tenacidad. Dureza. Soldabilidad. Propiedades eléctricas. Propiedades térmicas.

Tema 35. El acero estructural

Microestructura del acero e influencia en sus propiedades. Diagrama de fases hierro-carbono. Fases del diagrama: hierro y carbono y cementita. Estructuras constituyentes: ferrita, austenita, ledeburita, perlita, martensita, troostita, sorbita, bainita. Ejemplos de procesos de enfriamiento: aceros eutectoides, hipoeutectoides e hipereutectoides.

Tema 36. Tratamiento del acero

Tratamientos térmicos y químicos: curvas de las S, normalizado, temple, recocido, revenido, temple superficial, cementación, nitruración, saturación por difusión, maleabilización. Tratamientos isotérmicos: recocido isotérmico,



austempering, patenting y martempering.
Influencia del tratamiento mecánico en las características del acero.

Tema 37. Producción del acero

Esquema general del proceso. Materias primas. Reducción del mineral de hierro: horno alto y reducción directa. Producción del acero: convertidores y horno eléctrico de arco. Metalurgia secundaria. La colada del acero. Laminación en caliente. Transformados en frío y productos revestidos. Productos tubulares. Forja industrial. Acero moldeado. Trefilado. Mecanizado.

Tema 38. Clasificación de los productos siderúrgicos

Hierros y ferroaleaciones. Fundiciones. Aceros. Clasificación de los aceros según la composición química: aceros no aleados, aceros inoxidables y aceros aleados. Clasificación de los aceros según la calidad: aceros ordinarios, aceros de calidad y aceros especiales. Influencia de los aleantes en las propiedades de los productos siderúrgico.

Tema 39. Los productos metálicos en la construcción

Estructuras metálicas. Carriles. Aceros para hormigón armado. Aceros para hormigón pretensado. Aparatos de apoyo. Tuberías. Tornillería y tirafondos. Aplicaciones del cobre, cinc, plomo y aluminio.

Tema 40. Durabilidad de los productos metálicos

Oxidación. Corrosión: fundamentos, tipos y protección. Corrosión bajo tensión. Corrosión-fatiga. Tolerancia al daño de pequeños defectos.

Tema 41. Materiales cerámicos (I)

Composición y estructura de la arcilla. Proceso de fabricación de la cerámica ordinaria. Productos cerámicos ordinarios: ladrillos, tejas, y bovedillas. Fábrica de ladrillo. Tejados .

Tema 42. Materiales cerámicos (II)

Ensayos y propiedades de ladrillos y tejas. Patología de las obras de fábrica de ladrillo y tejados. Otros productos: elementos para pavimentos (baldosines), azulejo, gres, cerámica armada y pretensada, refractarios, cerámica sanitaria, abrasivos, aisladores, tubos.

Tema 43. Vidrio

Estructura del vidrio. Composición y clasificación de los vidrios. Fabricación del vidrio: materias primas, moldeo y tratamientos. Propiedades del vidrio. Uso del vidrio en la construcción.

Tema 44. Madera y corcho (I)

Estructura de la madera. Principales maderas empleadas en la construcción. Propiedades de

la maderas. Defectos y alteraciones de las maderas. Destrucción de la madera.

Tema 45. Madera y corcho (II)

La protección de la madera. Preparación de la madera para el uso. Utilización de la madera: carpintería de armar, de taller y uniones. Madera laminada encolada. El corcho en la construcción.

Tema 46. Introducción a los materiales bituminosos

Clasificación y composición: betunes y alquitranes. Composición química. Estado y obtención: betunes y asfaltos naturales, betunes artificiales, alquitranes, betunes fluidificados, emulsiones bituminosas. Especificaciones: alquitranes, betunes asfálticos de penetración, betunes asfálticos oxidados, betunes fluidificados, emulsiones asfáltica.

Tema 47. Propiedades de los materiales bituminosos

Propiedades de los betunes asfálticos y su determinación: densidad, viscosidad, susceptibilidad, punto de reblandecimiento, índice de penetración, ductilidad, fragilidad, solubilidad en tricloro-etano, pérdida por calentamiento, contenido de agua por destilación y contenido de alquitrán. Propiedades de los betunes fluidificados. Propiedades de las emulsiones asfálticas: contenido de ligante y agua, sedimentación, tamizado, homogeneidad, viscosidad, miscibilidad al agua, mezclado de cemento.

Tema 48. Uso de los materiales bituminosos en la construcción

Durabilidad de los materiales bituminosos. Precauciones de empleo. Aplicaciones: pavimentos (riegos de imprimación, riegos de adherencia, tratamientos superficiales, macadam bituminoso, lechadas bituminosas, mezclas bituminosas), impermeabilizaciones en la edificación, impermeabilizaciones en obras hidráulicas.

Tema 49. Resinas epoxi

Definición. Tipos y grupos. Endurecedores y catalizadores. Modificadores de las formulaciones. Aplicaciones en construcción.

Tema 50. Polímeros y plásticos (I)

Estructura y composición. Termoplásticos. Termoestables. Copolímeros. Elastómeros. Plásticos reforzados con fibras. Procedimientos de fabricación. Propiedades físicas de los plásticos..

Tema 51. Polímeros y plásticos (II)

Propiedades mecánicas. Aplicaciones en la construcción: cubiertas y cerramientos, hidrofugantes, impermeabilizantes, aislantes térmicos y acústicos, geomembranas,



geotextiles, conducciones, adhesivos, aparatos de apoyo.

Tema 51. Introducción a los materiales compuestos

¿Por qué los materiales compuestos? Clasificación y tipología. Matrices. Refuerzos. Interfases. Presente y futuro de los materiales compuestos en la Ingeniería Civil.

Tema 52. Propiedades de los materiales compuestos

Materiales compuestos reforzados con partículas. Materiales compuestos reforzados con fibras. Laminados. Criterios de rotura de materiales compuestos.

Tema 53. Otros materiales auxiliares

Pinturas y barnices. Explosivos industriales. Combustibles.

Tema 54. Selección de materiales y medio ambiente

Aspectos medio-ambientales de la producción y selección de materiales. Los principios del desarrollo sostenible: materiales respetuosos con el medio, proyectos energéticamente eficaces, disminución de los riesgos para la salud y el medio. Conocimiento del ciclo de vida de los materiales de construcción para un uso racional: las materias primas, la manufactura, el reciclado, la gestión de residuos. Materiales de construcción y procesos asociados a los materiales que entrañan riesgos o generan residuos dañinos: minimizar el riesgo y/o impacto.

CLASES PRÁCTICAS

Algunos problemas abarcan varios temas de teoría y las propias clases de teoría se ilustran

con ejercicios y ejemplos. Además se dedican tres horas más a las prácticas informáticas. La distribución del tiempo dedicado a las clases prácticas es el siguiente:

1. Fundamentos de Ciencia y Tecnología de Materiales
2. Propiedades de los materiales
3. Piedras naturales
4. Yesos y cales
5. Cementos
6. Hormigones
7. Materiales cerámicos
8. Materiales metálicos
9. Materiales bituminosos
10. Madera
11. Materiales compuestos

CLASES DE LABORATORIO

1. Caracterización de áridos y rocas.
2. Cementos y morteros.
3. Granulometría de áridos
3. Dosificación y fabricación de hormigones.
4. Propiedades mecánicas de hormigón endurecido.
5. Propiedades mecánicas de aceros.
6. Fractura, dureza y perfiles de aceros.
7. Productos cerámicos.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se organiza un viaje de prácticas de 2 días duración en coordinación con el resto de asignaturas de segundo curso.

Sistemas de Representación [2006]

2º curso, común, anual, 4 h/semana (2 teóricas y 2 prácticas), 120 h/año, 12 créditos.

Prerrequisitos: *Dibujo Técnico* [1107]

Objetivos docentes

Se pretende que el alumno culmine su formación en la representación gráfica de sus ideas, la posibilidad de expresarse por medio de planos y dibujos, al tiempo que queda facultado para

interpretar los ajenos, con fidelidad y de forma inequívoca. Las prácticas de CAD completan su formación, con las nuevas tecnologías, tanto para la representación como para el trabajo en equipo.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. SISTEMA DIÉDRICO

Tema 1. Introducción

Puntos, rectas y planos.

Tema 2. Incidencia, paralelismo y perpendicularidad.

Tema 3. Abatimientos, distancias y ángulos.

Tema 4. Representación de figuras planas.

Tema 5. Triedros.

Tema 6. Cambio de plano. Giros

PARTE II. PLANOS ACOTADOS

Tema 7. Introducción

Punto, recta y plano.

Tema 8. Intersecciones, paralelismo y perpendicularidad.

Tema 9. Abatimientos, distancias y ángulos.

Tema 10. Representación de líneas planas, superficies y cuerpos.

Tema 11. Cubiertas de edificios.

Tema 12. Superficies topográficas.

Obras lineales, plataformas, acuerdos.

Tema 13. Introducción a la cartografía.

PARTE III. AXONOMÉTRICA

Tema 14. Introducción.

Tipos de perspectiva Axonométricas.
Representación de puntos, rectas y planos.

Tema 15. Intersecciones, paralelismo y perpendicularidad.

Tema 16. Abatimientos, distancias y ángulos.

Tema 17. Representación de figuras planas.

PARTE IV. CABALLERA

Tema 18. Introducción.

Definición de la P. Caballera. Representación de puntos, rectas y planos.

Tema 19. Intersecciones, paralelismo y perpendicularidad.

Tema 20. Abatimientos, distancias y ángulos.

Tema 21. Representación de figuras planas.

PARTE V. AMPLIACIÓN DE GEOMETRÍA MÉTRICA

Tema 22. Poliedros.

Prismas, pirámides, prismatoides, prismoides.
Regulares, semirregulares y estrellados.

Tema 23. Curvas planas y alabeadas.

Tema 24. Superficies.

Introducción. Regladas desarrollables.
Regladas alabeadas. Cuádricas. Superficies de revolución.

CLASES PRÁCTICAS

Simultaneándolas con las clases teóricas, consistirán en la ejecución de ejercicios y problemas programados para alcanzar el nivel de entrenamiento y destreza que permita al alumno plasmar sus conocimientos de manera gráfica.

CLASES DE LABORATORIO

- 1. Introducción al CAD.** El programa AutoCAD. Instrucciones de dibujo y de edición o modificación. Prototipos.
- 2. Modos de referencia.** Ayudas al dibujo.
- 3. Textos y acotaciones.** Capas. Colores. Tipos de línea. Estilos de texto y de acotación.
- 4. Bloques, atributos y referencias externas.** Inclusión de dibujos o imágenes de raster, fotografías, objetos OLE.
- 5. Espacio papel.** Presentaciones. Preparación de la salida del dibujo por impresora o plotter.



Tercer Curso

- Carga lectiva de tercer curso: 870 horas
- Asignaturas comunes obligatorias: 7 anuales

Ecuaciones Diferenciales y Calculo Numerico [3005]

3er. curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Prerrequisitos: *Análisis Matemático* [2003]

Objetivos docentes

Esta asignatura tiene como objetivo proporcionar al alumno la base necesaria para poder resolver mediante modelos matemáticos y numéricos los problemas que se plantean en las asignaturas de los cursos superiores de la carrera. Los problemas ingenieriles que se plantean en estos cursos se plasman en modelos matemáticos, para los cuales no siempre se puede obtener una solución analítica, por lo que se recurre, bien a simplificar el problema, bien a resolverlo mediante un modelo

numérico. Como ejemplos de temas en los que se aplicarán las técnicas de modelización de esta asignatura, pueden mencionarse el cálculo mediante elementos finitos de estructuras, el análisis de deformabilidad y rotura de geoestructuras y cimentaciones, la hidrodinámica de cuaces abiertos y marítima, los problemas de transporte de contaminantes en ingeniería ambiental, etc.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES

Tema 1. Introducción a las Ecuaciones en Derivadas Parciales

Definiciones. Ejemplos. Propiedades. Condiciones auxiliares. Clasificación.

Tema 2. Ecuaciones de evolución

Ecuación de difusión. Dedución. Condiciones de contorno e inicial. Ecuación de ondas. Dedución. Condiciones de contorno e iniciales

Tema 3. Problemas mixtos 1D. Método de Fourier

Problemas mixtos en la ecuación de difusión 1D. Existencia, unicidad y dependencia de los datos. Problema mixto en la ecuación de ondas 1D. Existencia, unicidad y dependencia de los datos

Tema 4. Problemas de Cauchy 1D

Problema de Cauchy en la ecuación de difusión. Existencia, unicidad y dependencia de los datos. Medios semi-indefinidos. Problema de Cauchy en la ecuación de ondas. Existencia, unicidad y dependencia de los datos. Medios semi-indefinidos

Tema 5. Métodos de diferencias finitas

Esquemas implícitos y explícitos en problemas de difusión. Métodos de tres niveles temporales en problemas de ondas

Tema 6. Soluciones estacionarias. Medios 2D y 3D

Fórmulas de Green. Funciones de Green. Funciones armónicas. Métodos de diferencias finitas en cartesianas y polares

Tema 7. Teoría espectral. Funciones especiales

Ecuación y funciones de Bessel. Ecuación y funciones de Legendre. Ecuación y funciones cilíndricas. Problemas de Cauchy en 2D y 3D. Método de diferencias finitas.

Tema 8. Cálculo de variaciones

Ecuación de Euler. Convexidad. Aplicaciones.

Tema 9. Energía finita. Ecuaciones variacionales

Espacios de energía finita. Ecuaciones variacionales. Aplicaciones. Otras formulaciones variacionales. Método de Galerkin. Convergencia

Tema 10. Métodos de elementos finitos

Elemento finito N simplex tipos. Elemento finito N rectángulo tipos. Elemento finito N cuadrilátero tipos.

**Tema 11. Tratamiento variacional de problemas de difusión**

Método de semidiscretización. Convergencia.
Método de discretización. Convergencia.

Tema 12. Tratamiento variacional de problemas de ondas

Método de semidiscretización. Convergencia.
Método de discretización. Convergencia.

PARTE II CÁLCULO NUMÉRICO**Tema 13. Interpolación y aproximación numérica de funciones.**

Polinomios de Lagrange. Interpolación de Hermite. Interpolación con polinomios a trozos: Splines. Interpolación con Elementos finitos. Análisis del error. Introducción a los métodos de refinamiento h y p . Método de Aitken.

Tema 14. Aproximaciones uniformes.

Polinomios de Tchebichef. Métodos aproximados. Economización de polinomios. Obtención de aproximaciones uniformes.

Tema 15. Aproximaciones en media cuadrática.

Polinomios ortogonales. Aproximaciones con condiciones. Aproximaciones con polinomios a trozos. Splines. Aproximaciones con Elementos finitos.

Tema 16. Integración y derivación numérica.

Fórmulas de integración: grado de precisión, pesos y abscisas. Fórmulas de integración de Gauss y de Newton-Cotes. Integración de Romberg. Integración en dos y tres dimensiones. Derivación numérica

Tema 17. Ecuaciones hiperbólicas de primer orden

Ecuaciones lineales. La ecuación del transporte convectivo. Líneas características. Discontinuidades. Ecuaciones no lineales. Ondas de rarefacción, de choque y de contacto. Esquemas en diferencias finitas. Análisis de estabilidad. Amortiguamiento y dispersión numérica. Método de elementos finitos

Tema 18. Resolución numérica de los sistemas de ecuaciones no lineales.

Bisección. Interpolación. Métodos de iteración en un punto. Método de Newton-Raphson. Raíces de polinomios.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y

resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- 1. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales.** Métodos numéricos directos e iterativos. Método de Gauss. Método de Gauss-Jordan. Descomposición triangular LU. Variantes de Doolittle y Crout. Método de Cholesky. Métodos de Jacobi, Gauss-Seidel y Sobrerrelajación. Métodos iterativos basados en la obtención del mínimo de formas cuadráticas. Método del gradiente conjugado y sus variantes. Estudio de la aplicación a matrices dispersas.
- 2. Cálculo de valores y vectores propios.** Obtención de la ecuación característica: métodos de interpolación, Krylov, Leverrier, Souriau y otros. Obtención de un autovalor: métodos de la potencia iterada y de la potencia iterada inversa. Deflacción matricial: deflacción de Hotelling y Wielandt. Matrices simétricas: métodos de Jacobi, Givens, Householder. Estudio de la aplicación a matrices dispersas.
- 3. Tratamiento matricial del método de diferencias finitas.** Métodos de diferencia finitas en problemas elípticos en coordenadas cartesianas. Métodos de diferencia finitas en problemas elípticos en coordenadas polares

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

- DE LA ROSA, E. (1999);** *Modelos diferenciales y numéricos en la Ingeniería*; Editorial Bellisco; Madrid
- DUCHATEAU, P; ZACHMAN, D.W. (1986);** *Ecuaciones diferenciales parciales*; McGRAW-HILL; México
- PUY, J. (1985);** *Algoritmos numéricos en Pascal*; Servicio de Publicaciones de la Revista de Obras Públicas; Madrid
- KINCAID, D. ; CHENEY, W. (1994);** *Análisis numérico*; Addison Wesley Iberoamericana.
- DE LA FUENTE, J.L; (1993);** *Tecnologías computacionales para sistemas lineales de ecuaciones. Optimización lineal y entera*; Editorial Reverté



Estadística [3004]

3er. curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura pretende inculcar al alumno el pensamiento estadístico, como forma de aproximación a la realidad, para comprenderla en toda su extensión y ejercer el mejor control posible del medio natural sobre el que ha de intervenir, con

vistas a maximizar la eficiencia de sus actuaciones. Para ello, se tratan las materias relacionadas tanto con el concepto de probabilidad y la teoría de variable aleatoria, como la teoría de muestras y la inferencia estadística.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I: PROBABILIDAD Y TEORÍA DE VARIABLE ALEATORIA

Tema 1. Introducción a los conceptos de probabilidad y estadística

La interpretación de la realidad. Antecedentes históricos. Estadística, Probabilidad y Estadística Matemática. La Estadística en el campo de la Ingeniería Civil.

Tema 2. Sucesos y probabilidad

Experimento aleatorio y sucesos. Concepto de probabilidad. Fundamentos matemáticos de la Teoría de Probabilidad. Teoremas del cálculo de probabilidades.

Tema 3. Variable aleatoria unidimensional

Función de distribución. Función de cuantía. Función de densidad. Transformación de variables aleatorias. Momentos de una variable aleatoria. Función característica. Función generatriz.

Tema 4. Variable aleatoria bidimensional

Función de distribución. Función de cuantía. Función de densidad conjunta. Funciones marginales. Relación entre variables aleatorias. Momentos. Esperanza, varianza y covarianza.

Tema 5. Variables aleatorias n-dimensionales

Función de distribución conjunta. Distribuciones marginales. Distribuciones condicionales. Independencia de variables. Variables aleatorias discretas. Variables aleatorias continuas.

Tema 6. Regresión y correlación

Relación entre variables aleatorias. Curva de regresión. Varianza residual y error cuadrático medio. Coeficiente de correlación. Regresión lineal.

Tema 7. Modelos de probabilidad discretos

Variable aleatoria de Dirac. Variable aleatoria uniforme o difusa. Variable aleatoria de Benouilli o docotómica. Variable aleatoria

binomial. Variable aleatoria hipergeométrica

Variable aleatoria de Pólya o de contagio.

Variable aleatoria geométrica. Variable aleatoria

binomial negativa. Variable aleatoria

multinomial. Variable aleatoria de Poisson.

Tema 8. Modelos de probabilidad continuos

Variable aleatoria Normal. Variables aleatorias

deducidas de la normal. Variable aleatoria

Gamma. Variables aleatorias deducidas de la

gamma. Otras variables aleatorias continuas.

Tema 9. Sucesiones y series de variables aleatorias

Tipos de convergencia. Ley de los grandes

números y leyes límite. Ley fuerte de los

grandes números. Ley débil de los grandes

números. Teorema del límite central.

Tema 10. Sucesiones y procesos de variables aleatorias no independientes

Tipos de sucesiones y procesos. Sucesiones

de variables aleatorias discretas. Cadenas de

Markov.

PARTE II. TEORÍA DE MUESTRAS E INFERENCIA ESTADÍSTICA

Tema 11. Teoría de muestras

Población y muestras. Tipos de muestreo.

Función de verosimilitud. Momentos y

estadísticos muestrales.

Tema 12. Teoría de la estimación

Definición de estimador. Error o riesgo de un

estimador. Propiedades de los estimadores.

Estimadores centrados y sesgados. Eficiencia

de un estimador. Consistencia de un estimador.

Estimadores suficientes. Teorema de Rao-

Blackwell. Otras propiedades de los

estimadores .

Tema 13. Construcción de estimadores i. Estimación puntual

Método de los momentos. Método de la

máxima verosimilitud. Estimador de Bayes.

**Tema 14. Construcción de estimadores ii.****Estimación por intervalos**

Concepto de intervalo de confianza.
 Construcción de intervalos de confianza.
 Intervalos de confianza para parámetros de distribuciones normales. Intervalos de confianza para parámetros de distribuciones no normales.

Tema 15. Contraste de hipótesis. Principios básicos

Hipótesis estadísticas. Principio básico del contraste de hipótesis. Regiones críticas y errores del contraste. Teorema de Neyman-Pearson. Ensayos de una o dos colas.
 Hipótesis compuestas.

Tema 16. Contrastes más habituales I. Test de adherencia, tablas de contingencia y otros

Test de adherencia. Test de normalidad de Dixon para muestras pequeñas. Contrastes del tipo $\theta = \theta_0$. Contrastes apoyados en la distribución de la media muestral. Tablas de contingencia. Test de homogeneidad y de independencia.

Tema 17. Contrastes más habituales II. Análisis de la varianza

Agrupamiento. Bloques aleatorizados.
 Cuadrados latinos .

Tema 18. Contrastes más habituales III.**Regresión muestral**

Modelo general de la regresión lineal simple de Y en x. Cálculo de los estimadores "a" y "b".
 Esperanza y varianza de las variables aleatorias A y B. Distribución de probabilidad de las variables aleatorias A y B. Contrastes.
 Intervalo de confianza para estimaciones del valor medio. Intervalo de confianza para una estimación puntual. Independencia de las E_i . El caso particular de las series temporales.

Tema 19. Contrastes más habituales IV. Estadística no paramétrica

Contrastes no paramétricos del tipo χ^2 . Test de Kolmogorov-Smirnov. Los contrastes no paramétricos para pruebas del tipo $\theta = \theta_0$. Test de las rachas. Test de los signos.

Tema 20. Construcción de regiones críticas por simulación

Limitaciones del planteamiento convencional.
 Características y descripción del nuevo método.
 Aplicación al caso de $n=1.000$.

Tema 21. Dimensionamiento de muestras

Estimación de proporciones de la población.
 Estimación de índices medios. Muestreo

estratificado.

Tema 22. Régimen extremal de variables aleatorias

Variable aleatoria posición n-ésima en una muestra aleatoria simple de tamaño n. Máximo valor característico. Asíntota del valor máximo de la variable exponencial. Esperanza y varianza del valor máximo de una variable exponencial. Postulado de estabilidad. Ley de Gumbel. Segunda y tercera asíntotas del postulado de estabilidad. Período de retorno. Garantía contra un valor excesivo

Tema 23. Variables aleatorias regionalizadas

Caracterización del fenómeno aleatorio.
 Estimación y error. Krigeage.

CLASES PRÁCTICAS

Simultaneándolas con las clases teóricas, consisten en la ejecución de ejercicios y problemas orientadas a instruir al alumno en la aplicación de los conocimientos teóricos centrados en la selección y formulación del modelo matemático que habrá de permitir alcanzar la solución correcta.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las clases de laboratorio se orientan al aprendizaje de las técnicas de operación y cálculo en casos reales. No existen limitaciones en el planteamiento de los problemas y el alumno se familiariza con las herramientas informáticas que más adelante habrá de utilizar en el desarrollo de su labor profesional.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

MURUZÁBAL, J.J. (2003); *Elementos de estadística aplicada. Cálculo de probabilidades y teoría de variable aleatoria*; Servicio de Publicaciones, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

MURUZÁBAL, J.J. (2004); *Elementos de estadística aplicada. Teoría de muestras e inferencia estadística*; Servicio de Publicaciones, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

SAN MIGUEL, J.M. (1990); *Estadística radical*; Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.



Electricidad y Electrotécnia [3020]

3º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de esta asignatura es permitir al alumno: (1) conocer las leyes físicas que gobiernan el comportamiento del campo electromagnético, como base fundamental para la comprensión del funcionamiento de los equipos, máquinas e instalaciones eléctricas; (2) dominar la teoría de los circuitos eléctricos en corriente continua y corriente alterna y sistemas polifásicos, para poder analizar con posterioridad cualquier tipo de red eléctrica; (3) identificar cualquier tipo de máquina eléctrica conociendo sus aspectos básicos constructivos. Comprender las leyes físicas de generación de f.e.m. y el funcionamiento del circuito magnético; (4) conocer el funcionamiento del

transformador de potencia y sus aplicaciones en las instalaciones de obra, urbanizaciones, etc.; (5) conocer el funcionamiento y aplicaciones de los motores de inducción; (6) Comprender el funcionamiento cualitativo de las máquinas síncronas y los motores de corriente continua; (7) describir los tipos básicos de Centrales eléctricas: hidráulicas, térmicas y nucleares; (8) estar capacitados para diseñar una red eléctrica de distribución de obra y urbanizaciones; (9) conocer los diferentes tipos de lámparas eléctricas y sus aplicaciones más importantes; y (10) saber realizar el proyecto de un alumbrado interior y diseñar un alumbrado público.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ELECTROMAGNETISMO

Tema 1. Leyes generales del campo electromagnético

Magnitudes fundamentales. Densidad de carga volumétrica. Campo eléctrico. Densidad de corriente. Desplazamiento eléctrico, polarización, permitividad. Inducción magnética. Campo magnético, imanación, permeabilidad. Ley de conservación de la carga. Ecuación de continuidad. El campo electromagnético. Fuerza de Lorentz. Ecuaciones de Maxwell. Caracterización de los medios. Interpretación física de las ecuaciones de Maxwell.

Tema 2. Divisiones del electromagnetismo

Electrostática. Campo electrostático y potencial escalar. Capacidad y condensadores. Resistencia eléctrica. Electrocínética. Generadores de fuerza electromotriz. Magnetostática. Campo magnético. Inducción y potencial vector. Inductancia. Coeficientes de autoinducción e inducción mutua. Campos electromagnéticos variables. Corriente de desplazamiento y campo magnético. Ley de Faraday. Voltaje y diferencia de potencial. F.e.m.s. de autoinducción e inducción mutua. Convenio de punto. Ondas electromagnéticas. Potenciales retardados. Campos cuasiestacionarios. Balance energético en el campo electromagnético.

PARTE II. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Tema 3. Introducción a la teoría de los circuitos eléctricos

Variables que intervienen en el estudio de los circuitos eléctricos. Convenios de signos. Corriente eléctrica. Tensión. Diferencia de potencial. Potencia eléctrica. Elementos activos ideales. Fuentes o generadores. Tipos de excitación y formas de onda. Ondas periódicas: valores asociados. Elementos pasivos. Resistencia. Bobina. Inductancia. Condensador. Impedancia y admitancia operacional. Topología de redes: conceptos fundamentales. Lemas de Kirchhoff. Elementos activos reales. Asociación de elementos pasivos. Asociación y transformación de fuentes. Equivalencia estrella-triángulo. Teorema de Kennelly. Análisis de circuitos por el método de las mallas. Análisis de circuitos por el método de los nudos. Principio de superposición. Teoremas de Thévenin y Norton

Tema 4. Circuitos de corriente alterna sinusoidal

Onda sinusoidal: generación y valores asociados. Representación compleja. Derivada e integral. El dominio del tiempo y de la frecuencia. Respuesta sinusoidal de los elementos pasivos. Impedancia y admitancia compleja. Análisis de circuitos en régimen permanente sinusoidal. Potencia en un circuito eléctrico en régimen de corriente alterna sinusoidal. Potencia compleja. Factor de potencia: importancia práctica. Corrección del factor de potencia. Medida de la potencia en



corriente alterna Transferencia máxima de potencia. Resonancia en corriente alterna

Tema 5. Circuitos trifásicos

Generación de tensiones trifásicas. Conexión en estrella equilibrada. Conexión en triángulo equilibrado. Cargas desequilibradas. Potencia en sistemas trifásicos. Corrección del f.d.p. Medida de la potencia en sistemas trifásicos. Transporte de energía eléctrica: ventaja de los sistemas trifásicos frente a los monofásicos.

PARTE III. MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Tema 6. Circuitos magnéticos y conversión de energía.

Materiales magnéticos. Diamagnetismo. Paramagnetismo. Ferromagnetismo y ciclo de histéresis. Leyes de los circuitos magnéticos. Energía y coenergía magnética. Pérdidas de energía en los núcleos ferromagnéticos. Pérdidas por histéresis. Pérdidas por corrientes de Foucault. Consecuencias tecnológicas. Circuitos magnéticos excitados con corriente alterna. Conversión de energía en sistemas magnéticos con movimiento de traslación. Electroimanes. Conversión de energía en sistemas magnéticos con movimiento de rotación.

Tema 7. Principios generales de las máquinas eléctricas

Elementos básicos de las máquinas eléctricas. Colector de delgas y colector de anillos. Devanados. Pérdidas y calentamiento. Potencia asignada o nominal. Tipos de servicio. Rendimiento. F.m.m. y campo magnético en el entrehierro de una máquina eléctrica. Campos giratorios. Teorema de Ferraris. Teorema de Leblanc. F.e.m. inducida en un devanado de una máquina eléctrica. Factores que afectan a la f.e.m. inducida en un devanado. Armónicos de f.e.m.: origen y eliminación. Clasificación general de las máquinas eléctricas. Análisis cualitativo de las principales máquinas eléctricas.

Tema 8. Transformadores

Principales aspectos constructivos. Principio de funcionamiento de un transformador ideal. Funcionamiento de un transformador real. Circuito equivalente de un transformador. Ensayos del transformador. Caída de tensión en un transformador. Pérdidas y rendimiento de un transformador. Corriente de excitación o de vacío de un transformador. Armónicos de la corriente de vacío. Corriente de conexión de un transformador. Transformadores trifásicos. Generalidades. Armónicos en las corrientes de excitación de transformadores trifásicos. Conexiones de los transformadores trifásicos. Acoplamiento en paralelo de transformadores.

Autotransformadores. Transformadores con tomas. Transformadores de medida.

Tema 9. Maquinas asíncronas o de inducción

Aspectos constructivos. Principio de funcionamiento. Circuito equivalente del motor asíncrono. Ensayos del motor asíncrono Balance de potencias. Par de rotación. Modos de funcionamiento de las máquinas asíncronas. Arranque. Motor de inducción monofásico.

PARTE IV. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Tema 10. Centrales eléctricas

Descripción general de un sistema eléctrico de potencia. Centrales Termoeléctricas. Centrales Nucleares. Centrales en España. Características del consumo. Reparto de cargas.

Tema 11. Líneas eléctricas

Tipos de Líneas y conductores eléctricos. Parámetros. Cálculo de la sección de los conductores. Criterios de máxima elevación de temperatura y máxima caída de tensión. Cálculo de líneas de transporte de corriente continua Cálculo de líneas de transporte de corriente alterna Cálculo de redes de distribución. Determinación de la carga de una instalación eléctrica. Instalaciones Industriales. Instalaciones en viviendas. Centros de Transformación.

Tema 12. Luminotecnia e instalaciones de alumbrado

Naturaleza de la luz. Magnitudes y unidades de medida. Diagramas y gráficos fotométricos. Coordenadas fotométricas y gráficos polares de distribución luminosa. Lámparas de incandescencia. Lámparas de descarga. Lámparas especiales. Proyecto de alumbrado de interiores. Proyecto de alumbrado de exteriores. Alimentación y control de las instalaciones de alumbrado. Alumbrado de viviendas. Alumbrado público.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- 1. Aparatos e instrumentos de medida.**
- 2. Medidas eléctricas I:** Medidas de tensión, corriente y potencia en corriente continua y corriente alterna
- 3. Circuitos:** Circuitos de corriente continua
Circuitos de corriente alterna



4. **Medidas eléctricas II:** Osciloscopio y rectificación.
4. **Aparamenta:** maniobra y protección.
5. **Automatismo:** control y protección de motores.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

FRAILE MORA, J. (2005); *Electromagnetismo y circuitos eléctricos*; McGraw-Hill Interamericana de España.

FRAILE MORA, J. (2003); *Máquinas eléctricas*; McGraw-Hill Interamericana de España.

FRAILE MORA, J., FRAILE ARDANUY, J., HERRERO, N., GARCÍA, P. (2004); *Ejercicios resueltos de electromagnetismo y circuitos eléctricos*; Servicio de publicaciones de la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

FRAILE MORA, J., FRAILE ARDANUY, J. (2005); *Problemas de máquinas eléctricas*; McGraw-Hill Interamericana de España.

Resistencia, Elasticidad y Plasticidad [3125]

3er. curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 práctica), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Tras el estudio de la parte de Resistencia de Materiales el alumno deberá (1) determinar, en una sección arbitraria (homogénea o no) sometida a esfuerzos, la distribución de las tensiones que se producen; (2) calcular la respuesta elástica y lineal, medida ésta en términos de movimientos, deformaciones, reacciones y esfuerzos, de estructuras planas sencillas, compuestas de barras y vigas, tanto rectas como curvas, sometidas a acciones arbitrarias (térmicas, movimientos impuestos y cargas permanentes y sobrecargas,, fijas y móviles) y (3) aplicar métodos energéticos al cálculo anterior de estructuras simples. Tras el estudio de la parte de Elasticidad, el alumno deberá: (1) comprender el carácter tensorial de las deformaciones y tensiones en un punto de un sólido elástico 2-D y 3-D y su representación

en distintos ejes de coordenadas, (y en particular según las direcciones principales); (2) plantear un problema elástico y comprobar su solución, en diferentes ejes de coordenadas y (3) conocer la solución elástica de problemas elásticos clásico y compara dicha solución con las aproximadas de la Resistencia de Materiales. Finalmente, tras la parte de Plasticidad, el alumno deberá: (1) conocer de forma elemental el comportamiento de materiales plásticos (rígido-plástico y elasto-plásticos), el concepto de ductilidad y como consecuencia de dicho comportamiento, la redistribución tensional que se produce en secciones y en estructuras sencillas y (2) obtener las cargas de agotamiento plástico de vigas y pórticos simples

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. RESISTENCIA DE MATERIALES

Tema 1. Conceptos fundamentales

Estructura. Acción, esfuerzo, tensión y deformación. Hipótesis de la Resistencia de Materiales. Concepto de viga. Rebanada y fibra. Tipos de vigas. Apoyos y coacciones

Tema 2. Relaciones estáticas

Ecuaciones de equilibrio. Relaciones entre acciones y esfuerzos. Método de las secciones. Ecuaciones de equilibrio de la rebanada. Relaciones entre esfuerzos y tensiones en una rebanada. Axil, flector, cortante y torsor. Núcleo central

Tema 3. Relaciones de compatibilidad.

Hipótesis de Navier y Bernoulli. Movimientos y deformaciones en una fibra, rebanada y viga.

Fórmulas de Bresse. Aplicación a las vigas rectas con plano de simetría. Teoremas de Mohr. Vigas conjugadas.

Tema 4. Ecuaciones constitutivas.

Ensayos de una material bajo axil y cortante. Módulo de elasticidad. Coeficiente de Poisson. Diagramas tensión-deformación. Ecuaciones constitutivas de la rebanada. Secciones no homogéneas. Temperatura

Tema 5. Estudio de los distintos elementos (I)

La barra sometida a esfuerzo axil. Esfuerzos y movimientos en sistemas isostáticos. Barras hiperestáticas. Métodos de las fuerzas o de la flexibilidad y de los movimientos o de la rigidez. Acciones térmicas. Barras en medio elástico.

Tema 6. Estudio de los distintos elementos. (II)

La viga a flexión. Esfuerzos y movimientos en sistemas isostáticos. Vigas hiperestáticas.



Métodos de las fuerzas y de los movimientos. Acciones térmicas. Vigas continuas. Vigas de sección variable. Ecuación de la elástica. Vigas en medio elástico

Tema 7. Teoremas energéticos.

Trabajo exterior y exterior complementario. Energía de deformación normal y energía complementaria. Principio de los trabajos virtuales. Aplicaciones. Teorema de la fuerza y del movimiento unidad. Teoremas de Castigliano. Teoremas de la energía mínima y de la energía potencial total.

Tema 8. Pórticos.

Clasificación. Pórticos isostáticos e hiperestáticos. Pórticos de nudos fijos y desplazables. Simetría y antisimetría. Marcos

Tema 9. Líneas de influencia.

Aplicación de los teoremas de reciprocidad. Planteamiento dual. Liberalización estructural.

Tema 10. Arcos

Arcos. Antifunicular de cargas. Estructuras de arcos y vigas. Anillos.

Tema 11. Problemas no lineales.

La viga columna. Pandeo elástico.

PARTE II. PLASTICIDAD

Tema 12. Introducción.

Hipótesis básicas. Comportamiento real de los materiales. Material elásto-plástico. Material plástico ideal. Carga y descarga

Tema 13. Comportamiento de la rebanada sometida a flexión pura.

Secciones simétricas. Factor de forma. Secciones asimétricas. Tensiones residuales. Diagramas momento-curvatura. Concepto de rótula plástica ideal

Tema 14. Comportamiento de la rebanada sometida a flexión simple.

Sección rectangular. Sección en doble T. Comportamiento de la rebanada sometida a flexión compuesta, tracción o compresión compuestas. Determinación de diagramas momento-curvatura de rebanadas sometidas a M-N. (Estado proporcional, estado axil constante).

Tema 15. Cálculo plástico de vigas

Factor de carga. Coeficiente de seguridad a la rotura. Vigas isostáticas e hiperestáticas. Estudio de los diferentes tipos de vigas. Ménsula. Viga biapoyada. Aplicación del diagrama momento-curvatura. Zonas parcialmente plastificadas. Viga empotrada apoyada. Viga biempotrada. Vigas continuas.

Tema 16. Cálculo de flechas y giros en vigas hiperestáticas

Método exacto. Redistribución de momentos. Métodos aproximados. Formación sucesiva de

rótulas. Determinación de flechas y giros al producirse la última rótula. Carga y descarga

Tema 15. Plastificación de pórticos simples

Mecanismos completos, incompletos y supercompletos. Condiciones de agotamiento de una estructura. Método estático. Método de los trabajos virtuales.

PARTE III. ELASTICIDAD

Tema 16. Conceptos fundamentales

Sólido elástico. Tensión de Cauchy. Ecuaciones de equilibrio interno. Condiciones estáticas en el contorno. Tensor de tensiones. Tensiones principales. Tensiones normales y tangenciales.

Tema 17. Movimientos y deformaciones.

Relaciones cinemáticas. Deformación normal y tangencial. Tensor de deformaciones. Deformaciones principales. Ecuaciones de compatibilidad. Casos especiales.

Tema 18. Ecuaciones constitutivas de un material.

Fórmulas de Hooke. Fórmulas de Lamé. Materiales isótropos y anisótropos. Materiales homogéneos y heterogéneos. Constantes elásticas. Generalización. Materiales hiperelásticos. Plasticidad.

Tema 19. Planteamiento local del problema elástico.

Formulación en movimientos y fuerzas. Ecuaciones de Lamé. Función de tensión. Ecuaciones de compatibilidad en tensiones.

Tema 20. Planteamiento global del problema elástico en movimientos.

Formulación variacional. Principio de los trabajos virtuales. Formulación energética. Principio de la energía potencial total mínima. Unicidad de la solución. Principio de Saint Venant. Formulación dual en tensiones. Técnicas de cálculo. Método de Rayleigh-Ritz.

Tema 21. Estudio de la torsión.

Formulación en fuerzas. Función de Prandtl. Formulación en movimientos. Alabeo. Aplicación a la determinación de la rigidez torsional de secciones simples. Fórmulas aproximadas. Analogía de la membrana.

Tema 22. Elasticidad plana.

Tensión y deformación plana. Función de Airy. Circulo de Mohr. Líneas isostáticas, isobaras, isoclinas etc. Puntos singulares. Aplicaciones de la función de Airy.

Tema 23. Elasticidad plana en coordenadas polares.

Tubo de pared gruesa. Cuña en voladizo. Problema de Boussinesq.

**Tema 24. Problemas especiales.**

Entalladuras. Orificios. Concentración de tensiones

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

SAMARTÍN, A. (1995); *Resistencia de Materiales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SAMARTÍN, A. (1990); *Curso de Elasticidad*, Editorial Bellisco

BENITO, C. (1975); *Curso de Plasticidad*, Editorial Dossat

Geología Aplicada [3126]

3er. curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que el alumno obtenga: (1) conocimientos suficientemente profundos de las Ciencias Geológicas, fundamentalmente en las ramas de Geodinámica Externa e Interna, Petrología y Mineralogía, Paleontología y Geología Histórica, (2) manejo de los conceptos geológicos con soltura y destreza que permitan conocer la importancia de la interacción del medio geológico con las obras públicas en sus fases de viabilidad, diseño, construcción y explotación, (3) predecir y razonar comportamientos y respuestas del terreno y de

las obras públicas en su interacción, (4) desarrollar una confianza suficiente en los conceptos adquiridos en el curso para enlazarlos con el resto de las asignaturas de cursos posteriores de carácter puramente técnico entendiendo los condicionantes técnicos que puede aportar el conocimiento de las características geológicas del entorno, y (5) comprensión realista y experimental de la problemática geológica en las obras públicas, fundamentalmente españolas.

Programa**CLASES TEÓRICAS****PARTE I. GEODINÁMICA INTERNA Y EXTERNA****Tema 1. Constitución del Globo. Tectónica y Geología Estructural**

Estructura y composición de la Tierra. Tectónica de Placas. Epigénesis y orogénesis. Vulcanismo. Terremotos. Ingeniería sísmica. Los pliegues. Fracturas y fallas. Estilos tectónicos. Estudios a efectos ingenieriles.

Tema 2. Geomorfología

El ciclo externo. Procesos y formas. La meteorización. Modelado. El Paisaje. Importancia y significado para las obras públicas. Glaciarismo y periglaciarismo: El glaciarismo cuaternario y actual en España. Materiales y consecuencias en las obras. Inestabilidades de ladera: Causas y consecuencias. Tipología. Prevención, sistemas de control y corrección.

Tema 3. Los ríos

Redes fluviales. Acción fluvial. Perfiles longitudinales. Capturas fluviales. Terrazas

fluviales. Torrentes. Materiales y consecuencias para la ingeniería.

Tema 4. Lagos. Acción del mar. Acción del viento. Acción biológica.

Lagos: Vida y estabilidad de un lago. Tipos de lagos. Acción del mar: Formas de erosión y relleno. Estudio monográfico de algunos tipos costeros. Geotecnología marina. Acción del viento. El modelado de las regiones áridas. Problemas geotecnológicos.

Acción biológica: suelos. Su formación y clases. Conservación.

PARTE II. PETROLOGÍA**Tema 5. Cristalografía y mineralogía**

Introducción a la cristalografía. Estructura de los cristales. Sistemas cristalográficos. Propiedades de minerales. Clasificaciones. Formas de estudio. Importancia para la ingeniería. Silicatos: sílices, silicatos de aluminio. Fesdespatos y feldespatoides. Micas. Piroxenos y anfíboles. Minerales metálicos. Minerales energéticos.

**Tema 6. Rocas. Las rocas endógenas**

El ciclo petrográfico. Propiedades de las rocas. Clasificación de las rocas. Rocas intrusivas: origen y forma de yacimiento. Características. Clasificación. El granito y las rocas de su familia. Comportamiento de las rocas granitoideas en obras públicas y en la construcción. Rocas filonianas.

Tema 7. Rocas volcánicas

Origen y forma de yacimiento. Sus clases. Rocas volcánicas en la ingeniería. Rocas volcánicas en España.

Tema 8. Rocas metamórficas

El metamorfismo y sus facies. Estructuras y texturas. Tipos de rocas metamórficas. Paisaje, materiales y obras en estos tipos pétreos.

Tema 9. Rocas sedimentarias

Gestación, características y clasificación. Rocas de origen detrítico: conglomerados, areniscas y limos. Rocas arcillosas. Paisaje. Distribución en España. Materiales y comportamiento en obras.

Tema 10. Rocas carbonatadas. Los yesos

Minerales, origen y clasificación. Calizas. Dolomías. Margas. Distribución en España. Modelado y paisaje. El karst. Empleo como materiales y consecuencias ingenieriles en las obras. Los Yesos: Paisaje y modelado. Los terrenos españoles con yeso. Los yesos como material. Comportamiento en obra. Las rocas selenitosas ante el agua.

PARTE III. GEOLOGÍA HISTÓRICA**Tema 11. La Paleontología como ciencia**

Los fósiles. Su valor estratigráfico. La evolución. El fósil en los problemas de Geología Aplicada. Uso de la micropaleontología. Celentéreos. Equinodermos. Gusanos. Artrópodos. Briozoos. Braquiópodos. Moluscos. Lamelibranquios. Gasterópodos. Cefalópodos. Vertebrados.

Tema 12. Geología histórica

Generalidades. Cronología relativa y absoluta: métodos de datación. Divisiones croestratigráficas. Era Arcaica. Paleozoico: definición y límites. Paleogeografía y divisiones. Facies, fauna y gea. Paisaje. Materiales y obras en cada sistema. Paleozoico en España.

Tema 13. El Mesozoico

Triásico, Jurásico y Cretácico. Definición y límites. Paleogeografía. Facies, fauna y gea. Paisaje. Materiales y obras en cada sistema. Mesozoico en España.

Tema 14. El Terciario: Paleógeno y Neógeno

Definición y límites. Tectónica. Facies, fauna y gea. El Terciario en España. Aspectos de aplicación ingenieril. Terciario en España.

Tema 15. El Cuaternario

Definición y división del Cuaternario. Sedimentos. Glaciaciones. Terrazas fluviales. Aspectos de aplicación ingenieril. Cuaternario en España,

PARTE IV. APLICACIONES**Tema 16. Investigaciones directas del terreno**

Rozas. Pozos y galerías. Los sondeos: su empleo. Métodos de perforación con sonda. Análisis de un sondeo: datos que pueden extraerse. Usos en diversos tipos de obras.

Tema 17. La prospección geofísica

Criterios básicos. Fases. Interpretación. Métodos: sísmicos, eléctricos, electromagnéticos, etc. Geofísica en obras públicas

Tema 18. Cartografía geológica para las Obras Públicas. Remote sensing

Metodología. Análisis topográfico y morfológico. Reconocimiento de campo. El mapa geológico en Obras Públicas. Cortes geológicos. La fotogeología: modus operandi. Los tipos pétreos, las estructuras y su visión estereoscópica. Otras representaciones. Censados en geología.

Tema 19. Canteras

Usos de la piedra. Tipos de explotaciones. El emplazamiento. Estudio de las canteras y de las formas de extracción.

Tema 20. Hidrogeología

Tipos de acuíferos y su funcionamiento. Flujo del agua subterránea. Parámetros hidrogeológicos. Diseño de redes de filtración. Pozos. Calidad del agua subterránea.

Tema 21. Presas

La estructura en función de la roca. Investigaciones. El problema de la estanqueidad. Pantallas.

Tema 22. Obras lineales

El trazado en función del terreno. Investigaciones. Los materiales. La construcción.

Tema 23. Túneles y obras subterráneas

El túnel y el terreno. Métodos de estudio. Prospecciones y ensayos. Reconocimientos específicos. Caracterización del terreno. Sostenimientos y revestimientos. Problemas y soluciones. Túneles urbanos. Grandes cavidades.

Tema 24. El informe geológico

El informe geológico para las obras públicas. Métodos de reconocimiento. Parámetros sísmicos. Mediciones. Evaluación de sismos. Planos isosistas. Determinación de aceleraciones. Paleosismicidad y Neotectónica. Sismicidad inducida.



PARTE V. GEOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Tema 25. Geología y medio ambiente

Las obras y sus efectos en el Medio Natural.
Criterios de actuación.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Cartografía aplicada a las obras públicas.**
Escala. Equidistancia. Pendiente. Módulo.
Planos acotados en geología.
- 2. Representación de planos y superficies.**
Contactos. Afloramientos. Buzamiento y
potencia real y aparente.
- 3. Problema de los tres puntos.** Regla de la V.
Representación de estructuras geológicas.
Fallas y pliegues.
- 4. Interpretación y levantamiento de mapas
geológicos geométricos y aproximados.**
Aplicación en las obras públicas.

CLASES DE LABORATORIO

- 1. Cartografía Topográfica.** Publicaciones.
Organismos. Interpretación del relieve y
geomorfología. Cortes. Ordenación del
territorio. Toponimia.
- 2. Mineralogía y Petrografía.** Experimentación
visual y física de rocas y minerales.
Propiedades físicas y químicas. Aplicación a las
obras públicas.
- 3. Cartografía geológica.** Publicaciones.
Organismos. Interpretación geológica. Cortes.
Estructura y Litología. Cronoestratigrafía.
Aplicaciones y uso en las obras públicas.
- 4. Censado de litoclasas.** Diaclasas y juntas.
Polo. Representación de planos. Wulff.
Schmidt. Técnicas de censado en el macizo
rocoso.

- 5. Sondeos.** Testificación. Maquinaria, usos y
aplicaciones.
- 6. Prospecciones geofísica.** Sísmicas y
eléctricas. Configuraciones. Interpretación de
resultados. Utilaje. Limitaciones. Usos
prácticos.
- 7. Fotogeología.** Estereoscopio. Ortoimágenes.
Interpretación. Usos en las obras públicas.
- 8. Paleontología.** Experimentación visual y física
del reconocimiento de especies fósiles.
Interpretación geológica. Aplicación en obras
públicas.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se hará al menos un viaje de prácticas
obligatorio y otros voluntarios de más de un día
de duración, en donde se enseñará geología de
campo y se visitarán diferentes obras en las
que se destacará la importancia de la geología
en ellas.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

- IGME (Instituto Geológico y Minero de España) (2004);** *Geología de España*.
Ministerio de Educación y Ciencia.
- LÓPEZ MARINAS, J.M. (2000);** *Geología
Aplicada a la Ingeniería Civil*. Ed. Dossat.
- MELÉNDEZ, B. Y FUSTER, J.M. (2003);**
Geología. Ed. Paraninfo.
- POZO, M.; GONZÁLEZ, J. Y GINER, J. (2003);**
Geología Práctica. Pearson
- SÁENZ, C. Y TALABÁN, J.L. (1972);** *Ejercicios
de Geología Aplicada*; Escuela Técnica
Superior de Ingenieros de Caminos, Canales
y Puertos.

Topografía, Geodesia y Astronomía [3121]

3er. curso, común, anual, 3 h/semana (2 teóricas y 1 práctica), 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende dotar al alumno de la formación necesaria para que pueda planificar, contratar, colaborar y supervisar los trabajos de topografía, tanto en oficina como en obra. Para ello, se impartirán una serie de clases teóricas y prácticas que permitirán formar e informar al alumno para que sea capaz de desarrollar las actividades relacionadas con la Topografía, la

Geodesia, la Astronomía, la Cartografía, los Modelos Digitales del Terreno y los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) que actualmente se utilizan en el desarrollo de la profesión. Además se pretende que el alumno sea capaz de comprender, desarrollar y criticar cualquier pliego de condiciones relacionado con los temas anteriormente citados. La estructura diseñada



para tales fines se divide en dos actuaciones: las clases teóricas, que incluyen ejercicios, y las prácticas. Estas últimas se subdividen en prácticas de campo, levantamientos y

replanteos con estación total y GPS, y prácticas de laboratorio, fotogrametría digital y modelos digitales del terreno.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Conceptos básicos

Definición. Necesidad y objeto de la Topografía. Relación con la Geodesia y la Cartografía. Sistema de representación y ejes. Cota, desnivel y altitud. Distancia natural y reducida, superficie agraria. Límite de percepción visual y su relación con la escala. Concepto de mapa y plano. Unidades en Topografía. Concepto de levantamiento y partes. Influencia de la esfericidad terrestre en planimetría y altimetría. Error longitudinal, perimetral y superficial.

Tema 2. Errores. Tipos y tratamiento

Necesidad de su estudio. Errores y equivocaciones. Errores sistemáticos y aleatorios. Causas del error. El valor más probable. Errores y residuos. Media ponderada. Error probable, medio aritmético y cuadrático medio. Distribución de los errores accidentales. Error máximo o tolerancia. Transmisión de los errores. Ajuste por mínimos cuadrados.

Tema 3. Astronomía

Introducción. La orientación en Topografía. El Norte magnético. La Estrella Polar. Coordenadas geográficas. Coordenadas geocéntricas. El sistema geocéntrico. La esfera celeste. Puntos, líneas y planos notables. Trayectoria de las estrellas y del Sol. Localización de los astros a través de sus coordenadas locales. Círculos polares. Trópicos y zonas que destacan. Tiempo sidéreo, solar y universal.

Tema 4. Geodesia y Cartografía

Definición. Elipsoide y geoide. Ángulo radial de la vertical. Redes geodésicas. Convergencia de los meridianos. Perspectivas. Cartas y mapas. Sistemas de representación: convencionales, perspectivas y por desarrollo. Proyecciones UTM y Lambert. Leyenda, símbolos y signos convencionales. Cartografía de organismos oficiales. Cartografía urbana y datos catastrales.

Tema 5. Tipos de instrumentos

Elementos accesorios. Trípodes. Miras. Jalones. Prismas. Elementos de unión, de sustentación y de maniobra. Plomadas. Niveles. Sensibilidad. Tipos de instrumentos. Goniómetros. Teodolitos. Taquímetros. Estaciones totales. GPS. Niveles.

Tema 6. Instrumentos de medida angular

Elementos de un goniómetro, teodolitos, taquímetros y estaciones totales. Errores accidentales y sistemáticos. Error angular: acimutal y vertical. Métodos para aumentar la precisión de las medidas: regla de Bessel y vuelta de horizonte. Reiteración y repetición.

Tema 7. Instrumentos de medida de distancias

Clasificación: láser e infrarrojos. Fuentes de error. Errores proporcionales y no proporcionales a la distancia. Precisión. Correcciones. Reducción al elipsoide.

Tema 8. Instrumentos de medida de niveles

Clasificación: de precisión y estándares, automáticos y no automáticos. Errores. Precisiones. Niveles láser. Niveles digitales.

Tema 9. Sistemas de Posicionamiento por Satélite (GPS)

Elementos constitutivos y funcionamiento. Técnicas de medición. Observables: código y fase. Ecuaciones y errores. GPS diferencial. El GPS en la Topografía: RTK. Métodos de posicionamiento. Aplicaciones del GPS. GLONASS, EGNOS y GALILEO.

Tema 10. Planimetría

Método de radiación. Fundamento. Ventajas e inconvenientes del método. Distancia máxima de radiación. Método itinerario. Fundamento. Itinerario encuadrado y cerrado. Tolerancias angular y lineal. Cálculo y error de cierre. Compensación. Método de intersección. Intersección directa. Error máximo. Cálculo de coordenadas. Intersección inversa. Trisección inversa. Comprobación en la intersección inversa. Intersección mixta.

Tema 11. Altimetría

Error de refracción. Clasificación de los métodos altimétricos. Nivelación geométrica (alturas). Nivelación simple. Método de punto medio, punto extremo, estaciones recíprocas y equidistantes. Nivelación compuesta. Itinerario altimétrico por el punto medio. Cálculo del error de cierre y compensación. Error kilométrico. Línea de nivelación doble y sencilla. Nivelación trigonométrica (por pendientes). Nivelación simple. Observación por visuales recíprocas y simultáneas. Cálculo de la constante de refracción.

Tema 12. Redes topográficas

Las redes en los levantamientos planimétricos. Triangulación. Forma de los triángulos y



polígonos. Tipos de redes. Proyecto de triangulación.

Tema 13. Fotogrametría y Modelos Digitales del Terreno (MDT)

La Cámara. La película. Geometría de la foto. Visión estereoscópica y paralaje. Fases de la Fotogrametría. Medición y sistemas de coordenadas. Orientación relativa y absoluta. Puntos de apoyo. Aerotriangulación. Estaciones fotogramétricas digitales. Obtención de ortofotos, ortofotomapas, mosaicos y MDT. El proyecto fotogramétrico y el pliego de condiciones. Modelos Digitales del Terreno. Definición. Tipos. Algoritmos de interpolación. Programas.

Tema 14. Replanteos de obras y construcción

Sondeos. Explanaciones. Excavaciones. Cimentación. Estructuras. Alineaciones y curvas de transición. Acuerdos.

La Topografía y la construcción. Control geométrico, estructural. Medición y liquidación. Cálculo de volúmenes. Microgeodesia.

Topografías singulares. Topografía submarina. Cálculo planimétrico. Instrumentos para determinaciones batimétricas. Topografía subterránea. Métodos de trabajo. Red exterior. Paso de la red exterior a la interior. Transmisión del acimut. Medida de perfiles.

Tema 15. Relación con el proyecto

Planos de situación. Planta general. Planos de replanteo. Replanteo primario y sucesivos. Ejes. Simbología utilizada. Pliegos de condiciones.

CLASES PRÁCTICAS

PARTE I. PRÁCTICAS DE CAMPO

- 1. Manejo de instrumentos.** Estaciones totales, niveles, GPS, miras, etc.
- 2. Levantamientos.** Planimetría, altimetría, taquimetría. Radiación, intersección, itinerario. Cierre y compensación.

- 3. Replanteos.** Para obras puntuales y lineales.

PARTE II. PRÁCTICAS DE FOTOGRAMETRÍA

- 1. La estación de restitución.** Componentes, software y archivos.
- 2. El proceso de restitución.** Carga de pares. Apoyos y orientaciones. Restitución y modelo de elevaciones. Obtención de ortofotos.

PARTE III. PRÁCTICAS DE MODELOS DIGITALES

- 1. Introducción y conceptos básicos.** Comenzar la sesión. Crear el proyecto. Importar datos. Relaciones con los sistemas de CAD.
- 2. Entidades básicas.** Puntos. Curvas de nivel. Líneas de rotura. Etiquetas. Edición de entidades.
- 3. El modelo y las utilidades.** Triangulación. Obtención del modelo. Puntos. Obtención de curvas de nivel. Secciones. Volúmenes

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se programa una visita, de carácter voluntario y en grupos reducidos, a las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional de España.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

CHUECA PAZOS M. et al. (1996); *Topografía Tomos I, II y III*; Paraninfo; Madrid.

DOMINGUEZ GARCÍA-TEJERO F. (2002); *Topografía General y Aplicada*; Mundi-prensa; Madrid.

MARTINEZ MARIN R. (2003); *Introducción a los Modelos Digitales del Terreno y al GIS vectorial*; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

MARTINEZ MARIN R. et al. (2004); *Formulario Técnico y Científico de Geodesia y Topografía*; Bellisco; Madrid.

WOLF PAUL R. (1997); *Topografía*; Alfaomega; Madrid.

Inglés I [3073]

3er. curso, común, anual, 3 h/semana (2 teóricas y 1 práctica), 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

A lo largo del programa académico de esta asignatura los alumnos deberán desarrollar, como objetivos generales, las cuatro destrezas lingüísticas básicas (comprensión y expresión escrita, comprensión y expresión oral), así como la traducción directa e inversa de textos técnicos de ingeniería. Como objetivos específicos los

alumnos deberán realizar las siguientes actividades: (1) comprensión lectora de textos de ingeniería civil mediante distintas técnicas de lectura; (2) reconocer la organización discursiva del texto técnico; (3) expresar correctamente las funciones retóricas más frecuentes en textos técnicos; (4) elaboración de resúmenes,



informes y artículos técnicos, cartas...; (5) realizar presentaciones orales en inglés; (6) aprendizaje del léxico específico de la ingeniería civil, tanto semi-técnico como técnico; (7) mejorar la pronunciación mediante la práctica de

la fonética; (8) mantener una conversación en inglés utilizando correctamente las convenciones necesarias tanto en contextos generales/coloquiales como académicos y profesionales.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Unit 1: Engineering materials

Describe properties of materials: shape, size, colour, appearance, texture, composition, weight and use. Make classifications and comparisons dealing with different engineering materials and their properties. Write an outline highlighting the hierarchical relationships between ideas included in a text. Transfer information from a text to notes (summarising).

Unit 2: Facts about matter

Give the students practice in skimming and scanning reading techniques. Infer techniques in order to deal with unfamiliar vocabulary, especially related to physics and chemistry. Make classifications of substances into elements, compounds and alloys. Introduce the reading in English of mathematical expressions and basic formulae.

Unit 3: Instruments and tools

Describe objects used in engineering, such as measuring instruments, laboratory containers and receivers, hand and power tools, etc. Describe their composition and uses. Make comparisons between different objects. Extract gist information from oral texts.

Unit 4: Environmental concerns

Skim and scan technical texts about studies based on environmental matters. Express probability and forecasting. Describe a process. Sequence main and subsidiary points. Highlight the importance of clarity and precision in translation.

Unit 5: Electricity

Learn specific vocabulary related to generating electricity, electrical motors and devices, different types of circuits, batteries, etc. Analyse the structure and patterns of technical processes by means of reading activities. Practise useful sequence signalling markers and connectors in a process description dealing with the area of electricity. Express the relationships between cause and effect.

Unit 6: Mathematical expressions and formulae

Learn numerical expressions. Describe objects used in engineering, such as measuring instruments, laboratory containers, hand and power tools, etc. Make comparisons between different objects. Describe geometric shapes and dimensions using specific vocabulary.

Read and write basic and more complex formulae.

Unit 7: Graphic information

Interpret charts, graphs, diagrams and tables. Understand the relationship between texts and graphs. Learn specific vocabulary to describe different trends in a graph. Analyse visual aids and their characteristics.

Unit 8: The engineering profession

Recognise written conventions dealing with technical reports. Develop written accuracy (punctuation, spelling, cohesive devices, precise selection of terms, etc.). Practise how to link different sections in technical texts (coherence and cohesion). Learn the patterns of nominal compounds and practise their translation. Write a technical report.

Unit 9: Civil engineering companies

Learn the conventions to write different types of letters (request, complaint, application, etc.). Practise the layout (addresses, salutation, main body, ending and closing stages) in formal letters. Write an application letter.

Unit 10: Professional careers in civil engineering

Read and comment about printed and web information on professional activities in civil engineering. Recognise the differences between written and spoken language. Practise the use of visual aids in presentations such as flipcharts, transparencies, blackboard, power point, slides, video tapes, etc. Develop communicative strategies focused on the purpose, organizational aspects and linguistic features of an oral presentation. Improve pronunciation, intonation, fluency and accuracy. Prepare and deliver in groups an oral presentation.

CLASES PRÁCTICAS

Class debates on environmental impact, urban planning, impressive constructions around the world, etc.

CLASES DE LABORATORIO

Audiovisual activities about the following topics: The effect of heat treatment on steel. Crack stability. Sedimentation. Dredging. Electric power transmission. Formulae. Measuring



devices. Graphs and trends. Simulations and role-playing.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

BEIGBEDER, F. (1997); *Nuevo Diccionario Politécnico de las Lenguas Española e Inglesa.* Díaz de Santos; Madrid.

BRIEGER, N & A. Pohl, (2004); *Technical English. Vocabulary and Grammar,* Summertown Publishing; Oxford.

GLENDINNING, E. & N. GLENDINNING,(1995); *Electrical and Mechanical Engineering;* Oxford University Press; Oxford.

ROBB, L., (2005); *Diccionario para Ingenieros. Español/Inglés – Inglés/Español;* México.



Cuarto Curso

- Carga lectiva del curso: 840 horas
- Asignaturas comunes obligatorias: 7 anuales

Cálculo de Estructuras [4021]

4º curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos de la asignatura son completar la formación recibida por el estudiante en las asignaturas previas, como Mecánica y Resistencia de Materiales, en los temas relacionados con el análisis y la modelización estructural, dotándole de la capacidad suficiente para: (1) asimilar los conceptos que en el futuro se le proporcionarán en materias tecnológicas

específicas, tanto por tipo de material (hormigón, acero) como por su uso (edificios, puentes, presas, etc.), (2) aplicar correctamente los modelos teóricos estructurales al análisis de problemas reales, y (3) obtener rigor, agilidad y hábito para el uso de los diferentes modelos y metodologías de análisis estructural en un futuro ejercicio profesional.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ESTRUCTURAS ARTICULADAS PLANAS

Tema 1. Introducción

Generalidades. Descripción de la tipología. Análisis de barras aisladas. Sustentación. Clasificación de estructuras. Grado de hiperestatismo. Barras inactivas. Criterio de signos.

Tema 2. Cálculo de esfuerzos

Método de equilibrio de nudos. Método de Ritter de las secciones. Método de los trabajos virtuales.

Tema 3. Determinación de movimientos

Método de Williot. Método de Maxwell-Mohr.

Tema 4. Estructuras hiperestáticas

Hiperestatismo interno, externo y global. Método de compatibilidad.

Tema 5. Líneas de influencia

Definición y utilidad. Clasificación. Métodos de cálculo: trabajos virtuales y teorema de reciprocidad de trabajos. Líneas de influencia de movimientos, reacciones y esfuerzos.

PARTE II. ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS

Tema 6. Introducción

Generalidades. Descripción de la tipología. Hipótesis básicas. Traslacionalidad e intraslacionalidad. Sistemas de arriostramiento.

Tema 7. Planteamiento del cálculo intraslacional

Análisis de la barra aislada. Métodos de cálculo: directos e iterativos. Planteamiento por métodos directos.

Tema 8. Estructuras intraslacionales

Ecuación de estado de la barra. Reparto alrededor de un nudo. Planteamiento del método de Cross. Simplificaciones: extremo empotrado, extremo articulado. Simetría y antimetría: rigideces ficticias. Cálculo de giros. Comprobaciones del cálculo.

Tema 9. Estructuras traslacionales

Ecuación de estado de la barra. Traslaciones impuestas. Análisis del grado de traslacionalidad y traslaciones independientes. Planteamiento del método de traslaciones impuestas. Deformaciones impuestas. Movimientos de apoyos. Tirantes inestensibles y extensibles. Cálculo de giros.

Tema 10. Líneas de influencia

Definición y utilidad. Clasificación. Métodos de cálculo. Líneas de influencia de movimientos, reacciones y esfuerzos (axil, cortante y momento).

PARTE III. CÁLCULO DE PLACAS

Tema 11. Introducción

Generalidades. Descripción de la tipología. Hipótesis básicas. Esfuerzos.

**Tema 12. Planteamiento general**

Ecuaciones cinemáticas. Ecuaciones constitutivas. Ecuaciones de equilibrio. Ecuación de Lagrange en coordenadas cartesianas. Flexión bidimensional: círculo de Mohr. Coordenadas cilíndricas. Reacciones y efecto esquina.

Tema 13. Métodos de resolución

Métodos de solución: analíticos y numéricos. Integración directa: placas con simetría de revolución. Desarrollo en serie: método de Navier. Método de diferencias finitas.

PARTE IV. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DE LÁMINAS**Tema 14. Introducción**

Generalidades. Descripción de la tipología. Tipos de lámina. Nomenclatura. Hipótesis básicas. Esfuerzos. Ecuaciones de estado. Estado membrana. Membranas cilíndricas.

PARTE V. CÁLCULO MATRICIAL DE ESTRUCTURAS DE BARRAS**Tema 15. Introducción**

Generalidades. Hipótesis básicas. Ecuaciones y métodos de análisis. Notación y convenio de signos. Sistemas de referencia y cambio de ejes.

Tema 16. Ecuaciones de estado de las barras.

Estructura articulada plana. Estructura reticulada plana. Emparrillado plano. Estructura articulada espacial. Estructura reticulada espacial.

Tema 17. Matriz de rigidez de la estructura

Ecuaciones de equilibrio y compatibilidad. Formación de la matriz de rigidez de la estructura. Propiedades de la matriz de rigidez. Condiciones de contorno.

Tema 18. Otros aspectos

Subestructuración. Equilibrio de Elementos. Simetría y antimetría.

PARTE VI. ELEMENTOS FINITOS**Tema 19. Introducción**

Generalidades. Hipótesis básicas. Fundamento del método: aproximación de movimientos. Precisión.

Tema 20. Teoremas energéticos

Energía de deformación. Función potencial. Principio de la Energía Potencial Total. Problema variacional. Métodos de solución: analíticos, numéricos. Método de Rayleigh-Ritz. Condiciones de contorno.

Tema 21. Planteamiento general. Elemento

Discretización: nodos y elementos. Sistemas de referencia. Campos vectoriales: movimientos, tensiones deformaciones. Análisis del elemento: interpolación de movimientos (funciones de forma), interpolación de

deformaciones, ecuaciones constitutivas del material.

Tema 22. Planteamiento general. Estructura

Aplicación de principio de la Energía Potencial Total. Matriz de rigidez de la estructura. Ecuación de estado de la estructura. Condiciones de contorno. Cargas sobre elemento: vector de cargas consistente.

Tema 23. Desarrollo de elementos

Desarrollo de elemento plano CST. Desarrollo de elemento estructural viga de Euler-Bernoulli.

Tema 24. Consideraciones finales

El proceso estructural. Convergencia: criterios. Integración numérica. Modelización. Estimación de errores. Generación de mallas: mallas adaptativas. Anisotropías de modelización.

PARTE VII. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DINÁMICO**Tema 25. Introducción al cálculo dinámico**

Planteamiento. Formas modales. Frecuencias naturales. Amortiguamiento. Análisis en el dominio del tiempo. Análisis en el dominio de la frecuencia. Aplicaciones.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Estructuras articuladas planas.** Estructuras isostáticas: cálculo de reacciones, esfuerzos y movimientos. Estructuras hiperestáticas. Simetría y antimetría. Errores de ejecución, deformaciones impuestas y descenso de apoyos. Líneas de influencia en estructuras isostáticas e hiperestáticas: movimientos, reacciones y esfuerzos.
- 2. Estructuras reticuladas planas.** Coeficientes de rigidez y transmisión. Cross intraslacional. Aplicación de simplificaciones. Grados de traslacionalidad. Cross traslacional. Simetrías y antisimetrías. Deformaciones impuestas. Tirantes extensibles. Líneas de influencia: reacciones, movimientos y esfuerzos. Estructura mixta articulada-reticulada.
- 3. Cálculo de placas.** Determinación de esfuerzos y reacciones. Placas circulares. Placas rectangulares.
- 4. Cálculo de láminas.** Membrana cilíndrica.
- 5. Cálculo matricial.** Matrices elementales. Cálculo de movimientos y esfuerzos. Cargas en barra. Condiciones de sustentación. Simetría y antimetría. Deformaciones impuestas. Subestructuras.
- 6. Teoremas energéticos.** Estructuras discretas. Estructuras continuas.
- 7. Elementos finitos.** Montaje matriz de rigidez. Vector de cargas consistentes. Elemento CST. Elemento viga. Resolución estructural.



8. Ejemplos de estructuras reales. Modelos de cálculo. Puentes. Estructuras de edificación. Cubiertas laminares.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Viaje de cuatro días completos con visitas guiadas a diversas obras en construcción o ya ejecutadas de los siguientes tipos: puentes, edificios, estructuras marítimas, oficinas de control, etc.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

TIMOSHENKO, S.P. y YOUNG, D.H. (1981); *Teoría de las estructuras*; URMO; Bilbao

VÁZQUEZ FERNÁNDEZ, MANUEL (1999); *Resistencia de Materiales*; Noela; Madrid

TIMOSHENKO Y KRIEGER. (1975); *Teoría de placas y láminas*; URMO; Bilbao

LIVESLEY, R.K. (1964); *Matrix methods of structural analysis*; Pergamon Press Ltd.; Londres

ZIENKIEWICZ, O.C. (1994); *El Método de los Elementos Finitos*; Reverté; Barcelona

Hidráulica e Hidrografía [4023]

4º curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura debe dotar al alumno de un dominio de los principios fundamentales de la mecánica de fluidos e hidráulica técnica y presentar los principios que rigen el devenir del agua en la naturaleza. Tras superar la asignatura, el alumno debe: (1) poder describir y explicar las leyes físicas que gobiernan el comportamiento de los fluidos, como base fundamental para la comprensión del funcionamiento de las obras hidráulicas, (2) dominar el funcionamiento hidráulico en régimen

permanente de las conducciones en presión, (3) dominar el funcionamiento hidráulico en régimen permanente de las conducciones en lámina libre, (4) conocer el funcionamiento hidráulico de los transitorios en conducciones en presión y lámina libre, (5) poder describir y explicar los principios que rigen el devenir del agua en la naturaleza y (6) estar capacitado para la realización de estudios hidrológicos de recursos y de avenidas.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Tema 1. Propiedades del agua y otros fluidos.

Presentación de la asignatura. Características mecánicas de los fluidos. Densidad y peso específico. Viscosidad dinámica y cinemática. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Compresibilidad. Módulo de elasticidad. Calor específico y coeficiente de dilatación. Presión de vapor. Tensión superficial.

Tema 2. Análisis dimensional.

Análisis dimensional. Magnitudes físicas. Dimensiones de las variables más utilizadas. Teorema p. Ecuación general de la hidráulica. Números adimensionales. Ejemplos.

Tema 3. Semejanza hidráulica.

Semejanza geométrica. Semejanza cinemática. Semejanza mecánica. Semejanza hidráulica. Criterios para la elección del tipo de semejanza.

Tema 4. Modelos hidráulicos.

Ensayos en modelo reducido. Metodología de un ensayo de estructura hidráulica. Instrumentación. Distorsión de escalas.

PARTE II. HIDROSTÁTICA

Tema 5. Ley de presiones y empujes sobre superficies.

Equilibrio de los fluidos. Ecuación general de la hidrostática. Equilibrio de un fluido en el campo gravitatorio. Equilibrio de gases. Presiones en líquidos. Empuje sobre contorno plano. Empuje sobre contorno curvo.

Tema 6. Flotación y estabilidad.

Equilibrio de un sólido sumergido. Empuje de Arquímedes. Subpresión. Equilibrio de un sólido parcialmente sumergido. Estabilidad de equilibrio de un flotador. Flotación con carga líquida.



PARTE III. HIDRODINÁMICA

Tema 7. Movimiento de fluidos perfectos.

Ecuación de continuidad. Ecuación de la dinámica para fluidos perfectos. Movimiento irrotacional plano. Potencial. Red de corriente. Aplicación de la variable compleja.

Tema 8. Movimiento de fluidos reales.

Cinemática. Superficies fluidas. Teorema de arrastre de Reynolds. Dinámica. Tensor de tensiones. Función de disipación. Ecuaciones de Navier-Stokes. Integración parcial de las ecuaciones. Movimientos en una y dos dimensiones.

Tema 9. Régimen laminar y turbulento.

Características del movimiento laminar y turbulento. Número de Reynolds. Métodos para el estudio de la turbulencia. Ecuaciones de Reynolds. Tensiones de Reynolds. Teorías fenomenológicas del movimiento turbulento.

Tema 10. Contornos, fricción y capa límite.

Interacción entre el fluido y el contorno. Presiones y empujes sobre cuerpos sumergidos. Sustentación. Capa límite. Perfil de velocidades. Rugosidad y fricción.

Tema 11. Transporte de contaminantes.

Transporte turbulento en la capa límite. Leyes de difusión. Modelos de dispersión de contaminantes. Fuente puntual en movimiento uniforme en dos y tres dimensiones.

Tema 12. Movimiento ondulatorio.

Tipos de ondas. Teoría lineal de ondas periódicas. Celeridad, longitud y periodo. Aspectos energéticos. Ondas elásticas de presión en conductos. Ondas en canales.

PARTE IV. HIDRÁULICA DE CONDUCTOS EN PRESIÓN: PRINCIPIOS GENERALES

Tema 13. Continuidad y cantidad de movimiento.

Método del volumen de control. Ecuación de continuidad. Ecuación de la cantidad de movimiento. Distribución de velocidades en la sección. Cálculo de empujes en conductos.

Tema 14. Ecuación de Bernoulli.

Teorema de Bernoulli. Movimiento uniforme en tuberías cilíndricas. Cota de energía y cota piezométrica.

Tema 15. Pérdidas de carga por rozamiento.

Fricción en flujo laminar y turbulento. Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach. Leyes de velocidades en tuberías lisas y rugosas. Determinación del coeficiente de Darcy. Abaco de Moody. Otras fórmulas de resistencia.

Tema 16. Pérdidas de carga localizadas.

Introducción. Pérdida de carga en ensanchamientos y estrechamientos. Pérdidas en codos y derivaciones. Pérdidas en rejillas.

Tema 17. Cavitación.

Concepto de cavitación. Efectos en las conducciones. Índices de cavitación: cálculo y aplicación. Medidas para proteger las conducciones frente a cavitación. Cavitación en máquinas hidráulicas.

PARTE V. HIDRÁULICA DE CONDUCTOS EN PRESIÓN: ANÁLISIS EN RÉGIMEN PERMANENTE

Tema 18. Cálculo de redes de tuberías.

Cálculo de sistemas de tuberías en régimen permanente. Redes ramificadas. Ajuste de caudales en redes malladas. Método de Ardí-Cross y método matricial.

Tema 19. Máquinas hidráulicas.

Bombas y turbinas hidráulicas. Potencia y energía. Tipos de bombas y turbinas. Curvas características y colinas de rendimiento. Cálculo de impulsiones.

Tema 20. Dispositivos de control y medida.

Medida de caudal en conductos. Venturi. Diafragma. Caudalímetros electromagnéticos y de ultrasonidos. Válvulas. Tipos de válvulas. Leyes de cierre-caudal.

PARTE VI. TRANSITORIOS DE CONDUCTOS EN PRESIÓN.

Tema 21. Oscilación en masa y chimeneas de equilibrio.

Transitorios en conductos. Método de la columna rígida. Ecuaciones de la oscilación en masa. Cálculo de la chimenea de equilibrio: cierre instantáneo sin rozamiento. Cálculo del cierre gradual con rozamiento.

Tema 22. Golpe de ariete.

Ecuaciones del golpe de ariete. Celeridad de la onda. Fases en el fenómeno del golpe de ariete. Métodos simplificados. Formulas de Allievi y Micheaud. El golpe de ariete en impulsiones. Método de las características. Método de Bergeron.

PARTE VII. PRINCIPIOS GENERALES DE LA HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS

Tema 23. El flujo en lámina libre.

Tipos de movimiento. Tipos de cauces. Perfil de velocidades. Distribución de velocidad en la sección. Medida de la velocidad. Velocidad media. Determinación de los coeficientes de distribución de velocidad. Distribución de presiones en la sección. Curvas en canales.

Tema 24. Principios de energía y cantidad de movimiento.

Ecuaciones del movimiento. Régimen permanente y uniforme en cauces cilíndricos.



Tensión tangencial en el contorno. Ecuación de la cantidad de movimiento.

Tema 25. Energía específica.

Calado crítico Energía específica. Calado crítico. Régimen lento y régimen rápido. Control del flujo.

PARTE VIII. FENÓMENOS LOCALES EN LA HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS

Tema 26. Transiciones locales.

Fenómenos locales. Transiciones en canal rectangular. Cambio de sección. Estrechamiento. Sobreelevación de solera. Diseño hidráulico de transiciones.

Tema 27. Resalto hidráulico.

Resalto hidráulico. Ecuación del resalto. Tipos de resalto. Estabilidad. Longitud del resalto. Resalto móvil.

Tema 28. Disipación de la energía.

Cuencos de amortiguación. Trampolines de lanzamiento. Otras estructuras de disipación.

Tema 29. Estructuras de control.

Vertederos de pared delgada. Aireación. Vertedero de pared gruesa. Distribución de presiones. Ecuación del perfil del vertedero. Efectos de los cajeros y las pilas intermedias. Curvas de capacidad. Otros tipos de vertedero. Desagüe bajo compuerta.

PARTE IX. RÉGIMEN UNIFORME Y VARIADO EN CANALES ABIERTOS

Tema 30. Fórmulas de resistencia.

Fórmula de Chezy. Cálculo del factor de resistencia de Chezy. Fórmula de Manning. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Flujo en secciones de rugosidad variable.

Tema 31. Curvas de remanso.

Movimiento variado en cauces cilíndricos. Curvas de remanso. Condiciones de contorno. Métodos de integración en cauces cilíndricos y no cilíndricos. Puntos singulares: estrechamientos, puentes, rejillas.

Tema 32. Flujo en conductos cerrados.

Flujo en lámina libre en conductos cerrados. Curva de capacidad hidráulica. Control hidráulico: embocadura y desembocadura. Curvas de capacidad. Cálculo de obras de drenaje. Cálculo de conducciones en túnel.

PARTEX. RÉGIMEN VARIABLE EN CANALES ABIERTOS

Tema 33. Ecuaciones del régimen variable.

Ecuaciones de Saint-Venant. Condición inicial y condiciones de contorno. Análisis cualitativo. Movimiento bidimensional.

Tema 34. Métodos de resolución.

Método de las características. Métodos en diferencias finitas. Métodos explícitos e implícitos. Otros métodos de resolución.

Tema 35. Regulación y control de canales.

Elementos de control. Regulación de nivel. Compuertas de nivel constante. Vertederos. Ondas en canales.

Tema 36. Cauces erosionables.

Propiedades de los sedimentos. Inicio de la erosión. Transporte de fondo y en suspensión. Formas del lecho. Ecuación de Exner.

PARTE XI. HIDROLOGÍA: EL AGUA EN LA ATMÓSFERA

Tema 37. Mecanismos de generación de lluvia.

El ciclo hidrológico. La precipitación. Estabilidad atmosférica. Sistemas frontales. Lluvia convectiva. Lluvia orográfica.

Tema 38. Precipitación.

Medida de la precipitación. Cálculo de la lluvia media. Polígonos de Thiessen. Isoyetas. Comprobación de datos. Dobles acumulaciones. Intensidad de lluvia. Curvas IDF.

Tema 39. Evapotranspiración.

Física de la evaporación. Método del balance energético. Analogía de Dalton. Método de Penman. Método de Thornthwaite.

PARTE XII. HIDROLOGÍA: AGUA SUPERFICIAL

Tema 40. Generación de escorrentía.

Concepto de pérdidas. Modelos de infiltración. Método racional. Modelos empíricos para intensidad de lluvia constante. Intensidad de lluvia variable. Número de curva.

Tema 41. Hidrograma unitario.

Respuesta lineal de la cuenca. Hidrograma unitario. Separación del flujo de base. Estimación directa del hidrograma unitario. Hidrogramas unitarios sintéticos. Hidrograma unitario instantáneo.

Tema 42. Propagación de ondas de crecida.

Métodos hidrológicos e hidráulicos. Método de Puls. Método de Muskingum. Calibración. Onda cinemática. Onda dinámica.

PARTE XIII. HIDROLOGÍA: AGUA SUBTERRÁNEA

Tema 43. Flujo en medios porosos.

Permeabilidad. Ley de Darcy. Medios no isotrópos. Ecuación de continuidad. Ecuación de la dinámica. Condiciones de contorno.

Tema 44. Movimiento de agua subterránea.

Acuífero confinado. Ecuación de flujo. Condiciones de contorno. Aproximación de Dupuit en acuíferos no confinados. Transmisividad. Ecuación de flujo. Condiciones de contorno. Redes de filtración.

**Tema 45. Hidráulica de pozos.**

Ecuaciones en coordenadas polares. Pozo totalmente penetrante en acuífero confinado. Condiciones de contorno. Solución en régimen permanente. Caudal de bombeo. Acuífero no confinado. Régimen transitorio.

PARTE XIV. DISEÑO HIDROLÓGICO**Tema 46. Análisis de la frecuencia.**

Distribuciones extremales. Periodo de retorno. Métodos de ajuste. Métodos de estimación de la incertidumbre.

Tema 47. Estimación de recursos.

Régimen hidrológico. Variabilidad estacional e interanual. Métodos de cálculo. Datos disponibles. Modelos de regresión. Modelos de precipitación-aportación a escala mensual.

Tema 48. Cálculo de caudales de avenida.

Métodos estadísticos. Fórmulas empíricas. Métodos hidrometeorológicos. Hietograma de cálculo. Tiempo de concentración. Respuesta de la cuenca. Calibración y ajuste de los modelos.

Tema 49. Modelos de ordenador.

Modelos hidrológicos. Modelos hidráulicos. Modelos de respuesta de cuenca: HMS. Modelos de cálculo de ríos: HEC-RAS. Modelos de escorrentía urbana.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Propiedades de los fluidos:** Cálculo de coeficientes significativos (viscosidad dinámica y cinemática, módulo de compresibilidad, tensión de vapor, etc.) a partir de datos experimentales. Ejercicios de aplicación de análisis dimensional y semejanza hidráulica..
- 2. Hidrostática:** Cálculo empujes sobre superficies lisas y curvas. Cálculo de posiciones de equilibrio de flotadores. Cálculo de estabilidad de flotadores.
- 3. Hidrodinámica:** Resolución de casos sencillos de cinemática y dinámica. Cálculo de magnitudes derivadas. Cálculo del perfil de velocidades. Cálculo de concentración de contaminantes en casos sencillos.
- 4. Conducciones en presión:** Ejercicios de cantidad de movimiento. Cálculo de pérdidas de carga por rozamiento. Cálculo de caudal circulante en tuberías. Determinación de las líneas piezométrica y de energía. Identificación de puntos con riesgo de cavitación. Cálculo de pérdidas localizadas. Cálculo de curvas de desagüe en función de la cota del depósito.
- 5. Redes de tuberías en régimen permanente:** Cálculo de tuberías en serie y paralelo. Cálculo de redes ramificadas de tuberías. Cálculo de redes malladas de tuberías. Cálculo de

conducciones con impulsiones. Cálculo de sistemas de tuberías con bombes y turbinaciones. Cálculo de curvas de gasto de válvulas para apertura parcial. Cálculo de leyes de caudal-tiempo para maniobras a velocidad constante.

- 6. Régimen variable en tuberías:** Cálculo simplificado de oscilación en masa sin rozamiento con cierre instantáneo. Cálculo por diferencias finitas del cierre progresivo con rozamiento. Cálculo de la celeridad de la onda de presión. Aplicación de las fórmulas simplificadas de Allievi y Micheaud. Cálculo de golpe de ariete por diferencias finitas.
- 6. Conducciones en lámina libre:** Cálculo de velocidad media en la sección. Cálculo de sección mojada y radio hidráulico en canales. Cálculo de calados críticos. Clasificación de regímenes.
- 7. Fenómenos locales en canales:** Cálculo de transiciones locales sin rozamiento: estrechamientos, ensanchamientos, escalones, etc.. Ejercicios de resalto hidráulico. Trampolines y cuencos de amortiguación. Curvas de desagüe de vertederos. Cálculo de curvas de desagüe bajo compuerta..
- 8. Régimen variado en canales:** Cálculo de calado de régimen uniforme. Cálculo iterativo de curvas de remanso. Croquis acotado de lámina de agua en curvas de remanso: desagüe bajo compuerta, cambios de pendiente, etc. Cálculo de obras de desagüe.
- 9. Régimen variable en canales:** Análisis cualitativo de ecuaciones de régimen variable. Importancia relativa de términos. Cálculo de celeridad de onda. Estudio de regulación de canales. Especificación de escalas en modelos hidráulicos.
- 10. El agua en la atmósfera:** Dibujo de polígonos de Thiessen e isoyetas. Aplicación del método de dobles acumulaciones. Manejo de curvas IDF. Cálculo de evaporación potencial..
- 11. Agua superficial:** Aplicación de modelos de generación de escorrentía. Cálculo con intensidad de lluvia variable. Ejercicios de hidrograma unitario. Cálculo de propagación de ondas de crecida por Puls y Muskingum.
- 12. Agua subterránea:** Dibujo de redes de filtración. Cálculo de caudal bombeado y niveles piezométricos en pozos..
- 11. Diseño hidrológico:** Ajuste de distribuciones extremales. Cálculo de intervalos de confianza. Modelos de precipitación-aportación a escala mensual. Modelos hidrometeorológicos de crecidas.



CLASES DE LABORATORIO

- 1. Propiedades de los fluidos y tipos de movimiento:** Demostración experimental de varios fenómenos relacionados con las propiedades de los fluidos. Empleo de la velocidad de decantación para medir la viscosidad de distintos tipos de aceite, el fenómeno de cavitación. Distinción entre movimiento permanente y variado, uniforme y variable.
- 2. Visualización de líneas de corriente:** Flujo potencial, basado en el movimiento de Hele-Shaw.
- 3. Características de la turbulencia:** Medir experimentalmente las fluctuaciones de velocidad en movimientos con distinto grado de turbulencia. Túnel de viento, con ayuda del anemómetro de hilo caliente e instrumental de visualización de la señal.
- 4. Pérdidas de carga continuas y localizadas en aire:** Mediante un ventilador de alta potencia se consiguen movimientos de número de Reynolds elevado que permiten visualizar la pérdida de carga en los piezómetros intercalados en la tubería con agua para visualizar las depresiones. Medir la pendiente de pérdidas como las localizadas en la entrada a una tobera y posterior ensanchamiento.
- 5. Pérdidas de carga continuas y localizadas en agua:** Medir pérdidas de carga continuas en tuberías con distinto diámetro y pérdidas localizadas mediante un equipo en circuito cerrado acoplado a un banco hidráulico. Las lecturas piezométricas se visualizan indistintamente en columna de agua o de Mercurio.
- 6. Dispositivos de aforo:** Medir experimentalmente el caudal circulante en una tubería montada sobre el banco hidráulico. Método de la balanza hidráulica, venturi, aforador de diafragma y un flotámetro, comparando las medidas entre sí. En canales se dispone de aforo mediante minimolinetes.
- 7. Empuje de chorros sobre superficies:** Utilizará el banco hidráulico, intercalando distintos tipos de cazoletas, comprobándose el principio de cantidad de movimiento.
- 8. Oscilación en masa:** Utilizar los dispositivos del Laboratorio preparados al efecto, con un sistema depósito-tubería-chimenea controlado mediante una válvula de cierre rápido. Medir la amplitud y el periodo de la oscilación, y de realizar una gráfica de su amortiguación en función del tiempo.
- 9. Golpe de ariete:** Utilizar los dispositivos del Laboratorio preparados al efecto, con una tubería de gran longitud controlada mediante una válvula de cierre rápido. Medir las sobrepresiones en función de la longitud de tubería.
- 10. Curvas de remanso en canales:** Visualización de distintos regímenes de flujo y en la comprobación experimental de la variación de cota de lámina de agua en un canal en contrapendiente así como la formación del fenómeno resalto hidráulico.
- 11. Transiciones locales en canales:** Analizar el efecto del estrechamiento, la sobre elevación de solera y el desagüe bajo compuerta, midiendo la cota de lámina de agua mediante limnómetros y la altura de velocidad mediante tubos de Pitot.
- 12. Vertederos en canales:** Coeficientes de desagüe de vertederos en pared delgada, tanto rectangulares como triangulares, así como vertederos en pared gruesa. Visualizar la lámina vertiente desde un perfil de aliviadero que se incorpora en el propio canal. En los modelos físicos realizados en el Laboratorio, se reproducen elementos de desagüe que permiten una visualización tridimensional.
- 13. Prueba de bombas:** Construir la curva característica de una bomba, y su modificación cuando se actúa con variadores de frecuencia. Analizar el acoplamiento de las mismas en serie o paralelo. La segunda bomba se toma del propio banco hidráulico.

Hormigón Armado y Pretensado I [4028]

4º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos docentes de esta asignatura son dotar al alumno del: (1) conocimiento cualitativo de los mecanismos de respuesta resistente que se producen en elementos de hormigón armado, (2) capacidad para proyectar y ejecutar estructuras de hormigón

armado según la normativa española, (3) los conocimientos básicos de comportamiento de estructuras de hormigón pretensado, y (4) una idea general de la existencia de hormigones especiales y sus aplicaciones.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. INTRODUCCIÓN AL HORMIGÓN ARMADO

Tema 1. Breve historia del hormigón armado.

Aplicaciones. Aspectos resistentes y durabilidad. Ventajas e inconvenientes.

Tema 2. Propiedades generales del hormigón y del acero.

Trabajo conjunto debido al fenómeno de adherencia. Comportamiento a flexión (Estado I no fisurado, Estado II fisurado, Estado III fisurado y agotamiento).

Tema 3. Comportamiento del hormigón para estados avanzados de carga

Modelo de bielas y tirantes.

PARTE II. MATERIALES. CARACTERÍSTICAS RESISTENTES. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS

Tema 4. Características resistentes del hormigón.

Resistencia a compresión. Estudio del efecto de distintas variables: edad, puesta en carga, cansancio, gradiente de tensiones. Tipos de ensayos. Factores de conversión. Resistencia a tracción. Tracción directa e indirecta. Factores de conversión. Resistencia a flexotracción. Módulo de deformación. Coeficiente de Poisson. Estados de tensión múltiple.

Tema 5. Características reológicas del hormigón.

Retracción e hinchamiento. Resultados experimentales. Modelos de evaluación. Fluencia. Resultados experimentales. Modelos de evaluación. Viscoelasticidad y Viscoplasticidad.

Tema 6. Características resistentes del acero.

Resistencia a tracción y compresión. Aceros dureza natural. Aceros endurecidos en frío. Fenómeno de adherencia entre el hormigón y el acero.

PARTE III. PROYECTOS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

PARTE III.1. TEORÍA DE SEGURIDAD Y BASES DE CÁLCULO

Tema 7. Concepto de seguridad.

Método de los estados límites. Definición de los estados límites. Estados límites últimos. Estados límites de servicio. Acciones. Clasificación. Valores característicos y de cálculo. Determinación del efecto producido por las acciones en las estructuras. Hipótesis de carga. Combinaciones de hipótesis. Materiales. Resistencia característica y de cálculo. Diagrama tensión-deformación de cálculo para

el hormigón. Diagrama tensión-deformación de cálculo para el acero.

PARTE III.2. ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Tema 8. Solicitaciones normales (1)

Comportamiento real de piezas prismáticas. Resultados experimentales. Tipos de rotura. Definición de distintos estados de sollicitación: Tracción simple. Flexión simple. Flexión compuesta. Compresión simple. Sollicitación recta. Sollicitación esviada. Hipótesis generales para el cálculo de secciones sometidas a sollicitaciones normales. Diagramas tensión-deformación de los materiales. Hipótesis de adherencia perfecta hormigón-acero. Definición de estados de deformación de agotamiento. Diagrama de pivotes. Diagramas tensión deformación para el hormigón y el acero. Definición de dimensionamiento y comprobación de secciones.

Tema 9. Solicitaciones normales (2)

Dimensionamiento y comprobación de secciones rectangulares sometidas a flexión simple.

Tema 10. Solicitaciones normales (3).

Dimensionamiento y comprobación de secciones T sometidas a flexión simple. Cuantías mínimas mecánicas y geométricas. Disposición de armadura.

Tema 11. Solicitaciones normales (4).

Dimensionamiento y comprobación de secciones rectangulares sometidas a flexión compuesta recta. Cuantías mínimas y máximas. Disposición de armadura.

Tema 12. Solicitaciones normales (5).

Dimensionamiento y comprobación de secciones sometidas a flexión compuesta esviada. Fórmulas simplificadas. Diagramas de roseta. Procedimiento analítico.

Tema 13. Estado límite último de inestabilidad.

Descripción general del comportamiento de soportes aislados. No linealidad geométrica. No linealidad mecánica. Descripción del estado límite último de inestabilidad y agotamiento. Tratamiento general del problema. Comprobación de soportes aislados. Fórmulas de dimensionamiento indirecto. Tratamiento de la fluencia. Comprobación de soportes pertenecientes a pórticos. Longitud equivalente.

Tema 14. Anclaje.

Mecanismos resistentes de la adherencia. Resultados experimentales. Condición de adherencia. Anclaje de barras. Empalme de barras. Efectos favorables de la existencia de tensiones normales. Casos especiales. Anclaje



de paquetes de barras. Anclaje de barras comprimidas.

Tema 15. Cortante.

Comportamiento real de piezas prismáticas. Resultados experimentales. Descripción de los distintos tipos de rotura. Analogía de Ritter-Mörsch modificada. Regla de cosido. Contribución del hormigón. Contribución de la armadura del alma. Dimensionamiento y comprobación. Disposición de armaduras. Cuantías mínimas. Problemas especiales. Dimensionamiento y comprobación de la unión alma-ala. Piezas de canto variable. Casos especiales de carga. Disposición de armaduras. Interacción cortante-flexión.

Tema 16. Torsión.

Comportamiento real de piezas prismáticas sometidas a torsión. Analogía de la celosía tridimensional. Comprobación del hormigón en compresión y tracción. Dimensionamiento de la armadura longitudinal y transversal. Disposición de armaduras. Problemas especiales. Definición de la sección hueca eficaz para secciones especiales. Interacción cortante-torsión. Interacción cortante-torsión-flexión.

Tema 17. Punzonamiento.

Comportamiento real de piezas bidimensionales. Resultados experimentales. Modelo de funcionamiento. Contribución del hormigón. Dimensionamiento de armaduras. Disposición de armaduras. Interacción flexión-cortante.

PARTE III.3. ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

Tema 18. Fisuración.

Estado límite de fisuración controlada. Introducción. Limitaciones de abertura de fisura. Teoría general de fisuración: separación y abertura máxima de fisura. Influencia de distintos parámetros: cuantía, diámetro, recubrimiento. Condiciones prácticas de fisuración en flexión. Limitación del diámetro de la armadura longitudinal. Cuantía cobaricéntrica. Fórmulas empíricas. Criterios estadísticos. Evaluación de la fisuración producida por cortante.

Tema 19. Deformaciones.

Estado límite de deformación. Introducción. Limitaciones de flecha. Teoría general para la determinación de deformaciones. Diagramas momento-curvatura. Integración numérica. Efecto de las cargas permanentes. Procedimientos simplificados. Diagramas momento-curvatura simplificados. Fórmulas de Branson. Condiciones prácticas de esbeltez de elementos.

PARTE III.4. MODELO DE BIELAS Y TIRANTES

Tema 20. Modelo de las bielas y tirantes.

Ejemplos de elementos singulares.

PARTE IV. HORMIGÓN PRETENSADO

Tema 21. Introducción. Concepto de pretensado.

Historia. Eugène Freyssinet. SisTemas de pretensado (preteso/posteso). Accesorios.

Tema 22. Materiales.

Hormigones. Aceros. Necesidad de utilizar aceros de alto límite elástico.

Tema 23. Diseño del trazado del pretensado.

Recubrimientos mínimos, separación entre vainas.

Tema 24. Pérdidas.

Pérdidas instantáneas (rozamiento, penetración de cuña, acortamiento elástico). Pérdidas diferidas (fluencia, retracción, relajación).

Tema 25. Efecto estructural del pretensado.

Esfuerzos hiperestáticos de pretensado. Modelización de estructuras de canto variable.

Tema 26. Bases de proyecto.

Coefficientes de ponderación del pretensado en servicio y Estado Límite último. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales.

Tema 27. Estado límite de servicio.

Comprobación de tensiones, fisuración, flechas.

Tema 28. Estado límite último de tensiones normales

PARTE V. APLICACIONES A LA OBRA PÚBLICA, EDIFICACIÓN Y PREFABRICACIÓN

Tema 29. Aplicación práctica a la obra pública, edificación y prefabricación

Planteamiento estructural del edificio. Muros. Cimentaciones y soleras. Estructuras de hormigón. Pórticos y entramados. Forjados y escaleras. Construcción de estructuras de hormigón para edificios. Pantallas y núcleos. Conceptos generales de prefabricación. Tolerancias. Instalaciones y procesos de prefabricación. Naves industriales. Edificios y elementos de fachada. Puentes prefabricados.

CLASES PRÁCTICAS

PARTE I. HORMIGÓN ARMADO

1. Comportamiento a flexión de una sección de hormigón estructural. Evolución del comportamiento hasta rotura.

2. Modelos de bielas y tirantes I. Materiales. Características resistentes. Características reológicas

3. Características reológicas del hormigón.

Fluencia y retracción. Proyecto de estructuras



- de hormigón armado. Teoría de seguridad y bases de cálculo
4. **Coefficientes de mayoración de acciones, combinaciones ponderadas de hipótesis.** Envolvente de esfuerzos en agotamiento y en servicio. b) Estados límites últimos
 5. **Diagrama de interacción de una sección rectangular con armadura simétrica sometida a flexocompresión.** Diagrama tensión deformación del hormigón en compresión de tipo rectangular.
 6. **Dimensionamiento a flexión simple.** Sección rectangular.
 7. **Dimensionamiento a flexión simple.** Sección T.
 8. **Dimensionamiento a flexión compuesta.** Sección rectangular con armadura simétrica.
 9. **Soportes esbeltos. Inestabilidad.**
 10. **Disposición de armaduras de flexión y corte de barras.**

11. **Dimensionamiento a cortante y rasante.** Disposición de armaduras.
 12. **Dimensionamiento a torsión.** Disposición de armaduras. c) Elementos estructurales
 13. **Bielas y tirantes II.** Estados límites de servicio
 14. **Comprobación del estado límite de servicio de fisuración.**
 15. **Comprobación del estado límite de servicio de deformaciones.** Ejemplo de proyecto.
- PARTE II. INTRODUCCIÓN AL HORMIGÓN PRETENSADO**
16. **Comprobación de una sección en servicio.**
 17. **Estado límite último de tensiones normales en elementos pretensados.**

VIAJE DE PRÁCTICAS

Durante el curso se organizará una visita a una obra.

Geotecnia y Cimientos [4122]

4º curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende enseñar los principios básicos de la mecánica del suelo y de sus aplicaciones principales. El alumno debe quedar familiarizado con las propiedades elementales del suelo, las formas de caracterización de esas propiedades mediante ensayos de laboratorio y de campo así como conocer las técnicas de reconocimiento geotécnico del terreno. Además se pretende

que aprenda las leyes básicas que rigen los problemas de flujo de agua en suelos, los problemas de tensión-deformación y los procedimientos de evaluar estados límites últimos de tipo geotécnico y su aplicación a los problemas básicos: cimentaciones superficiales y profundas, muros y taludes.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. MECÁNICA DE LOS SUELOS Y DE LAS ROCAS

Tema 1. Introducción a la geotecnia

Papel de la geotecnia en la construcción. Problemas geotécnicos básicos. Resumen histórico de la geotecnia. El origen de los suelos. El ciclo suelo-roca. Procesos de erosión. Procesos de cementación. Diagénesis y metamorfismo.

Tema 2. Granulometría de los suelos

Clasificación de partículas según su forma y tamaño. Tipos de ensayos granulométricos. Estudio de curvas granulométricas. Parámetros granulométricos principales.

Tema 3. Propiedades elementales

Porosidad e índice de poros. Pesos específicos. Humedad. Grado de saturación. Procedimientos de ensayo. Relaciones entre distintas magnitudes.

Tema 4. Plasticidad de suelos arcillosos

Estados de consistencia. Límites de Atterberg. Minerales arcillosos. Tipos de enlace. Identificación de arcillas. Carta de Casagrande. Actividad. Susceptibilidad y tixotropía. Clasificación de suelos.

Tema 5. Flujo del agua en el terreno

Procedencia del agua. Nivel freático. Movimiento del agua en el terreno. Ley de Darcy. Determinación del coeficiente de permeabilidad. Permeámetros. Valores típicos del coeficiente de permeabilidad. Permeabilidad



geométrica y permeabilidad física. Problemas de arrastre de partículas. Tubificación.

Tema 6. El concepto de presión efectiva

Presión intergranular y presión neutra. Ley de Terzaghi. Presión efectiva. Peso específico sumergido. Fuerzas de arrastre de la filtración del agua. Problemas de levantamiento de fondo. Presiones usuales en depósitos de suelos.

Tema 7. Efectos de la tensión superficial del agua

Tensión superficial. Capilaridad. Succión. Definición del PF. Curvas de succión-humedad. Determinación de la succión en laboratorio. Estudio de los cambios de succión.

Tema 8. Compresibilidad e hinchamiento de los suelos

Compresibilidad de la arcilla. El edómetro. Curvas edométricas. Concepto de preconsolidación. Causa de preconsolidación. Efectos de la alteración de las muestras. Curvas de compresión en el terreno. Módulo edométrico. Índice de entumecimiento. Arcillas expansivas.

Tema 9. Teoría de la consolidación y sus aplicaciones

Teoría de Terzaghi-Fröhlich. Solución tabulada. Fórmulas aproximadas. Coeficiente de consolidación. Interpretación de curvas de consolidación. Consolidación secundaria. Deformación de fluencia.

Tema 10. Compactación de suelos

Ensayos de compactación. Ensayos Proctor. Ensayos Harvard. Estructura de los suelos arcillosos compactados. Fenómenos de expansividad. Fenómenos de colapso. Variaciones de características según el tipo de compactación.

Tema 11. Resistencia de los suelos y de las rocas

Rozamiento entre cuerpos sólidos. Criterio de rotura de Coulomb. Tensiones en un punto. El círculo de Mohr. Criterio de rotura de Mohr-Coulomb. Concepto de cohesión y rozamiento. Resistencia de los suelos semisaturados.

Tema 12. Ensayos de resistencia en laboratorio

Ensayo de corte directo. Ensayo triaxial. Condiciones de drenaje. Resultados típicos. Interpretación de resultados. Diagrama p-q. Tra-yectoria de tensiones. Ensayos de corte simple. Ensayos de corte anular. La resistencia residual.

Tema 13. Deformación del suelo y de las rocas. Presiones intersticiales

Deformaciones estáticas. Deformaciones plásticas. Cambios de volumen. Dilatancia. Presiones intersticiales. Coeficiente de presión

intersticial. Teorías tensión-deformación. El modelo hiperbólico.

Tema 14. Dinámica de suelos y rocas

Deformación en condiciones dinámicas. Licuefacción.

PARTE II. APLICACIONES GEOTÉCNICAS

Tema 15. Redes de filtración

Ecuación de Laplace. Soluciones de variable compleja. Propiedades de las redes de filtración. Dibujo de redes. Propiedades de las redes de corriente. Cálculos de caudales.

Tema 16. Redes de filtración (continuación)

Superficie libre. Soluciones de diques trapeziales. Anisotropía. Transformación de Samsiöe. Puntos singulares. Modelos físicos. Modelos numéricos. Ensayos de permeabilidad "in situ". Ensayos de bombeo.

Tema 17. El sólido elástico

Modelos tensión-deformación. Ecuaciones de la elasticidad. Soluciones elementales de la teoría de la elasticidad. Cargas concentradas. Cargas lineales. Cargas distribuidas en superficie. Soluciones analíticas. Soluciones tabuladas. Cálculo de tensiones. Cálculo de deformaciones y movimientos.

Tema 18. El sólido elástico (continuación)

Anisotropía. Heterogeneidades. Capa elástica sobre base rígida. Terrenos estratificados. Solución de Steinbrenner. Interacción suelo-estructura. Cimentaciones rígidas y flexibles. Distribución de tensiones de contacto. Módulo de balasto.

Tema 19. El sólido plástico

Rotura del terreno. Leyes de rotura. Criterios de fluencia. Dilatancia. Ecuaciones de la plasticidad. Líneas características. Soluciones analíticas. El problema de la carga de hundimiento bidimensional.

Tema 20. Teoría de Rankine

Estado Rankine activo y pasivo. Aplicación al cálculo de empujes. Empuje activo y pasivo. Efectos de interacción. Campo de velocidades.

Tema 21. Técnicas de reconocimiento. Ensayos "in situ"

Ejecución de sondeos. Técnicas de toma de muestras. Ensayos "in situ". Técnicas geofísicas. Penetración estática y dinámica. Ensayos SPT. Ensayos presiométricos. Ensayos de molinete. Determinación de tensiones naturales. Ensayos de placa de carga. Pruebas de campo a escala reducida. Otros ensayos.

Tema 22. Cimentaciones superficiales

Formas de cimentación. Cálculo de la carga de hundimiento. Fórmula de Brinch Hansen. Efectos de la profundidad de empotramiento.



Proximidad a un talud. Inclinación de la carga.
Cálculo de asentos. Asientos admisibles.

Tema 23. Cimentaciones profundas

Pilotajes. Cálculo de la carga de hundimiento.
Hinca de pilotes. Cargas admisibles. Pruebas de carga. Distribución de cargas en grupos de pilotes. Esfuerzos parásitos.

Tema 24. Muros de contención

Tipos de muros. Estructuras rígidas y flexibles.
Cálculo de empujes. Estabilidad de las estructuras de contención. Muros de gravedad. Deslizamiento, hundimiento y vuelco.

Tema 25. Estabilidad de taludes

Tipos de inestabilidad. Clasificación. Métodos de cálculo de estabilidad de taludes. El círculo de rozamiento. Ábacos de Taylor. Métodos de rebanadas. Programas de ordenador. Modelos numéricos.

Tema 26. Auscultación geotécnica

Observación y fiabilidad. Equipos de auscultación. Movimientos. Deformaciones unitarias. Presiones intersticiales. Células de carga. Otros equipos. Bases de la interpretación.

Tema 27. Coeficientes de seguridad

Fallos geotécnicos. Estudios de fiabilidad. Concepto de coeficiente de seguridad. Métodos de verificación con coeficientes parciales. Normativa.

CLASES PRÁCTICAS

Se resolverán durante el curso un total de unos ciento cincuenta problemas prácticos, al menos dos por cada tema teórico antes enunciado.

CLASES DE LABORATORIO

Se realizarán los siguientes ensayos.

- 1. Identificación de diferentes suelos.** Ensayos granulométrico por tamizado. Ensayo granulométrico por sedimentación. Densidades extremas de una arena. Determinación de los límites de Atterberg de un suelo arcilloso.
- 2. Determinación de la permeabilidad en el permeámetro.** Ensayo edométrico (preparación y una etapa de carga). Ensayo de compactación. Ensayo de compresión simple.
- 3. Ensayo de corte directo.** Ensayo triaxial. Demostración del levantamiento de fondo en tanque de arena. Licuefacción.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

JIMÉNEZ SALAS, J.A. y JUSTO ALPAÑÉS, J.L., *Geotecnia y Cimientos I*, Editorial Rueda, Madrid.

JIMÉNEZ SALAS, J.A., JUSTO ALPAÑÉS, J.L. y SERRANO GONZÁLEZ, A., *Geotecnia y Cimientos II*, Editorial Rueda, Madrid.

PUERTOS DEL ESTADO ROM 05.94, *Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias*, Ministerio de Fomento, Madrid.

MINISTERIO DE FOMENTO, *Guía de cimentaciones en obras de carretera*, Madrid.

Economía [4060]

4º curso, común, anual, 3 h/semana (teóricas), 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos fundamentales son proporcionar al alumno una sólida formación en Economía que le sirva de base para el estudio y comprensión de otras asignaturas del Plan de Estudios y mostrar la aplicación práctica de esta disciplina en múltiples facetas de su futura actividad profesional.

Con este enfoque, junto al estudio de los conceptos fundamentales propios del Análisis Económico y de la Economía de la Empresa, se abordará de forma especial la aplicación de estos conceptos económicos a la realidad de la ingeniería civil y del sector de la construcción.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ECONOMÍA GENERAL. MICROECONOMÍA. MACROECONOMÍA

Tema 1. Conceptos básicos de economía

Introducción a la ciencia económica. El flujo circular de la renta. El modelo competitivo básico. Los mecanismos de asignación de recursos.

Tema 2. Demanda, oferta y precio

El papel de los precios. La demanda. Desplazamientos de las curvas de demanda. La oferta. Desplazamientos de las curvas de oferta. La ley de la oferta y la demanda. El precio, el valor y el coste.

Tema 3. Utilización de la demanda y la oferta

La elasticidad-precio de la demanda. Los factores determinantes de la elasticidad de la demanda. La elasticidad-precio de la oferta. Utilización de las elasticidades de demanda y de oferta. Escasez y excedente. Interferencias en la ley de la oferta y la demanda.

Tema 4. El consumo

La elección del consumidor. Análisis de la curva de demanda. Utilidad. Modelo básico y realidad. Curvas de indiferencia y consumo. Elasticidad-renta. Efecto-sustitución y efecto-renta.

Tema 5. La oferta de trabajo y el ahorro

La decisión de oferta de trabajo. Capital humano y educación. Restricciones presupuestarias y ahorro. Las curvas de indiferencia y las decisiones de oferta de trabajo y de ahorro.

Tema 6. Los costes de producción

Beneficios, costes y factores de producción. La producción con muchos factores. Costes a corto y largo plazo. Costes y competitividad de los mercados. Economías de alcance. Curvas isocuantas y producción.

Tema 7. La producción

El ingreso. Los costes. Condiciones básicas de la oferta competitiva. Entrada, salida y oferta del mercado. Oferta a corto y largo plazo. Beneficios contables y económicos. La demanda de factores. Demanda de trabajo de una empresa.

Tema 8. Monopolios y competencia imperfecta. Estructuras del mercado. El nivel de producción del monopolio. La competencia imperfecta. Barreras a la entrada. El equilibrio con competencia monopolística. Competencia en el concepto de Schumpeter. El monopsonio. Demanda de factores en el monopolio.

Tema 9. El punto de vista macroeconómico: objetivos e indicadores

El crecimiento económico. El paro. La inflación. Flujos y stocks.

Tema 10. El modelo de pleno empleo

El equilibrio macroeconómico. Mercado de trabajo. Mercado de productos. Mercado de capitales. El equilibrio general. Ampliación del modelo básico de pleno empleo: el papel del Estado y el comercio internacional.

Tema 11. Análisis macroeconómico del paro

Reconsideración de los modelos macroeconómicos. El mercado de trabajo. El mercado de productos a corto plazo.

Tema 12. La demanda agregada

Análisis de la renta y el gasto. El consumo. La inversión. Efectos del Estado y del comercio internacional.

Tema 13. El dinero, la banca y el crédito

Funciones del dinero. El sistema financiero y la política monetaria. El mecanismo de creación de dinero en la economía. Los instrumentos de la política monetaria.

Tema 14. La inflación

Los costes de la inflación. Inflación y paro: la curva de Phillips. La inflación y el análisis de la demanda y la oferta agregadas. La inercia de la inflación.

Tema 15. Política fiscal y política monetaria

La política fiscal. La política monetaria. Eficacia relativa de la política fiscal y la política monetaria.

Tema 16. Crecimiento y productividad

Los ciclos económicos a largo plazo. Determinantes de la productividad de la economía. El crecimiento de la población activa. Costes del crecimiento económico. Los límites del crecimiento.

Tema 17. El desarrollo económico

Datos básicos. Explicaciones del subdesarrollo. Fracasos de la política económica. El modelo asiático de desarrollo. Redefinición del papel del Estado. El papel de los países avanzados. Perspectivas futuras.

Tema 18. Introducción a la economía pública

Funciones económicas del sector público. Financiación del gasto público: principios de la imposición. El gasto público y el déficit. La utilización del análisis coste-beneficio en la política de gasto público.

Tema 19. Efectos económicos de las infraestructuras

Introducción. Efectos macroeconómicos y sectoriales. La inversión pública como variable



de ajuste y estabilización. Efectos a largo plazo: efectos regionales y sobre la competitividad. Infraestructuras y equidad. El stock de infraestructuras y la convergencia real en España.

Tema 20. Infraestructuras y desarrollo económico

Indicadores de desarrollo e indicadores de stock de infraestructuras. Influencia de las infraestructuras en el desarrollo económico: aspectos conceptuales. Análisis empírico de la influencia de las infraestructuras en el desarrollo económico. Conclusiones.

Tema 21. La financiación de las obras públicas

Inversión pública y déficit presupuestario. Financiación pública, privada y mixta. El modelo español de provisión de infraestructuras.

Tema 22. Economía y medio ambiente

Desarrollo económico, calidad de vida y bienes ambientales. Integración del medio ambiente y el sistema económico. Equilibrio económico y equilibrio ecológico: el "gap" ecológico. Economía y política medioambiental.

Tema 23. La integración económica en Europa

El proceso de integración europea. La Unión Europea: instituciones y políticas. Los Fondos europeos. La moneda única: implicaciones para la política económica. España y la Unión Europea.

PARTE II. ECONOMÍA DE LA EMPRESA. CONTABILIDAD. FINANZAS.

Tema 24. Teoría de la contabilidad

Concepto de Contabilidad. Teneduría de libros. Contabilidad externa e interna. Sistemas de Contabilidad. Contabilidad por partida doble. Cuentas: sus denominaciones y personificación. Reciprocidad de cuentas. Asientos. Concepto de deudor y acreedor

Tema 25. El Balance

Concepto de Balance. Activo: concepto. Activo Circulante y Activo Inmovilizado. Pasivo: concepto. Pasivo Exigible y Pasivo no exigible. Significación de los saldos. Cuadro general de cuentas

Tema 26. Los libros de Comercio

Libros de Comercio, prescripciones del Código, legalización y fuerza probatoria. Libro diario, objeto, disposición y redacción de los asientos. Libro Mayor, objeto, disposición y redacción de los asientos; índice del Mayor. Libro de Inventarios y Balances: objeto y disposición de los inventarios; objeto y disposición de los Balances. La detección de errores en el trabajo contable. Corrección de errores.

Tema 27. Cuentas de realizable

Cuenta de Caja: concepto y movimiento. Cuenta de Bancos: concepto y movimiento.

Cuentas de Almacén. Almacén de primeras materias y de productos terminados. Criterios para valorar las salidas de almacén. Incidencia de esos criterios en los resultados. Cuentas de clientes. Cuenta de Efectos a cobrar. Cuenta de Gastos anticipados

Tema 28. Cuentas Corrientes

Cuentas personales. Cuentas corrientes: sus clases. Liquidación de cuentas corrientes con interés. Métodos Holandés y Directo. Método Indirecto. Métodos Americano y Hamburgués.

Tema 29. Ciclo contable de la Empresa Industrial

Ciclo comercial y ciclo industrial. Los Productos en fabricación: cuenta de productos en curso de fabricación. La Venta. Cuenta de Ventas. Ciclo contable de la empresa industrial.

Tema 30. Ciclo contable de la Empresa Constructora

La Obra en curso: cuenta de Obra en curso. La Venta en la empresa constructora. La cuenta de Obra ejecutada. Las cuentas de Obra a certificar y de Obra certificada. Ciclo contable de la empresa constructora.

Tema 31. Cuentas de Inmovilizado

Cuentas de Inmovilizado material: concepto y movimiento. Cuenta de inmuebles: concepto y movimiento. Concepto de Amortización: criterios. Fondos de amortización. Cuenta de Gastos de constitución. Otras cuentas amortizables.

Tema 32. Cuentas de resultados

Los resultados: concepto. Cuenta de Gastos Generales: concepto y movimiento. Cuenta de Intereses y Descuentos: concepto y movimiento. Resultados de explotación: resultados extraordinarios; resultados de la cartera de valores. Cuenta de Pérdidas y Ganancias: concepto. La formación del resultado. La distribución del resultado.

Tema 33. Cuentas de Pasivo

Cuenta de Capital: concepto y movimiento. Las Reservas: sus clases. Cuentas de Reservas: concepto y movimiento. Cuentas de Fondos de Previsión. Cuenta de Obligaciones. Créditos a largo y a corto plazo. Cuenta de Pagos pendientes. Cuenta de Efectos a Pagar.

Tema 34. Operaciones de cierre

Operaciones de fin de ejercicio. Asientos de regularización. Liquidación de Pérdidas y Ganancias. Balance de situación. Cierre y reapertura de cuentas. Liquidación del negocio: concepto y causas. Expresión contable de la liquidación.

Tema 35. El Plan General de Contabilidad

Objetivos del Plan General de Contabilidad. El Plan General: origen y características.



Contenido del Plan General. Cuadro de Cuentas. Definiciones y relaciones contables. Contabilidad analítica: Costes estándares y desviaciones. Cuentas anuales. Principios y criterios de valoración.

Tema 36. Sociedades

Introducción al concepto de empresa y empresario. Tipos de sociedades mercantiles en el ordenamiento jurídico español. Sociedades anónimas. Sociedades de responsabilidad limitada.

Tema 37. Sociedades del Sector de la Ingeniería Civil

Constitución. Empresas de ingeniería civil concesionarias, constructoras, auxiliares de construcción, proyectos, consultoría, control de calidad. Responsabilidad empresarial.

Tema 38. Sociedades financieras

Flujos reales y flujos financieros en la economía. El mercado financiero. Sistema bancario español, cajas de ahorro y entidades de crédito. El banco central.

Tema 39. Estructura del Balance de una Entidad de Crédito

Principios de negociación bancaria. Introducción a la estructura del balance y de la cuenta de resultados de una entidad de crédito. Pasivo. Activo.

Tema 40. Estructura del balance de las sociedades del sector de Obras públicas

Empresas constructoras. Empresas de consultoría. Otras.

Tema 41. Gestión de tesorería del sector

El presupuesto de tesorería como instrumento de gestión de la liquidez. Colocación de excedentes a corto y medio plazo. Inversiones y diversificación.

Tema 42. Estructura de la financiación de las sociedades del sector de Obras Públicas

Planificación de la estructura financiera de la empresa. Fuentes de financiación propias. Fuentes de financiación ajenas. La bolsa de valores como fuente de financiación, emisiones de valores de renta fija y variable. Nuevos instrumentos en la financiación internacional.

Tema 43. Financiación de activos fijos y circulantes.

Maquinaria, participaciones, créditos, descuentos, avales

Tema 44. El mercado bursátil

Salida a bolsa de una empresa: procedimientos y normativa. Ampliaciones de capital. Absorciones y fusiones.

Tema 45. Introducción a la evaluación de proyectos de inversión

Valoración de empresas. Análisis y evaluación de proyectos de inversión en carreteras, aeropuertos, trenes, puertos, recuperación de playas, obras hidráulicas, abastecimiento de aguas, tratamiento de aguas residuales, redes eléctricas y centrales, etc.

CLASES PRÁCTICAS

Resolución de ejercicios y problemas relacionados con los siguientes temas:

1. Equilibrio del consumidor
2. Costes de la empresa
3. Competencia perfecta
4. Monopolio
5. Contabilidad
6. Finanzas

Urbanismo [4053]

4º curso, común, anual, 3 h/semana (2 teóricas y 1 práctica), 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo es conseguir que el alumno comprenda en toda su complejidad el fenómeno urbano para lo que se aborda éste desde diferentes perspectivas: historia del urbanismo, economía urbana, morfología urbana, actividades urbanas y movilidad. Conseguida

esta comprensión se pretende que el alumno aprenda a desarrollar los diferentes tipos de planes de urbanismo: generales, parciales y otros, así como a redactar los proyectos de urbanización.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. INTRODUCCIÓN.

Tema 1. Introducción al urbanismo

Nacimiento del concepto de urbanismo. Objetivos del urbanismo. Definición de los límites del urbanismo. Evolución histórica de la ciudad. El urbanismo y la ordenación del territorio.

PARTE II. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CIUDAD.

Tema 2. El urbanismo en la antigüedad

Urbanismo prehistórico. El urbanismo en Mesopotamia y Egipto. El urbanismo griego. El urbanismo romano

Tema 3. El urbanismo medieval

La ciudad islámica. El clima político, económico y social. Características de la ciudad medieval. El urbanismo medieval en España

Tema 4. El urbanismo renacentista

Los tratadistas renacentistas. La ciudad renacentista. El urbanismo renacentista en España. Las ciudades de la colonización americana

Tema 5. El urbanismo barroco

Principios del urbanismo barroco. El urbanismo barroco en Europa. El urbanismo barroco en España

Tema 6. El urbanismo del siglo XIX

La Revolución Industrial. Características de la ciudad industrial. Aparición del urbanismo moderno. Las utopías del siglo XIX. Los comienzos de la legislación urbanística. Consecuencias de la Revolución de 1848. Características de la ciudad post-liberal.

Tema 7. El urbanismo del siglo XX

Cambio técnico y social. El urbanismo racionalista: principios. La Carta de Atenas. Características de la ciudad racionalista. Críticas al urbanismo racionalista. La crítica tecnológica. La crítica humanista. La crítica sociológica

PARTE III. ECONOMÍA URBANA

Tema 8. Los fundamentos económicos del fenómeno urbano.

La dimensión económica del hecho urbano y sus condicionantes. Ventajas económicas derivadas de la urbanización. Problemas económicos de la organización y el crecimiento urbanos. Necesidad de planificación en el urbanismo.

Tema 9. El mercado del suelo urbano

La naturaleza del valor del suelo urbano. El mercado del suelo urbano. La renta del suelo

Tema 10. El uso del suelo urbano

Las decisiones de localización. Los patrones de utilización del suelo urbano

Tema 11. El crecimiento urbano

La teoría de la base económica. El crecimiento urbano desde el punto de vista de la demanda. El crecimiento urbano desde el punto de vista de la oferta. Las economías de aglomeración

PARTE IV. MOVILIDAD

Tema 12. Los transportes y la estructura urbana

Los transportes y la extensión de las ciudades. La estructura de las ciudades y los transportes

Tema 13. La demanda de transporte

Factores de los que depende la demanda de transporte. Generación y atracción de viajes. Distribución zonal. Distribución modal. Asignación

Tema 14. La oferta de transporte

Características de los distintos sistemas de transporte: velocidad, capacidad, comodidad, frecuencia y coste

Tema 15. Problemas de organización y gestión de los transportes urbanos

Los problemas de movilidad en la ciudad. Los periodos "punta". La distorsión de precios y costes. Economías y deseconomías externas. Economía de las empresas de transporte público

Tema 16. Economía de los servicios públicos urbanos

Características de los servicios públicos. Razones de la intervención del Poder Público en la prestación de los servicios públicos. Las necesidades sociales y los bienes públicos. La demanda de los servicios públicos. Formas de prestación de los servicios públicos. La financiación de los servicios públicos. La fijación de los precios de los servicios públicos

PARTE V. ELEMENTOS, PARÁMETROS Y CONCEPTOS BÁSICOS

Tema 17. El espacio público viario: la calle

Clasificación de las calles. La calle y el espacio del peatón. La calle y el espacio del movimiento del vehículo: la calzada. La calle y el espacio del aparcamiento. La calle y el transporte público. La calle y la bicicleta. La calle como espacio de la coexistencia de tráficos. Los encuentros en el viario urbano: las intersecciones. La pavimentación de la calle. La vegetación en la calle. El mobiliario urbano.

**Tema 18. El espacio inservías o intervuario: la manzana y la edificación. Breve historia de la arquitectura contemporánea**

La manzana y la parcela como unidades, módulos y elementos básicos del diseño y de la forma urbana. La edificación en la parcela: condiciones de posición y ocupación. La edificabilidad y el aprovechamiento como parámetros básicos de la ordenación. La edificación: condiciones de volumen y forma. Las tipologías edificatorias. Breve historia de la arquitectura contemporánea.

Tema 19. El espacio público no viario: la plaza y el parque

La plaza, espacio público por antonomasia. La introducción de la vegetación en la ciudad. El sistema de zonas y espacios libres en la actualidad. Concepto, necesidades y funciones. Clasificación y jerarquía.

Tema 20. Las infraestructuras básicas y las infraestructuras de transporte

Reflexiones previas. Las redes de abastecimiento y saneamiento de poblaciones. El alumbrado público y las redes de suministro de energía eléctrica. El teléfono y las comunicaciones. Las infraestructuras básicas urbanas y las compañías explotadoras. Breve evolución de las infraestructuras de transporte. Las infraestructuras de transporte urbano

Tema 21. La morfología y el diseño urbano

La composición urbana como combinación y articulación de los elementos urbanos básicos: vías, manzanas, tipologías edificatorias y espacios libres. La modulación. La trama o entramado urbano como sistema primario de organización formal. La morfología urbana. Criterios de composición

PARTE VI. LAS ACTIVIDADES URBANAS**Tema 22. La actividad y los tejidos residenciales. Sus usos complementarios: los usos dotacionales y los equipamientos**

El casco antiguo. El Ensanche. Infravivienda, barraquismo y autoconstrucción. Los nuevos tejidos de edificación abierta. Los usos dotacionales y los equipamientos. Concepto, características y clasificación. El estándar urbanístico. Equipamientos y Estado del Bienestar

Tema 23. Las actividades económicas urbanas: la industria y el terciario

La actividad industrial. Concepto, características y clasificación. Los espacios industriales segregados. Las zonas de actividades logísticas. Criterios básicos de ordenación y diseño del espacio industrial. La actividad terciaria. Concepto, características y clasificación. El desarrollo de la actividad comercial en la ciudad. El nacimiento de la

oficina. Nuevos requerimientos y nuevas tendencias en espacios y edificios de oficinas. El urbanismo del ocio

Tema 24. El problema y las políticas de transporte, de ordenación del tráfico y del aparcamiento

El transporte como sector económico. El informe Buchanan sobre el tráfico en las ciudades. Los transportes colectivos

Tema 25. El centro y la centralidad

Los centros y la centralidad. Cascos antiguos y centros históricos. Ciudad y centralidad

PARTE VII. INTRODUCCIÓN A LA NORMATIVA URBANÍSTICA**Tema 26. La formación de las técnicas jurídico-urbanísticas de intervención urbana en España**

La necesidad del soporte jurídico y administrativo del urbanismo. Evolución y formación de las técnicas jurídico-urbanísticas de intervención urbana. Los problemas nucleares de la normativa urbanística. El urbanismo como función pública y la organización administrativa del urbanismo.

Tema 27. El sistema de planeamiento. Los planes urbanísticos

El sistema de planeamiento. Concepto, principios de articulación y tipología. Los niveles de planeamiento. Los planes de ámbito municipal. El Plan General de Ordenación Urbana. La clasificación del suelo. Los planes de ordenación del fragmento urbano. El Plan Parcial de Ordenación

Tema 28. La ejecución del planeamiento, el derecho de propiedad y el urbanismo

La ejecución del planeamiento y los sistemas de actuación. Regulación y definición del contenido del derecho de propiedad: el régimen urbanístico del suelo. Los sistemas generales. El principio de equidistribución.

Tema 29. El control de la legalidad urbanística. Instrumentos de intervención en el mercado del suelo

La intervención administrativa en la edificación y en los usos: la licencia urbanística. La protección de la legalidad urbanística: infracciones y sanciones. Instrumentos de intervención en el mercado del suelo

PARTE VIII. EL MERCADO INMOBILIARIO**Tema 30. Introducción al mercado inmobiliario**

El mercado inmobiliario: concepto, marco y principales características. Marco normativo e institucional del mercado inmobiliario. Tipología de los productos inmobiliarios y principales subsectores del sector inmobiliario. El planeamiento como configurador de la oferta inmobiliaria. La estimación de la demanda



como magnitud fundamental del planeamiento. Introducción a la valoración inmobiliaria. La formación de los precios y los costes de la promoción inmobiliaria: valor residual y valor de repercusión. La formación del precio del suelo.

Tema 31. El proceso de producción y los operadores inmobiliarios. Políticas de suelo y vivienda

Promoción y proceso de producción inmobiliario. Principales agentes que intervienen en el proceso: los operadores inmobiliarios. El suelo como elemento básico en el planeamiento y la ordenación urbana: el mercado del suelo. Objetivos de la política de suelo. Algunas notas del marco actual de la política de vivienda.

PARTE IX. EL PROBLEMA URBANO

Tema 32. La sociedad urbana

El crecimiento de la población mundial y de la tasa de urbanización: la ciudad moderna. La nueva sociedad urbana. Muerte y vida de las grandes ciudades.

Tema 33. La sociedad actual. Características y tendencias. Crítica

La sociedad contemporánea. Formación y crisis del Estado del Bienestar.

Tema 34. Crisis medioambiental y sociedad

Sociedad contemporánea y crisis medioambiental. Principales problemas medioambientales.

PARTE X. EL PLANEAMIENTO URBANO Y LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Tema 35. Los proyectos de ejecución

El proyecto de urbanización. Concepto, contenido y caracterización. Otros proyectos de ejecución.

Tema 36. El planeamiento del fragmento urbano

El Plan Parcial de Ordenación. Concepto, objeto y contenido. Metodología para su

elaboración. El plan parcial, el diseño de los espacios públicos y el proyecto de urbanización. Precisión sobre el contenido y configuración documental del plan parcial.

Tema 37. El planeamiento municipal

Caracterización del planeamiento a nivel municipal. El Plan General de Ordenación Urbana. Concepto, objeto y contenido. Determinaciones de carácter general. Régimen de cada tipo de suelo. El planeamiento general: autonomía, jerarquía y concertación. Metodología para la redacción y elaboración del planeamiento general

Tema 38. Planeamiento de grandes ámbitos territoriales

Breve reflexión sobre el concepto de ordenación del territorio. El Plan Director de Infraestructuras y la ordenación del territorio. Justificación de la necesidad de la actuación sobre la realidad urbana y territorial. La teoría del planeamiento.

CLASES PRÁCTICAS

Trabajo práctico de planeamiento. Se realización por grupos de alumnos de un trabajo práctico de planeamiento.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

VALERO, J. (2005); *Apuntes de urbanismo 1. Historia*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid

VALERO, J. (2005); *Apuntes de urbanismo 2. Economía, movilidad*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid

SANTAMERA, J.A. (1998); *Introducción al planeamiento urbano*, Colegio Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Inglés II [4074]

4º curso, común, anual, 3 h/semana (2 teóricas y 1 práctica), 90 h/año, 9 créditos.

Prerrequisitos: *Inglés I* [3073]

Objetivos docentes

La finalidad de la asignatura es, primeramente, que los alumnos adquieran el lenguaje necesario que les permita una eficiente y correcta interacción y comunicación en el medio académico y profesional. Partiendo de un enfoque temático y aplicado a sus necesidades, se les familiariza con la práctica de los géneros

y las técnicas más frecuentes en la ingeniería civil. Se han seleccionado aquellos géneros más apropiados y más útiles para su futuro profesional. Las áreas de estudio abarcan una amplia y actualizada práctica en las principales funciones y convenciones utilizadas por la comunidad científico-técnica, teniendo en



cuenta los objetivos específicos siguientes: (1) Destreza lectora: práctica de lectura intensiva y extensiva, que distinga distintas partes del texto. Destreza de producción escrita: Práctica de resúmenes, informes, casos de estudio, e instrucciones escritas, (2) Destreza de comprensión auditiva: Práctica de ejemplos

hablados de ingeniería, (3) Destreza de producción oral: Práctica de situaciones en contexto de la ingeniería, (4) Destreza de traducción técnica: Práctica de traducción directa e inversa en el mundo de la ingeniería civil.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Unit 1. Construction materials

Genre: Case studies. Appropriate terminology. Paragraph structure: introduction and conclusion formulae. Formulating definitions function and process descriptions.

Unit 2. Foundations and soil mechanics

Genre: Expository texts and textbooks. Appropriate terminology. Writing physical and spatial descriptions. Organizing stages: general-to-specific. Linking and bridging discourse. Writing essays.

Unit 3. Road construction

Genre: Engineering manuals. Appropriate terminology. Writing instructions: direct and indirect. Describing spatial characteristics. Text to graphics relationship. Describing data.

Unit 4. Hydraulic structures

Genre: Abstracts/Journal articles. Appropriate terminology. The art of summarizing. Paraphrasing. Presenting results. Use of bibliographies and quotations. Avoiding plagiarism.

Unit 5. Steel beams and trusses

Genre: Poster display/Formal presentations. Appropriate terminology. Practising classification and exemplification. Selecting and presenting information.

Unit 6. Building bridges

Genre: Engineering technical reports. Appropriate terminology. Practising trouble shooting and problem solving techniques.

Unit 7. Tunnelling techniques

Genre: Technical reports / case studies. Appropriate terminology. Presenting and developing engineering techniques. Suggesting further improvements. Developing critical thinking.

Unit 8. Environmental and sanitary engineering

Sewage plants. Genre: Organising Technical Journal Articles (I). Appropriate terminology. Different parts: Title, Abstract; Introduction:

establishing a context, reviewing previous research, advancing to present research.

Unit 9. Metal fracture and fatigue

Genre: Organising Technical Journal Articles (II). Appropriate terminology. Different parts: Method; Materials; Results and Discussion. Conclusions. Bibliographical references.

Unit 10. The engineering professional market

Genre: Writing professional CVs. Formal interviews. Describing personal characteristics and qualifications. Using appropriate terminology and body language. Practising topic shifting and turn-taking in formal situations.

CLASES PRÁCTICAS

1. Clases Prácticas de Multimedia. Interactive activities with CDs, DVDs, Civil engineering websites, etc. Main topics: modern representative bridges; Transportation engineering.

2. Seminario de Traducción Técnica. Estudio contrastivo de textos en inglés y en español. Prácticas de traducción directa y de traducción inversa en textos de ingeniería civil.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

BEIGBEDER ATIENZA, F. (2002); *Polytechnic Dictionary of Spanish and English Languages, (2 tomos)*, Díaz de Santos: Madrid.

BENESH, S. (2001); *Critical English for Academic Purposes, Theory, Politics, and Practice*. New Jersey Laurence Erlbaum Associates, Inc.

EMDEN, J. van (1996); *Technical Writing and Speaking*, The McGraw-Hill Companies: London.

KOCH, P. (1984); *Engineering. Civil and Mechanical Engineering*, Macmillan Publishing Company: New York.

WEISSBERG, R. (1990); *Writing Up Research*, Prentice Hall, New Jersey.



Quinto Curso

- Carga lectiva total del curso: 750 horas
- Carga lectiva en asignaturas comunes: 570 horas
- Carga lectiva en asignaturas de especialidad: 180 horas

Asignaturas comunes

- Carga lectiva del curso en asignaturas comunes: 570 horas
 - Asignaturas comunes: 5 anuales y 1 semestral

Arte y Estética de la Ingeniería Civil [5027]

5º curso, común, anual, 2 h/semana teóricas, 60 h/año, 6 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo es familiarizar al alumno con los distintos tipos de construcciones y sus protagonistas. Desde la distancia de la estética como rama filosófica, se apoya en la historia para mostrar cómo construían nuestros antepasados y derivar de ello las bases del actual quehacer del ingeniero. Muestra las

principales obras construidas, con gran apoyo en las imágenes, y analiza cómo se desarrolló su diseño y construcción, para enraizar los conocimientos prácticos adquiridos en otras disciplinas en un tronco común definitorio de la esencia de la profesión.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. HISTORIA Y ESTÉTICA DE LA INGENIERÍA CIVIL

Tema 1. Presentación del tema.

Reflexión crítica sobre la esencia de la ingeniería civil. Estética, Historia, Naturaleza. El paisaje como nivel de interpretación. La crítica como perspectiva unitaria: forma, técnica y función. Sus instrumentos de representación: alzado, sección y planta. Método: referencia a lo actual, ejemplos, diapositivas. Evaluación: examen, trabajos.

Tema 2. Conceptos básicos: tipos estructurales y terminología

Terminología de la construcción. Principales materiales. La idea de tipo. Tipos de construcciones. Tipos estructurales. Diseño de las formas. Metodologías. Procedimientos constructivos.

Tema 3. Organización del espacio clásico. Egipto, Grecia, Roma

Estructura espacial y temporal de Egipto. El río Nilo. La pirámide, los templos. Grecia: la escala humana. Los órdenes. Aproximación a la naturaleza. El templo. El teatro. Fundación de la ciudad: ritos y determinaciones. La relación de la ciudad con los puertos. Carácter y Genius Loci como herencia clásica.

Tema 4. La construcción romana

Universalización de materiales y procesos constructivos en Roma. La piedra. El ladrillo. El hormigón romano. Diferentes tipos de fábricas. Muros, arcos, bóvedas. Cúpulas: el Panteón. Arcos triunfales. Coliseos. Termas.

Tema 5. Ingeniería hidráulica romana

Vitrubio y Frontino. Organización abastecimiento y saneamiento. Captaciones, conducciones, acueductos y depósitos: Tarragona, Toledo, Segovia, Mérida, Chelva. Presas: sentido y tipología. Presas: Proserpina,



Cornalbo, Almonacid, Esparragalejo, Iturranduz. Termas. Alcantarillado.

Tema 6. Puentes y ciudades romanos

Trazado y territorio. El sistema de calzadas con centro en Roma. Arcos de piedra. Los logros romanos. Mérida, Alcántara. La villa romana. La ciudad, estructura y fundación.

Tema 7. Prerrománico, bizantino, románico

La basílica paleocristiana. Bizancio. Santa Sofía de Constantinopla. El prerrománico español: arte visigodo, asturiano y mozárabe. Los monasterios. Ubicación, estructura y articulación. El claustro. La iglesia románica. Estructuras, plantas, bóvedas y torres. Cluny. Santiago de Compostela.

Tema 8. Puentes y caminos medievales

Caminos árabes: El Arrecife, descripciones de El Edrisí. Redes medievales de caminos: importancia de los puentes. Caminos feudales y pontazgos. El camino de Santiago. Puentes medievales europeos. Puentes fortificados. Los monjes constructores.

Tema 9. Construcción hispano árabe. Castillos, Córdoba. Granada

Castillos y defensas naturales. Ubicación en relación con la geomorfología. Castillo de Gormaz. La ciudad y sus murallas. La ciudad a finales de la edad media, como recinto de seguridad. El arco de herradura. Mezquitas: Jerusalén, Kairuán y Córdoba. La Alhambra de Granada, lugar por excelencia.

Tema 10. Gótico. La estructura nervada

La catedral gótica. Sistemas estructurales. Arco ojival, bóvedas, arbotantes. Funcionalidad del sistema. Consideraciones resistentes y de estabilidad. Evolución tipológica. Catedrales francesas versus catedrales inglesas.

Tema 11. Renacimiento, ideas, ingenieros

El nuevo estilo renacentista. Leonardo da Vinci, artista, arquitecto, ingeniero. Brunelleschi. Santa María dei Fiori en Florencia. El orden y el espacio. La planta central. La ciudad ideal. Los tratados de arquitectura y construcción renacentistas. Antonio da Ponte, Philibert de l'Orme. Evolución de las cúpulas. Cúpula de San Pedro

Tema 12. Obras Públicas del XV y XVI. Puentes y presas

características de los puentes renacentistas frente a los medievales: Rialto, Trinitá, Pont Neuf. En España: Montoro, Almaraz, Obispo, Ariza, Benamejé. La madera. Cerchas y celosías. Presas: las presas levantinas. Las albuernas extremeñas. Canales, canal Imperial de Aragón, riegos o navegación. Turriano en Toledo. Mina de Daroca. Fuentes.

Tema 13. La ciudad y la villa. San Pedro.

Domenico Fontana

Ciudad ideal e intervenciones urbanas: Pienza y Urbino. Domenico Fontana: el obelisco y las nuevas calles de Roma. Nuevos sistemas de poder en el siglo XVIII. Paisaje y asentamientos. La villa. Villa Lante. Andrea Palladio. Miguel Ángel. San Pedro y Capitolio.

Tema 14. Ingeniería del XVIII. Perronet

Puentes de fábrica. Perronet, Sejourné. Cuerpos de ingenieros de caminos en Francia y España. Aparición de las Escuelas. El ingeniero civil inglés: John Smeaton. Navegación fluvial, canales y esclusas. Puertos: Cherburgo, Dieppe, maquinaria de puertos.

Tema 15. Industrialización. El hierro, los puentes

La Revolución Industrial. El hierro fundido. Hierro forjado. Primeros puentes de hierro en Inglaterra. El puente de Coalbrookdale, historia y crítica. Thomas Telford. Puentes de hierro en Francia. Las vigas de alma llena: Stephenson y el puente Britannia. Brunel y el puente de Saltash.

Tema 16. Ingeniería hidráulica del XIX. Canales y presas

Canales del XVI al XVIII en Francia, Inglaterra y España. Canales del XIX en España: Imperial de Aragón, de Castilla, Tamarite. Riegos, desecación de lagunas. Administración hidráulica, inundaciones. Presas en el XIX: técnicas, el perfil racional, presas mineras. Subpresión.

Tema 17. Cubiertas de hierro y cristal. Paxton. Estaciones. Eiffel

Sistemas de cubrición. Primeras cubiertas de hierro y cristal. Joseph Paxton y el Crystal Palace. Exposición Universal de París Las estaciones de ferrocarril. Naves industriales. Prefabricación. Estructuras tubulares

Tema 18/. La ciudad a finales del XIX. Ensanches. Cerdá. Soria

Abastecimiento, saneamiento y crecimiento de las ciudades. Desarrollo legislativo. Ley de aguas. Problemas sociales y sanitarios. Haussmann y la reforma de París. Ildelfonso Cerdá y la reforma de Barcelona. Arturo Soria y la Ciudad Lineal. Mejoras en ingeniería sanitaria: estándares y desarrollo tecnológico.

Tema 19. Grandes puentes colgantes, Roebling, Ammann, Strauss

Las cadenas de hierro. Menai Straits y Conway. Marc Seguin y sus puentes de cables. John Roebling: puentes de Pittsburgh, Niágara y Cincinnatti. El puente de Brooklyn: historia y crítica. Baker y el Fith of Forth. Puentes de Nueva York. Otmar Ammann: el George Washington, Bronx y Verrazano. Joseph



Strauss: el Golden Gate. Puentes ingleses y japoneses

Tema 20. Grandes puentes metálicos. Arcos y celosías

Celosías. Antecedentes de madera. Primeros desarrollos y principales tipos: Warren, Pratt, Howe, Fink y Bollman. Tipologías mixtas. Viaductos de palizadas. Las pilas de acero. Lanzamiento de los tramos. Nordling. Eiffel. Arcos: James Eads y el puente de St. Louis. Eiffel. Puentes de María Pía, Garabit y Viaur. Puente de Bayonne sobre el Kill van Kull. El puente de Sidney. Grandes arcos europeos metálicos

Tema 21. Hormigón armado. Maillart, Torroja

Cemento Portland. Ensayos y publicaciones de Vicat. El hormigón pisé. François Coignet. Primeros puentes de hormigón. Primeras presas de gravedad en hormigón. El hormigón armado. Hennebique: invención y marketing. La extensión europea y americana. Robert Maillart. Arcos triarticulados. El puente de Salginatobel: estructura y entorno. Eduardo Torroja. Primeras obras. Las láminas de hormigón: características y desarrollo. El mercado de Algeciras. El frontón Recoletos. El hipódromo de la Zarzuela.

Tema 22. Agua. Grandes presas hasta 1945

Desarrollo tecnológico: Presas en arco y presas bóveda del XX. Principales presas españolas. André Coyne y las presas de bóvedas múltiples. Presas de contrafuertes.

Tema 23. Hormigón pretensado y prefabricación Freyssinet, Nervi

Eugène Freyssinet: biografía. Puente del Veudre. Hangares de Orly. Puente de Plougastel. El invento del pretensado. Luzancy. Pier Luigi Nervi: bóvedas nervadas y prefabricación. Hangares de Orvieto. El ferrocemento. Palacio de los deportes de Roma. Finsterwalder. Voladizos sucesivos. Dovelas. Puentes empujados

Tema 24. Puentes en arco y atirantados

Grandes arcos de hormigón. Ribera. Viaducto sobre el Esla. Modificaciones tipológicas sobre la piedra. Aligeramientos del tímpano. Sando, KRK, Gladesville. Procedimientos constructivos. Arcos mixtos. Viaductos de ferrocarril. La aparición del tirante. Tipología, tirantes en abanico y arpa. Acero y hormigón. Maracaibo, Norderelbe, Barrios de Luna, Millau.

PARTE II. INGENIERÍA CIVIL Y TERRITORIO

Tema 25. Planificación y obras hidráulicas actuales

Planificación regional e hidráulica. La Tennessee Valley Authority. Problemas

ambientales. Planificación en España: Lorenzo Pardo, Transvase Tajo Segura, trasvase del Ebro. Presas de materiales sueltos en USA. Realizaciones españolas. Presas de hormigón compactado.

Tema 26. Puertos y utilización de la costa

El Mediterráneo: puertos y rutas de navegación. El esquema atlántico. Puertos de Ultramar. Diques y muelles. Relaciones puerto - ciudad. Ocupación de la costa por la urbanización. Paseos marítimos. Faros

Tema 27. Infraestructuras de transporte: autopistas, ferrocarriles, aeropuertos

Nacimiento del ferrocarril. Crecimiento de la red española. Túneles y viaductos. Paso de los grandes obstáculos naturales. Estaciones de ferrocarril. El AVE. Intercambiadores. Aeropuertos, terminales.

Tema 28. Puentes de fin de siglo

Avances de cálculo y diseño. Evolución de la sección transversal. Puentes atirantados. Riqueza volumétrica. Puentes españoles. Juanjo Arenas. José A. Fernández Ordóñez. Julio Martínez Calzón. Javier Manterola. Leonardo Fernández Troyano. Santiago Calatrava. Otros puentes: Norman Foster. Jorg Schlaich.

Tema 29. Torres y grandes edificios

Edificios en esqueleto. Rascacielos en Chicago. Louis Sullivan.. Eiffel y su torre. Esquemas resistentes de los edificios altos. Rascacielos de Chicago: Marina Towers, Hancock, Sears. Rascacielos de Nueva York y Hong Kong.

Tema 30. Ingenieros de caminos y grandes constructores

Béldor y sus manuales. John Smeaton y la Institution of Civil Engineers. Perronet y l'École des Ponts et Chaussées. Bethancourt y la Escuela de Ingenieros de Caminos. Lucio del Valle, Saavedra, Sagasta, Echeagaray, Ribera, Martín Gil, Sánchez del Río, Lorenzo Pardo, Peña Boeuf, Ildefonso del Río, Fernández Casado

CLASES PRÁCTICAS

Los alumnos desarrollan un trabajo de investigación que pretende un contacto directo con la realidad construida, y una cierta familiarización con los rudimentos de la investigación, a través del trabajo en equipo.



Estructuras Metálicas [5030]

5º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de la asignatura es la de transmitir al alumno conocimientos teóricos y prácticos para conocer la normativa española EA-95 y la europea EC-3, necesarias para aplicar al cálculo de estructuras metálicas y para su diseño. El alumno conocerá los materiales empleados, las ventajas e inconvenientes en su utilización y las tipologías utilizadas. Entre sus objetivos esta el de ser capaz de realizar el cálculo de una

estructura de edificación, bien sea de vivienda o de nave industrial, definiendo la topología adecuada, el material idóneo, su ejecución y los procesos de protección para su adecuado mantenimiento y conservación. Así mismo se estudian los casos de edificios singulares, incluyendo edificios de altura, y teniendo en cuenta efectos sísmicos y de viento.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Normativa de Estructuras Metálicas.

Evolución de la normativa. Normativa española EA-95. Normativa europea EC-3. Normativa internacional. Comparación de normativas. Tendencias en la normativa.

Tema 2. Tipos de aceros utilizados en construcción.

Aceros europeos y americanos. Características resistentes de los aceros. Aceros especiales.

Tema 3. Criterios de cálculo.

Comprobación de la sección: Criterios de Tresca, Von Mises. Criterios de seguridad: Comprobación de tensiones. Coeficientes de seguridad.

Tema 4. Métodos de cálculo.

Estados límites de cálculo: estado límite de servicio y estado límite último.

Tema 5. Cálculo elástico, plástico y elástico-plástico.

Métodos de cálculo.

Tema 6. Análisis de piezas flectadas.

Efectos combinados de flexión y cortante. Planteamiento de la EAE. Planteamiento del Eurocódigo 3.

Tema 7. Estudio de los efectos del esfuerzo cortante.

Determinación del centro de esfuerzos cortantes. Comportamiento de la sección: Deformaciones debidas a cortante.

Tema 8. Torsión: sus causas.

Comportamiento de la sección. Torsión uniforme y torsión no uniforme: sus efectos y su cálculo. Alabeo de la sección

Tema 9. Fenómenos de inestabilidad.

Clasificación. Causas y efectos. Inestabilidad de piezas. Inestabilidad de chapas.

Tema 10. Esfuerzos de segundo orden.

Coeficientes de amplificación.

Tema 11. Piezas sometidas a compresión centrada.

Pandeo: Piezas ideales. Comportamiento de las piezas ideales a pandeo. Cálculo de la carga de pandeo.

Tema 12. Comportamiento a pandeo de las piezas reales.

Método w. Cálculo de la EAE.

Tema 13. Pandeo de piezas reales.

Curvas europeas de pandeo. Cálculo EC-3.

Tema 14. Inestabilidad de los paneles de chapa de una pieza.

Abolladura: Resistencia poscrítica. Cálculo y distribución de rigidizadores.

Tema 15. Inestabilidad de piezas

Pandeo por torsión. Pandeo lateral.

Tema 16. Uniones

Uniones atornilladas, comportamiento de las uniones. Tipología de uniones atornilladas.

Tema 17. Tornillos ordinarios.

Tornillos de alta resistencia. Cálculo de las uniones atornilladas. Determinación de la rigidez de la unión.

Tema 18. Uniones soldadas

Tecnologías de soldadura. Tipología de uniones soldadas.

Tema 19. Cálculo de uniones soldadas.

Uniones rígidas. Unión con chapa frontal.

**Tema 20. Estructuras mixtas**

Análisis elásticos y plásticos de estructuras mixtas.

Tema 21. Conexiones

Tipos de conexiones: rígidas y flexibles. Cálculo de las conexiones Topología de estructuras mixta.

Tema 22. Ejecución de estructuras metálicas

Planos de taller. Ejecución en taller y "in situ"

Tema 23. Seguridad y control de calidad de la ejecución

Protección contra corrosión. Mantenimiento y conservación.

Tema 24. Estructuras de edificación

Diseño estructural de edificios. Determinación de trasnacionalidad o intraslacionalidad (EC-3).

Tema 25. Estudio de estructuras de edificación sometidos a cargas horizontales

Viento y sismo. Cálculo según su topología: Arriostramiento clásico. Estructura de nudos rígidos. Edificios de altura.

Tema 26. Estructuras de edificación industrial

Vibraciones de maquinaria. Problemas de cimentación de pilares. Puentes grúa. Cálculo de vigas carril.

Tema 27. Tipología de estructuras metálicas

Edificios. Estructuras singulares. Puentes.

CLASES PRÁCTICAS

Se realizarán prácticas de elementos de una estructura de edificio y de una nave industrial

(EA-95 y EC-3) dando en conjunto lugar a sendos proyectos de estructuras metálicas.

1. Determinación de acciones.
2. Análisis de tensiones en una pieza.
3. Dimensionamiento a flexión de una viga metálica.
4. Determinación del centro de esfuerzos cortantes.
5. Cálculo a cortante de una pieza metálica de sección abierta.
6. Cálculo a torsión (sección cerrada)
7. Cálculo a torsión (sección abierta)
8. Comprobación a esfuerzos combinados.
9. Cálculo a pandeo de un perfil simple.
10. Cálculo a pandeo de piezas compuestas.
11. Cálculo a flexión de vigas armadas de alma llena.
12. Cálculo a flexión de vigas aligeradas.
13. Comprobación a abolladura.
14. Cálculo de rigidización de una viga armada.
15. Cálculo de una unión atornillada con chapa frontal.
16. Cálculo de unión con tornillos de alta resistencia.
17. Cálculo de uniones soldadas.
18. Cálculo de una basa de cimentación.
19. Cálculo de un forjado mixto.
20. Cálculo de una viga mixta.

Obras Hidráulicas [5034]

5º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura se enfoca como la culminación de la formación generalista del Ingeniero de Caminos en materia de Ingeniería Hidráulica. El objetivo de esta materia es el de dotar al alumno de la capacidad suficiente para desarrollar totalmente las competencias en lo que se refiere a: (1) concebir, estudiar la viabilidad y

anteproyectar sistemas hidráulicos, (2) redactar el proyecto de construcción de obras hidráulicas, (3) dirigir la construcción de obras hidráulicas, (4) gestionar, conservar, explotar y reparar sistemas hidráulicos y (5) planificar, promover y gestionar proyectos de sistemas hidráulicos.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS

Tema 1. El agua y las obras hidráulicas

El agua y sus usos: demandas de agua. Las obras hidráulicas y el medio ambiente. Concepto y tipos de obras hidráulicas.

Tema 2. Estudios hidrológicos

Estudio de aportaciones. Estudio de caudales máximos.

Tema 3. Estudios de regulación

Conceptos básicos de regulación. Dimensionamiento y gestión de embalses. Dimensionamiento de conducciones de trasvase.

PARTE II. OBRAS HIDRÁULICAS DE REGULACIÓN: PRESAS

Tema 4. Cuestiones generales sobre presas

Objetivos e importancia de las presas. Tipos de presas. Niveles, aliviaderos, desagües y tomas. Estudios hidrológicos e hidráulicos. Estudios y tratamientos del terreno. Normativa legal vigente.

Tema 5. Presas de fábrica

Presas de gravedad: análisis de la sección transversal. Elementos característicos de las presas de gravedad de hormigón convencional y de hormigón compactado. Presas aligeradas y presas bóveda. Detalles de diseño. Cálculo estructural. Comprobación de la estabilidad. Construcción de presas de fábrica. Fabricación, puesta en obra y curado del hormigón. Recrecimientos de presas de fábrica.

Tema 6. Presas de materiales sueltos

Características generales de las presas de materiales sueltos. Presas homogéneas. Presas con núcleo impermeable. Presas con pantalla de hormigón. Presas con pantalla asfáltica. Presas con núcleo asfáltico. Métodos de cálculo. Materiales para presas de materiales sueltos. Filtros, drenes y pantallas. Construcción de presas de materiales sueltos. Recrecimiento de presas de materiales sueltos.

Tema 7. Órganos hidráulicos de las presas

Tipología de aliviaderos. Laminación de avenidas. Vertederos. Compuertas. Canales de descarga. Ondas cruzadas. Cuencos amortiguadores y trampolines. Desagües profundos. Tomas. Cavitación. Sistemas de aireación.

Tema 8. Explotación de presas

Explotación de presas en situación ordinaria y extraordinaria. Auscultación de presas. Conservación y reparación de presas. Documentos de seguridad de presas.

PARTE III. OBRAS HIDRÁULICAS DE TRANSPORTE: CONDUCCIONES

Tema 9. Conducciones en presión

Tipos tubos: componentes y características. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento mecánico de tuberías. Optimización de redes ramificadas: planteamiento, conceptos básicos y procedimiento operativo del sistema Granados. Trazado, proyecto, construcción y equipamiento de conducciones. Sistemas de control.

Tema 10. Conducciones en lámina libre

Tipos de canales. Trazado de canales. Problemas geotécnicos en canales. Sección tipo. Cálculos hidráulicos y dimensionamiento de canales. Revestimiento y drenaje. Canales en tierra. Construcción de canales. Obras especiales en canales. Regulación de canales. Sistemas de control.

PARTE IV. BOMBEOS Y APROVECHAMIENTOS ENERGÉTICOS

Tema 11. Estaciones de bombeo

Conceptos básicos. Clases y características de las bombas rotodinámicas. Criterios de selección de bombas. Normas de instalación y montaje de bombas. Diseño de estaciones de bombeo. Protecciones y enclavamientos. Transitorios y equipos antiariete.

Tema 12. Aprovechamientos hidroeléctricos

Tipos de saltos de agua y mercado eléctrico. Saltos fluyentes y en derivación. Saltos de pie de presa y reversibles. Turbinas hidráulicas. Selección de turbinas. Diseños de saltos hidroeléctricos. Protecciones. Transitorios y equipos antiariete.

PARTE V. REGADÍOS, OBRAS FLUVIALES Y ACUÍFEROS Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Tema 13. Regadíos

Necesidades hídricas de los cultivos. Técnicas de riego. Riego por aspersión. Riego localizado. Cálculo de caudales en redes colectivas de riego. Infraestructura de la red de riego.

Tema 14. Obras fluviales

Obras de encauzamiento. Defensa y corrección de márgenes fluviales.

Tema 15. Acuíferos

Captaciones de aguas subterráneas. Explotación de acuíferos y recarga artificial.

Tema 16. Restauración medioambiental

Problemas medioambientales. Medidas preventivas y correctoras. Actuaciones para la restauración ambiental.



PARTE VI. OPTIMIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RECURSOS HIDRÁULICOS

Tema 17. La administración hidrográfica

La legislación de aguas. La administración de las aguas.

Tema 18. Evaluación económica de proyectos

Manipulación de los flujos monetarios.
Comparación económica de inversiones.
Dimensionamiento óptimo de proyectos

Tema 19. Métodos de planificación hidrológica

Modelos de simulación y optimización.
Técnicas de ayuda para la gestión hidráulica.
Análisis de los sistemas hidráulicos

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Estudios de regulación:** Dimensionamiento y gestión de embalses. Canales de trasvase.
- 2. Laminación de avenidas:** Cálculo analítico y cálculo gráfico de laminación.
- 3. Órganos de desagüe de las presas:** Cálculo de aliviaderos, compuertas, cuencos amortiguadores, trampolines y desagües profundos y tomas.
- 4. Estabilidad de presas de fábrica:** Cálculo de las sollicitaciones y reacciones, combinación de sollicitaciones y comprobación de la estabilidad.
- 5. Presas de materiales sueltos:** Comprobación de la estabilidad.
- 6. Predimensionamiento de presas:** Selección del tipo de presa más adecuado, encaje en el terreno, definición de su sección tipo y de sus parámetros más representativos.
- 6. Conducciones en presión:** Cálculos hidráulicos para dimensionamiento de tuberías y optimización de redes ramificadas mediante el sistema Granados.
- 7. Conducciones en lámina libre:** Cálculos hidráulicos y dimensionamiento de canales.

8. Estaciones de bombeo: Selección de bombas, cálculo de estaciones de bombeo y transitorios y protección antiarriete.

9. Saltos hidroeléctricos: Selección de turbinas y cálculo de los parámetros para diseño de un salto.

10. Regadíos: Cálculo de caudales en redes de riego y dimensionamiento de las conducciones.

11. Evaluación económica de proyectos: Evaluación económica de proyectos ya construidos y obtención de las variables óptimas para diseño de los proyectos futuros.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Viaje de 5 días completos con visitas guiadas a diversas obras hidráulicas, en construcción o ya ejecutadas, de los siguientes tipos: presas, canales, tuberías, encauzamientos, regadíos, estaciones de bombeo, centrales hidroeléctricas, estaciones de aforo, oficinas de control y explotación, etc.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

VALLARINO, E., (2004); *Tratado Básico de Presas, Volúmenes I y II;* Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

GRANADOS, A. et al., (2000); *Problemas de Obras Hidráulicas;* Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

MARTIN CARRASCO, F.J. y GARROTE, L., (2005); *Diseño y Optimización de Obras Hidráulicas;* Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

GRANADOS, A. y PIMENTEL, H. (1997); *In fraestructuras de Regadío;* Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

CUESTA, L., VALLARINO, E. (2000); *Aprovechamientos Hidroeléctricos, 2 volúmenes;* Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

Camino y Aeropuertos [5037]

5º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo general de la asignatura es preparar al alumno para que en el futuro pueda participar en cualquier fase del desarrollo de las actuaciones que requiere el servicio que prestan las infraestructuras viarias y aeroportuarias, con tres referencias fundamentales: la seguridad, la

calidad y una equilibrada relación con el entorno. Los objetivos específicos que se persiguen son los siguientes: (1) Analizar y cuantificar las variables de la circulación de los vehículos, así como la capacidad de las vías y su nivel del servicio, (2) Analizar los parámetros



necesarios para definir geoméricamente el trazado de las vías, (3) Conocer y valorar cómo se gestiona la explotación de las carreteras, (4) Analizar los parámetros que influyen en la seguridad de la circulación viaria, (5) Conocer la disposición y las dimensiones de los aeródromos, la organización de sus edificios terminales y auxiliares, así como la de sus accesos, (6) Clasificar los suelos en relación con su empleo en las infraestructuras de transporte, (7) Organizar la construcción segura y técnicamente correcta de desmontes y rellenos, (8) Calcular los caudales para los que

se han de prever los elementos del desagüe y del drenaje, así como diseñar éstos, (9) Conocer y manejar las unidades de obra que se utilizan en la construcción de los firmes de carreteras y aeropuertos, y saber dimensionarlos de acuerdo con la normativa vigente en España, (10) Conocer las características de las principales dotaciones viarias, y los criterios para su utilización, y (11) Conocer las técnicas empleadas para conservar las carreteras en un estado aceptable de vialidad, y cómo se organiza la gestión de esta actividad.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA VIARIO

Tema 1 Las redes viarias

El transporte por carretera. Las redes viarias y su función. Elementos que componen las vías. Tipos de vías.

Tema 2 Actividades de la ingeniería de carreteras. Las administraciones viarias

Planificación de redes viarias. Estudios y proyectos. Construcción. Explotación y conservación. Relaciones con otras actividades. Problemas clave de la ingeniería de carreteras. Las competencias de las distintas administraciones. Las concesiones de carretera.

Tema 3 Vehículos, conductores y peatones

Tipos de vehículos. Masas, dimensiones, potencia, velocidad y consumo. Vehículos tipo en el diseño de carreteras. La seguridad de los vehículos. El proceso de la conducción. La visión del conductor. Tiempos de percepción y de reacción. Comportamiento de los conductores. Peatones y ciclistas.

PARTE II. PLANEAMIENTO DE CARRETERAS. ESTUDIOS DE TRÁFICO

Tema 4 Variables características del tráfico. Estudios de tráfico. Capacidad y niveles de servicio

El estudio de la circulación. Intensidad de tráfico. Velocidad de los vehículos. Densidad de tráfico. Relaciones entre las magnitudes de tráfico. Aforos de tráfico. Mediciones de velocidad. Estudios de origen y destino. Otros estudios. Cálculo de la capacidad y niveles de servicio en autopistas y autovías, en carreteras convencionales y en nudos (intersecciones, glorietas y enlaces).

Tema 5 Planificación de carreteras

La planificación de carreteras y su relación con la planificación del transporte. Fases del

planeamiento de carreteras. Métodos de previsión de la demanda. Evaluación de alternativas. Elección de la solución. Los criterios de elección. Análisis multicriterio

PARTE III. DISEÑO GEOMÉTRICO

Tema 6 Velocidad y visibilidad.

La trayectoria de los vehículos. Interacción entre las ruedas y el pavimento. Velocidad. Visibilidad disponible y visibilidad necesaria. Interacciones entre los vehículos. La trayectoria de los vehículos en curva. Aceleración y prestaciones máximas. La frenada. El rozamiento entre los neumáticos y el pavimento.

Tema 7 Elementos del trazado en planta y en alzado. Coordinación entre la planta y el alzado

Alineaciones. Curvas circulares. Curvas de transición. La clotoide. Rasantes uniformes. Acuerdos verticales. La perspectiva de una carretera. Falsas inflexiones. Puntos angulosos. Reparación del trazado

Tema 8 Generación de soluciones y su optimización. Integración en el entorno

Cartografía. La influencia del terreno. Técnicas de trazado en planta. Técnicas de trazado en alzado. Optimización del trazado. Representación en planos. Programas integrados de trazado. Integración en el entorno. Legibilidad y consistencia del trazado

Tema 9 La sección transversal

La calzada. Arcenes. Márgenes. Mediana. Casos especiales: puentes y túneles. Vías de servicio

Tema 10 Nudos viarios

Movimientos en un nudo. Puntos de conflicto y su resolución. Elementos de los nudos. Intersecciones. Glorietas. Enlaces. Los accesos a la carretera.

**PARTE IV. ESTUDIOS DE CARRETERAS****Tema 11 Inventarios**

Objetivos de los inventarios. Tipos de inventarios. Procedimientos y equipos. Explotación

Tema 12 Los estudios de carreteras y su alcance

El marco legal y la secuencia administrativa. El proceso de participación ciudadana. Estudios de planeamiento. Estudios previos. La declaración de impacto ambiental. Anteproyectos. Proyectos de trazado y de construcción. Estudios de acondicionamiento de carreteras existentes. Estudios especiales. Modificaciones de obra. Liquidaciones

Tema 13 Medición y compensación de las explanaciones

Clasificación de las explanaciones. Técnicas de medición de superficies transversales. Técnicas de cubicación. La compensación. El diagrama de masas. El problema de los préstamos y de los vertederos.

Tema 14 Ocupación del terreno y replanteo

Ocupación del terreno. Expropiaciones. Servicios. Replanteos con medición de distancias. Replanteos por bisección.

PARTE V. ORDENACIÓN, REGULACIÓN Y CONTROL DEL TRÁFICO**Tema 15 La explotación de las redes viarias.****Elementos de apoyo a la explotación. Criterios de utilización**

Objetivos de la explotación. Uso y defensa de la carretera. Ordenación del tráfico. Regulación de la circulación. Señalización vertical y horizontal. Balizamiento. Paneles de mensaje variable. Semáforos. Iluminación. Detectores de tráfico. Sistemas de transporte inteligente aplicados en las carreteras.

Tema 16 Ayudas a la vialidad. Vialidad invernal. Gestión de incidentes

La organización y funciones de la ayuda a la vialidad. Operaciones ordinarias de ayuda a la vialidad. Vialidad invernal. La gestión de los incidentes.

Tema 17 La gestión de la circulación

Los problemas de la circulación en las vías de gran capacidad. Centros de control de tráfico en autopistas y arterias principales. Vigilancia de la circulación. Gestión de los incidentes. Operación de los sistemas de paneles de mensaje variable. Regulación de intensidades de entrada en autopistas. Explotación de los carriles reversibles y reservados. Estaciones de peaje. Principios de la ordenación del tráfico en zona urbana. Sistemas de semáforos. Regulación del estacionamiento. Sistemas de

información a los usuarios. Tratamiento de los tráfico de peatones y de ciclistas.

PARTE VI. SEGURIDAD DE LA CIRCULACIÓN**Tema 18 El problema de la inseguridad en la circulación viaria**

Alcance del problema. Factores concurrentes. La relación entre la movilidad y los niveles de riesgo. Obtención de la información. Organización y gestión de las bases de datos de seguridad vial. Medida de los niveles de seguridad. Aleatoriedad en la localización y frecuencia de los accidentes. Métodos de análisis estadísticos. Estudios de siniestralidad por zonas. Análisis de conflictos

Tema 19 Mejora de la seguridad en las carreteras en servicio

Planteamiento de los programas de mejora. Actuaciones en los tramos de concentración de accidentes. Actuaciones preventivas. Utilización de los dispositivos de contención de vehículos. Actuaciones en zonas urbanas. Priorización de actuaciones. Seguimiento de los resultados de las medidas adoptadas.

Tema 20 La seguridad vial en los estudios de carreteras

Consideraciones de seguridad vial en la planificación de la red. Auditorías de seguridad vial en los proyectos de carreteras.

PARTE VII. INFRAESTRUCTURA**Tema 21 Problemas geotécnicos en las carreteras. Estudios y reconocimientos geológicos y geotécnicos**

Las explanaciones. Taludes de excavaciones y rellenos. El cimiento del firme. Problemas geotécnicos de las explanaciones. La integración en el entorno. Fuentes de información. Fases de los estudios. Documentos que se han de elaborar y su alcance. Reconocimientos. Planificación de la campaña de reconocimientos. Ensayos. Presentación de los resultados.

Tema 22 Clasificación de los suelos y de las rocas

Propiedades de los suelos para su clasificación. Suelos granulares y suelos cohesivos. Objetivos y características de las clasificaciones de suelos. Clasificaciones de suelos más usuales en carreteras: ASTM, AASHTO, PG-3, SETRA-LCPC. Clasificaciones de las rocas para su uso en carreteras: Escala de alteración, RMR, SMR

Tema 23 Compactación

Variabes que intervienen en el proceso de compactación. Los ensayos Proctor. Datos para el proyecto. El control de obra. Situaciones especiales.

**Tema 24 Capacidad de soporte de los suelos**

El ensayo CBR. El ensayo de carga con placa. Otros procedimientos para medir la capacidad de soporte.

Tema 25 Construcción de explanaciones

Condicionantes externos. Operaciones previas. Desmontes. Arranque, carga y transporte. Rellenos. Terminación y refino. Casos especiales.

Tema 26 Formación de explanadas.**Estabilización de suelos**

Principios de la formación de explanadas. Fundamentos de la estabilización de suelos. Estabilizaciones con cal y con cemento. Ejecución de las estabilizaciones de suelos in situ.

Tema 27 Desagüe superficial. Drenaje subterráneo. Empleo de geotextiles

Estudios hidrológicos. Estudios hidráulicos. Detalles de proyecto de obras transversales. Caces y cunetas. Capas drenantes. Zanjas drenantes. Drenes horizontales. Otros dispositivos. Drenaje de firmes. Geotextiles. Empleo de geotextiles en explanaciones y drenaje.

Tema 28 La erosión de los taludes

Incidencia de la erosión en la planificación, en el proyecto y en la obra. Factores que intervienen en la meteorización. Mecanismos de modelado. Tratamientos.

Tema 29 Obras de paso, estructuras y túneles

Tubos rígidos. Tubos flexibles. Marcos y pórticos. Criterios de selección de la obra de paso. Vados. Detalles de proyecto de obras de paso. Puentes y viaductos. Túneles.

PARTE VIII. FIRMES Y PAVIMENTOS**Tema 30 Constitución de los firmes**

Descripción y funciones. Características funcionales y estructurales. Factores de proyecto. Materiales. Tipos de firmes. Funciones de las capas.

Tema 31 Materiales básicos

Conglomerantes hidráulicos y puzolánicos. Ligantes hidrocarbonados: betunes asfálticos, betunes fluidificados y fluxados, emulsiones bituminosas y ligantes modificados. Aplicaciones de los ligantes hidrocarbonados. Especificaciones y ensayos. El programa SHRP. Procedencia, tipos, propiedades fundamentales y caracterización de los áridos. El polvo mineral (filler).

Tema 32 Capas de base y de subbase

El macadam. Las capas granulares de granulometría continua. Modelos de comportamiento. El suelocemento. La gravacemento. La gravaemulsión. Otras capas tratadas.

Tema 33 Tratamientos superficiales y mezclas bituminosas

Riegos de imprimación, de adherencia y de curado. Riegos con gravilla. Lechadas bituminosas y microaglomerados en frío. Clasificación, empleo y características generales de las mezclas. Reología. Proyecto de mezclas y su estudio en el laboratorio. Fabricación, puesta en obra y control de calidad.

Tema 34 Pavimentos de hormigón

Características generales. Tipología. Materiales. Proyecto. Juntas. Drenaje del firme. Ejecución. Control de calidad.

Tema 35 Dimensionamiento de firmes

El proyecto de los firmes. Principios generales del dimensionamiento. Métodos analíticos. Métodos empíricos. Ensayos a escala real.

Tema 36 Características superficiales de los pavimentos

El proyecto funcional del pavimento. Geometría de la superficie y su interacción con el vehículo. Medición y evaluación de las características superficiales. Criterios de actuación sobre las características superficiales.

Tema 37 Firmes y pavimentos especiales

Firmes de vías urbanas. Pavimentos para zonas peatonales. Pistas para bicicletas. Pavimentación de túneles y de puentes. Vías agrícolas y forestales. Pistas mineras. Pavimentos portuarios. Pavimentos industriales.

PARTE IX. DOTACIONES VIARIAS**Tema 38 Señales, marcas viales y balizas**

Señales y carteles. Marcas viales. Balizas, paneles y captafaros.

Tema 39 Dispositivos de contención de vehículos

Niveles de contención. Homologación. Barreras de seguridad. Pretilos. Amortiguadores de impacto. Lechos de frenado.

Tema 40 Otras dotaciones viarias

Iluminación. Comunicaciones. Detectores y sensores. Cerramientos. Pantallas acústicas. Plantaciones. Zonas de peaje. Zonas de descanso. Instalaciones de servicio.

PARTE X. CONSERVACIÓN**Tema 41 Principios y organización de la conservación**

Actividades generales de explotación y de conservación. Políticas y planes. Medios. Administración y financiación.

Tema 42 Gestión de la conservación

Los sistemas de gestión y su estructura. Inspección de los elementos de la carretera. Inspección visual de los pavimentos. Catálogos



de deterioros. Auscultación del firme.
Programas de evaluación y de seguimiento.

Tema 43 Técnicas de conservación y de rehabilitación

Actuaciones en el entorno de la carretera.
Actuaciones en la señalización y en las dotaciones viarias. Actuaciones en obras de tierra, drenaje, estructuras y túneles.
Actuaciones ordinarias en firmes y pavimentos.
Renovaciones superficiales de los pavimentos.
Rehabilitación estructural de firmes. Técnicas de reciclado.

PARTE XI. AEROPUERTOS

Tema 44 Aeropuertos

El transporte aéreo. El marco administrativo.
Los usuarios de los aeropuertos.
Emplazamiento, planeamiento y entorno.
Configuración de los aeropuertos.
Instalaciones. Terminales. Accesos terrestres.
Diseño de pistas y de las restantes superficies de los aeródromos.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Evaluación de la demanda.** Aforos e intensidades de tráfico.
- 2. Nivel de servicio en autopistas y otras vías de calzadas separadas.** Cálculo analítico y evaluación.
- 3. Nivel de servicio en carreteras de dos carriles.** Cálculo analítico y evaluación.
- 4. Trazado en planta (1).** Cálculo de las curvas de transición.
- 5. Trazado en planta (2).** Transición de peraltes
- 6. Trazado en alzado.** Cálculo de acuerdos verticales.
- 6. Definición de una campaña de reconocimientos geotécnicos.** Estimación de la campaña de reconocimientos necesaria para los estudios de infraestructura.
- 7. Clasificación de suelos.** Clasificación de suelos mediante las clasificaciones ASTM, AASHTO, PG-3 y LCPC.
- 8. Formación de explanadas.** Evaluación de la capacidad de soporte del cimiento del firme y formación de explanadas. Categoría de explanadas.

9. Hidrología de carreteras. Cálculo del caudal de diseño de una obra de drenaje.

10. Dimensionamiento de una obra de drenaje. Dimensiones mínimas de la obra de drenaje. Velocidades mínima y máxima. Régimen hidráulico.

11. Dosificación de mezclas bituminosas. Composición granulométrica. Método Marshall.

12. Dimensionamiento de firmes. Vehículos pesados y eje tipo. Categoría de tráfico pesado. Categoría de explanadas. Dimensionamiento de firmes.

CLASES DE LABORATORIO

- 1. Suelos para explanadas**
- 2. Áridos**
- 3. Ligantes hidrocarbonados**
- 4. Unidades de obra no asfálticas**
- 5. Riegos, lechadas y mezclas bituminosas**

VIAJE DE PRÁCTICAS

Dos días de un total de viaje de 5 días completos, con visitas guiadas a diversas obras en construcción o ya ejecutadas, de los siguientes tipos: carreteras, autopistas, túneles, puentes, enlaces, etc.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

KRAEMER, C. et al. (2003); *Ingeniería de Carreteras, volúmenes I y II*, McGraw-Hill, Madrid.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (2000); *Highway Capacity Manual*, TRB, Washington D.C.

AASHTO (2001); *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, AASHTO, Washington D.C.

RICO, A. Y DEL CASTILLO, H. (1977); *La ingeniería de suelos en las vías terrestres, 2 volúmenes*, Limusa, México, D.F.

YODER, E.J. & WITCZAK, M.W. (1975); *Principles of Pavement Design*, 2ª edición, John Wiley & Sons, New York y Toronto.



Puertos y Costas [5045]

5º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que el alumno pueda adquirir las habilidades necesarias para: (1) Determinar el clima marítimo que condiciona las actuaciones en costas y en puertos desde el viento hasta el oleaje y los niveles de cálculo. Lo que requiere introducirse en la estructura del viento y del oleaje, en la propagación y transformación de éste y en la naturaleza y frecuencia de presentación de los temporales, así como en el conocimiento de otras magnitudes climáticas y oceánicas, (2) Comprender la interacción entre la dinámica litoral y la morfodinámica de las formas costeras, la clasificación genética y generación de éstas. De modo que se puedan deducir las consecuencias sobre los recursos costeros de las distintas formas de ocupación de la costa y

de las actuaciones en los puertos, (3) Comprender la naturaleza y evolución de los puertos, sus condicionantes del lado del buque y del transporte terrestre, y los criterios fundamentales para su ordenación espacial y su planificación, introduciendo también a la explotación, gestión y planeamiento portuarios y a las obras y actuaciones de Ingeniería portuaria y off-shore, (4) Conseguir capacidad para el diseño funcional y estructural de diques, de obras de atraque portuario y de obras y actuaciones de protección y desarrollo costero, y para la concepción de sus procedimientos constructivos. Todo ello bajo los criterios del análisis multivariado y de sus especificaciones de diseño.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Los Puertos y las Costas.

Concepto de puerto. Transporte marítimo. Evolución de los puertos. Puertos interiores y exteriores. Navegación fluvial. Naturaleza de la costa e interacción de los puertos en la costa. Impactos. Esfuerzos específicos en las obras portuarias y costeras. Rutas oceánicas. Importancia del clima marítimo

Tema 2. Climatología aplicada

Nociones fundamentales de atmósfera e hidrosfera. Funcionamiento de la máquina térmica formada por la atmósfera e hidrosfera. Circulación atmosférica. Marea meteorológica. Viento geostrófico y bórico. Viento de proyecto. Caracterización media y extremal. ROM 0.4/95. Acción Medioambiental II: Viento

Tema 3. Ecuaciones generales del movimiento absoluto y relativo

La atmósfera y sus capas. Ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento. Efecto Coriolis. Viento geostrófico y viento bórico. Relación entre el viento y el oleaje. Aplicación al estudio de los movimientos en la atmósfera y en los océanos. Ciclones y anticiclones. Aspectos generales de la circulación oceánica

Tema 4. Nociones de hidrodinámica oceánica y generación de oleaje

Acciones medioambientales I: Oleaje. Sistema acoplado entre el viento y el oleaje. Generación y desarrollo del oleaje. Atlas de clima marítimo en el litoral Español. ROM 0.3/91. Zonificación,

naturaleza de los registros, validación y uso. Ejemplos tipo en el litoral español.

Tema 5. Teoría de ondas

Ecuaciones generales de las ondas. Teoría lineal, teoría de Stokes, cnoidal y solitaria. Ecuaciones generales y soluciones teóricas. Profundidades indefinidas, de transición y reducidas. Ábaco de Kinsmann y de Le Mehaute. Ondas largas. Mareas astronómicas. Ondas de resaca, seiches y secas. Ondas de percusión, tsunamis

Tema 6. Oleaje

Descripción geométrica estadística y espectral del oleaje. Relaciones entre alturas de ola. Tipos de espectros: frecuencial y de dirección. Modificaciones de las ondas. Propagación, transformación y extinción. Refracción, difracción y rotura. Métodos de observación y de predicción o estima. Método integrado de Suárez Bores. Bases de datos.

Tema 7. Carácter de las obras

Concepto de vida útil mínima y riesgo máximo admisible. Óptimo económico. Criterio de Leo Borgmann y de Kreeke y Paape. Probabilidad de fallo. Índice de repercusión económica (IRE) e Índice de Impacto Social y Ambiental (ISA). Estados límites últimos y de servicio. Fases de construcción y de explotación. ROM 0.2/90 y ROM 0.0/2001

Tema 8. Medio oceánico, costero y litoral

Los océanos y su borde. Cuencas oceánicas y morfología oceánica y costera. Mecanismos de interacción costa – litoral. Niveles del mar y sus



cambios: eustasia, isostasia, tectónica y subsidencia costeras. Variaciones de nivel que afectan al diseño. Procesos litorales y evolución de costas

Tema 9. Formas costeras

Formas costeras de erosión y de depósito. Acantilados y playas. Descripción de la costa española. Transporte sólido y equilibrio longitudinal. El perfil de equilibrio. Clasificación genética de costas. Singularidades climáticas, geométricas, máscas y dinámicas positivas y negativas. Ejemplos específicos. Obras de defensa de costas. Regeneración de playas. Estudios de Dinámica litoral. Influencia de las mareas

Tema 10. El Puerto

Forma en planta. El "layout". Tipos de buques. Geometría. Clasificación en función del barco, de la mercancía, los sistemas de explotación y gestión, de la agitación interior. La operación portuaria, el tráfico marítimo y el desarrollo sostenible. Limitaciones por acciones medioambientales. ROM 3.1/99 Accesos y maniobrabilidad en los puertos. Desembocaduras y marea. Legislación marítima, costera, portuaria y ambiental

Tema 11. El buque

Concepto de flotador. Estabilidad naval. Principios de hidrostática asociados. Magnitudes geométricas, físicas y navales. Movimientos del flotador. Afección del flotador en puertos exteriores e interiores, canales de acceso, vías de maniobrabilidad y obras asociadas al barco. Tipos de flotadores en función de la mercancía. Concepto de barco tipo de proyecto

Tema 12. Obras marítimas exteriores

Obras de abrigo, encauzamiento, apoyo y sustentación. Acciones en el diseño de los diques. Estados límites últimos y de servicio. Diques en talud y diques verticales. Diques mixtos. Diseño estructural y funcional. Obras de servicio al buque. Otras tipologías de obras marítimas. Estructuras y plataformas en mar abierto. Obras costeras. Espigones, diques exentos, diques arrecife y diques de baja cota de coronación. Condicionantes ambientales, de materiales y constructivos

Tema 13. Obras marítimas interiores

Estructuras de atraque y amarre. Muelles y pantalanes. Clasificación en función de la naturaleza del terreno, la mercancía, el buque tipo, el sistema de transferencia y la agitación interior. Atraques continuos y discontinuos. Obras de gravedad y de rozamiento. Elementos de atraque y amarre. Defensas y bolardos. ROM 0.2/90. Otras tipologías de obras. Construcción y reparación de buques.

Varaderos, diques secos, rampas y sinchrolift. Diques flotantes

Tema 14. Fiabilidad de las Obras Marítimas

Métodos deterministas, univariados, bivariados y multivariados. Sistemas de diseño. Vulnerabilidad y fiabilidad. Especificaciones: rango, precisión, certidumbre y extensión. Modos, tipos, componentes y clases de fallo. El método sistémico multivariado de Suárez Bores. Métodos de nivel I, II y III. Simulaciones numéricas. Monte Carlo

Tema 15. Procedimientos de construcción de obras marítimas y portuarias

La cantera. El puerto de servicio. Las plantas de hormigón. El dique flotante. Los parques de almacenamiento. Vertidos terrestres y marítimos. Maquinaria específica y especializada. Gánguiles, barcazas, pontonas, grúas. Dragados y vertidos. Impactos ambientales. Legislación aplicable. Detalles constructivos en función de la tipología de obras marítimas

Tema 16. Planificación y explotación portuaria

Introducción a la planificación portuaria. Prospectivas de los tráficos, de los medios de transporte y de los cambios geopolíticos. Explotación y Gestión Portuaria. Influencia de la evolución de los modos de gestión portuaria. El Sistema Portuario Español y su evolución.

Tema 17. Planeamiento y disposición de las obras y espacios portuarios

Integración puerto – ciudad. Instalaciones de ocio litoral. Evaluación ambiental y ordenación litoral. Contaminación costera. Desarrollo sostenible en la interacción puerto y costa. Otras tipologías de obras marítimas. Emisarios submarinos, tomas de agua y plantas desaladoras

Tema 18. Modelos reducidos

Principio de semejanza. Geométrica, cinemática y dinámica. Teorema Pi. Fuerzas a considerar en modelos de Ingeniería Marítima. Efectos de escala. Generación de oleaje. Ensayos de agitación. Ensayos de estructuras marítimas. Estabilidad y rebase. Ensayos de maniobrabilidad y buques atracados. Amarras y defensas.

CLASES PRÁCTICAS

PARTE I. OLEAJE

- 1. Viento.** Campos de viento. ROM 0.4/95. Determinación del viento de proyecto
- 2. Oleaje.** Geometría estadística. Relaciones entre valores de H_n
- 3. Distribuciones de oleaje.** Regímenes medios y de temporales



4. **Modificaciones de las ondas.** Refracción y difracción

5. **Modificaciones de las ondas.** Rotura

6. **Carácter de la Obra.** ROM 0.0/2001 y ROM 0.2/90

7. **Efecto de configuración del fetch.** Efecto decay

8. **Previsión de oleaje**

PARTE II. OBRAS COSTERAS Y PORTUARIAS

9. **Regeneración de playas.** Transporte de sedimentos y profundidades activas

10. **ROM 0.3/91.** Forma en planta de un puerto

11. **Diseño de un dique rompeolas en cálculo univariado**

12. **Diseño de un dique vertical en cálculo multivariado**

13. **Método sistémico multivariado**

14. **Cálculo de un muelle de gravedad en atraque continuo**

15. **Cálculo de un pantalán de pilotes**

CLASES DE LABORATORIO

1. **Introducción teórica al laboratorio.** Modelos físicos. Escalas. Semejanzas. Descripción de las instalaciones y técnicas e instrumentación de ensayos. Ondas longitudinales y transversales en canales. Tipos de pala. Técnicas de generación de oleaje. Oleaje regular e irregular. Calibrado. Errores en las mediciones

2. **Ensayo de estabilidad y rebase de un dique en talud.** Forma de construir el modelo. Escala seleccionada y semejanza adoptada. Niveles de avería. Inicio de avería, avería Iribarren, inicio de destrucción y colapso. Técnicas de medición de la avería. Áreas de sección erosionada. Color y vídeo. Criterios funcionales de rebase

3. **Ensayo de estabilidad y rebase de un dique vertical.** Forma de construir el modelo. Escala

seleccionada y semejanza adoptada. Niveles de avería en banquetas y bermas de protección. Técnicas de ensayo mediante fuerzas y presiones. Estabilidad a deslizamiento y vuelco. Detección de olas rompientes y picos impulsivos. Criterios funcionales de rebase

4. **Modelos numéricos y físicos.** Prácticas voluntarias que se centran en la maniobra de los buques tanto en maniobra como en atraque, así como, propagación de oleaje y resonancia en dársenas

VIAJE DE PRÁCTICAS

Cuatro días completos de visitas guiadas a distintas obras marítimas en fase de construcción o explotación en las distintas fachadas litorales españolas. Estas visitas se complementan con actuaciones en la costa, defensa de playas, lucha contra la erosión o regeneraciones del litoral, así como, formaciones naturales de singular belleza.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

DÍEZ GONZÁLEZ, J. (1996); *Guía Física de España. Las Costas*, Alianza Editorial.

SUÁREZ BORES, P., *Apuntes de Diques. Oleaje y Formas costeras*, Servicio de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

U.S. CORPS OF ENGINEERS (1984); *Shore protection manual*, American Society of Civil Engineers.

NEGRO, V. et al. (2001); *Diseño de Diques verticales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos. Colección Seinor, Número 26.

NEGRO, V. et al. (2002); *Diseño de Diques rompeolas*, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos. Colección Seinor, Número 28.

Transportes [5028]

5º curso, común, semestral, 2 h/semana teóricas, 30 h/año, 3 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo general de esta asignatura es proporcionar una visión general del sector del transporte a todos los alumnos de la titulación. Se pretende que lleguen a conocer los principales elementos que configuran dicho sector, su evolución histórica y su relación con

otros sectores, así como los instrumentos de análisis más importantes. El que tengan la visión del transporte como una ciencia con un profundo contenido sociológico es otro de los objetivos perseguidos. Así mismo, se incluye entre los objetivos docentes el que los alumnos



sean capaces de fijar los órdenes de magnitud de los principales parámetros del transporte en

el ámbito nacional, europeo y mundial.

Programa

Tema 1. El Transporte

El transporte. Características singulares del transporte. Necesidad del transporte. El transporte como servicio público. El papel del ingeniero de transportes. Los nuevos retos.

Tema 2. La historia de los sistemas de transportes.

La evolución del transporte como concepto. El mar. Las grandes navegaciones. Los ríos y canales. Los caminos. Los caminos y las calzadas romanas en España. El camino de Santiago. Los itinerarios ganaderos. La modernidad y la revolución del automóvil. El avión. El ferrocarril. El tranvía.

Tema 3. El sector del Transporte: Situación Actual

Concepto de oferta y demanda de transporte: unidades. Infraestructuras y servicios. Especificidades. Evolución y tendencias del sector. El reparto modal en Europa y en España. Intermodalidad: centros, instalaciones y técnicas de apoyo. La intermodalidad aplicada a viajeros y mercancías. Las inversiones en transporte según modos y su relación con las magnitudes económicas. Tráficos y producto interior bruto.

Tema 4. Infraestructuras

Infraestructuras, situación actual y evolución prevista: carreteras, ferrocarril, puertos, aeropuertos y oleoductos. Servicios de transporte. La regulación de actividades. Transporte de viajeros por carretera, transporte de mercancías por carretera, transporte ferroviario, transporte marítimo, transporte aéreo. Singularidad de los servicios de transporte urbano. La movilidad metropolitana. Dimensión comunitaria e internacional del transporte. La política común de transporte.

Tema 5. Transporte y territorio

Transporte y localización de actividades. Las infraestructuras y el potencial de desarrollo

regional: los efectos estructurantes. Análisis territorial de redes de transporte. Accesibilidad. Medidas topológicas, gravitatorias, económicas, desagregadas. Representaciones gráficas. Algunos ejemplos: accesibilidad y análisis territorial.

Tema 6. Relevancia del transporte en su contexto económico, social y territorial

Importancia en la economía nacional. El empleo. La energía. El efecto multiplicador. Las tablas input-output. Índice de Gini. Transporte y medio ambiente. Impactos globales, regionales y locales. Transporte y la seguridad. Conceptos previos. Los modelos de seguridad en el transporte. El plan de seguridad vial de la Unión Europea.

CLASES PRÁCTICAS

Consiste en elaborar una propuesta que recoja aquellas noticias más destacadas del sector de los transportes, ya sea a nivel nacional, europeo o internacional.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

- GONZÁLEZ TASCÓN, I.**, *Historia del Transporte en España*. Ineco-Tifsa, 2005.
- IZQUIERDO DE BARTOLOMÉ, R.**, *Transportes: un enfoque integral*. Servicios de Publicaciones C.I.C.C.P. Colección Escuelas. Madrid, 1994
- OTERO PASTOR, I (Coord.)**, *Impacto ambiental de Carreteras: evaluación y restauración*. Asociación Española de la Carretera, Madrid, 1999.
- RUS DE MENDOZA, G.**, *Economía y política de transportes: España y Europa*. IETC., Madrid, 1992.
- VUCHIC, V. R.** *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Prentice-Hall, New Jersey, 1981.



Especialidad de Cimientos y Estructuras

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 225 horas
- Asignaturas: 3 obligatorias y 1 optativa a elegir entre 2 (todas semestrales)

Hormigón Armado y Pretensado II [5129]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se profundizan los objetivos propuestos en la asignatura Hormigón Armado y Pretensado I. Se desarrollan los modelos más generales como el de "bielas y tirantes" y se amplía la metodología básica al proyecto con los hormigones más recientes como los de altas resistencias. Se completan los conocimientos de hormigón pretensado alcanzando un dominio

importante de esta técnica con aspectos muy específicos como el pretensado exterior. También se completan las cuestiones de durabilidad, mantenimiento y reparación de elementos de hormigón estructural, la incidencia de la fluencia retracción y relajación en estructuras evolutivas y aspectos propios de la prefabricación como el pretensado anclado por adherencia.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Introducción.

Presentación Curso Recordatorio hormigón estructural. Aproximación al hormigón pretensado. Tirante. Viga Isostática, Viga Hiperestática. Pretensado con armaduras postesas. Pretensado con armaduras pretesas. Pretensado con armaduras pretesas.

Tema 2. Materiales.

Aceros de pretensado. Tipos. Alto límite elástico. Relajación. Fatiga. Corrosión bajo tensión. Hormigones para pretensado. Altas resistencias iniciales. Control de retracción y fluencia. Control cloruros. Hormigones de altas resistencias. Propiedades tecnológicas. Resumen de propiedades de proyecto. Estado del conocimiento y de la normativa.

Tema 3. Durabilidad.

Durabilidad. Recordatorio de estrategias y dependencia del ambiente. Aspectos ligados a los tendones activos. Puntos singulares. Pretensado exterior. Tendones no metálicos.

Tema 4 Bases de proyecto.

Bases de proyecto. Repaso de conceptos fundamentales. Acciones. Acción del pretensado. Acción del pretensado. Pérdidas instantáneas. Repaso. Acción del pretensado. Pérdidas Instantáneas. Ejemplo. Acción del pretensado. Pérdidas diferidas. Repaso de Hormigón sometido a carga variables. Relajación del acero y relajación efectiva.

Acción del pretensado. Pérdidas diferidas. Deducción de expresión de a partir de ecuaciones constitutivas. Iniciación al estudio de otros procesos diferidos. Pretensado en estructuras hiperestáticas. Recordatorio del pretensado como conjunto de fuerzas autoequilibrado. Indicaciones para encaje de trazados de tendones. Continuación y ejemplo.

Tema 5 Estados límites últimos.

Estado límite último debido a solicitaciones normales. Repaso de la inclusión del pretensado. Diagramas de interacción. Continuación. Caso de armaduras adherentes y no adherentes. Estado límite de adherencia en el caso de armaduras pretesas. Longitud de transferencia y longitud de anclaje efectiva. Fórmulas y Dispersión experimental. Incidencia en flexión y cortante. Estado límite último debido a esfuerzo cortante. Repaso del planteamiento general. Influencia del pretensado. Caso de armadura transversal. Esfuerzo cortante. Caso de no existencia de armadura transversal. Armaduras pretesas con y sin armadura transversal. Ejercicio de cortante. Estado límite de torsión. Influencia del pretensado. Agotamiento y servicio. Compensación del torsor en elementos curvos. Punzonamiento. Influencia en el pretensado. Hormigones de alta resistencia y estados límites últimos. Estados límites últimos bajo solicitaciones normales. Expresión analítica de las curvas tensión deformación e inclusión en los métodos



generales. HAR Bloques de tensiones equivalentes en agotamiento. Diagramas de interacción. Dimensionamiento flexocompresión. Ductilidad. HAR Esfuerzo cortante. Caso de armaduras transversales y sin armaduras transversales. Armado y pretensado. Limitaciones en la biela de compresión. Criterios del nuevo EC-2. HAR Inestabilidad. Sección útil en pilares. Punzonamiento. Anclaje y adherencia (Armaduras Pasivas y Activas).

Tema 6 Método de bielas y tirantes.

Bielas y Tirantes. Recordatorio del planteamiento general. Definición de regiones B y D. Modelos adecuados a cada una de ellas para los estados límites últimos. Definición de los modelos de bielas y tirantes en regiones D. Propiedades de los modelos de bielas y tirantes. Aislamiento De regiones D. Orientación análisis elástico. Definición de los Campos de compresiones y de los tirantes. Comprobación de bielas, tirantes y nudos. Criterios simplificados de proyecto. Ejemplo. Viga de gran canto con distintas sollicitaciones y apoyos. Zonas de anclaje. Descripción de tipos de tensiones. Zonas de anclaje. Aplicación del de los modelos de bielas y vigas de gran canto al

caso de armaduras pretensas y postesas. Anclajes en caso de pretensado exterior.

Tema 7 Estados límites de servicio en estructuras pretensadas.

Fisuración. Influencia del pretensado. Flechas. Pretensado adherente y no adherente. Incidencia de hormigones de alta resistencia. Ejercicio práctico. Tablero de puente hiperestático. Dimensionamiento de armaduras activas y pasivas. Comprobación de descompresión y fisuración. Terminación ejercicio práctico.

Tema 8 Aspectos constructivos.

Recomendaciones constructivas. Trazados. Pretensado Exterior. Pretensado Exterior. Construcción evolutiva. Construcción evolutiva.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Proyecto detallado.** Componentes de hormigón estructural de un puente pretensado hiperestático, que engloba una gran parte de las cuestiones teóricas del curso.
- 2. Trabajo tutelado.** Análisis de obras reales a partir de una visita, en grupos de cinco alumnos, de carácter voluntario

Cálculo Avanzado de Estructuras [5122]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

La asignatura se divide en dos bloques temáticos: Análisis Dinámico y Ampliación al Método de Elementos Finitos. El objetivo básico de la primera parte, Análisis Dinámico, es dotar al alumno de los conceptos que aparecen como diferencias esenciales entre el análisis estático, con el que ya está familiarizado, y el dinámico, así como de poner de relieve las similitudes entre ambos. Se le presentan métodos de cálculo de suficiente sencillez para que pueda desarrollar la intuición estructural necesaria para analizar la validez de las soluciones procedentes de un cálculo con ordenador. Se pretende, además, introducirle en el conocimiento de las técnicas de discretización que se precisan para modelar las estructuras reales para su análisis dinámico.

En la segunda parte se le presentan formulaciones avanzadas de elementos finitos, en el campo lineal, como extensión de lo ya visto en el curso anterior. Dada la ineludible relación del Método con el ordenador, se analizan las etapas que se deben recorrer para resolver en la práctica un problema estructural. Sin embargo se pretende conseguir más que un mero aprendizaje del funcionamiento de un programa considerado como "caja negra". La finalidad es que tenga el conocimiento de la teoría subyacente, de tal manera que tenga criterio para evaluar y elegir, entre las diversas posibilidades que cualquier programa comercial le ofrece, la opción más adecuada al problema que debe resolver.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I: ANÁLISIS DINAMICO

Tema 1. Introducción

Causas de la aparición de los fenómenos dinámicos. Problemas típicos que aborda el análisis dinámico. Ámbitos del Análisis Dinámico: Determinista y Aleatorio. Dominio del Tiempo y Dominio de la Frecuencia

Tema 2. Acciones

Clasificación de las Acciones Deterministas. Transformación de Fourier . Ejemplos de Acciones Deterministas: Impulsos. Máquinas Rotativas. Desprendimiento de Vórtices. Paso de un eje móvil sobre un puente

Tema 3. Planteamiento general del problema dinámico

Modelos continuos. Modelos Discretos. Ejemplo :Viga de Euler y Placa de Kirchoff

Tema 4. Modelo discreto de un grado de libertad

Definición. Amortiguamiento : Tipos posibles. Estructuras simples asimilables a modelos de 1GdL. Ejemplos. Masa y Rigidez del modelo aproximado . Estructuras complejas asimilables a un modelo de 1GdL. Estructuras con elementos rígidos
Estructuras flexibles . Funciones de desplazamiento. Concepto de Forma Modal . Efectos de 2º Orden (N. L. Geométrica). Discusión sobre los parámetros de Masa, Amortiguamiento. y Rigidez Generalizada (Rigidez del Material y Rigidez Geométrica). Carga Generalizada . Criterios para la elección de funciones de desplazamiento

Tema 5. Resolución analítica del modelo de un grado de libertad en el dominio del tiempo

Función Salto unidad. Función Delta de Dirak. Integrales de Convolución. Espectros de Respuesta. Factor de Carga Dinámico

Tema 6. Ejemplos de soluciones al modelo de 1gdl

Acciones Impulsivas (Rectangular, Triangular, etc). Caída de Rocas. Acciones Armónicas: Resonancia : Medidas para evitarla.Paso de una carga móvil sobre un tablero apoyado

Tema 7. Resolución discreta del modelo de 1gdl

Integración Paso a Paso. Métodos Implícitos y Explícitos. Método de Newmark: Aceleración constante en el Intervalo. Aceleración Lineal.

Tema 8. Modelos de multiples grados de libertad

Discretización de Estructuras Continuas: Nodos. Elementos. Funciones de Interpolación.

Deformaciones y Tensiones Generalizadas. Principio de Mínimo de Energía Potencial Total. Matriz de Masa, Amortiguamiento y Rigidez Consistente del elemento. Vector de Cargas Consistente. Ejemplo : Elemento de flexión Lineal y triangular CST.

Tema 9. Ecuaciones de equilibrio de la estructura

Ensamblaje de las Matrices. Matriz de Masas Concentradas Diagonal. Simplificaciones: Grados de Libertad Estáticos y Dinámicos. Condensación estática de la Matriz de Rigidez.

Tema 10. Resolución del modelo de multiples gdl

Generalización a sistemas de múltiples G de L del Método de Integración Paso a Paso. Problemas de Exactitud y Convergencia, Análisis Modal. Formas y Frecuencias Modales: Algoritmos de obtención, Algoritmo de Iteración Inversa, Diagonalización del Sistema de Ecuaciones, Amortiguamiento Proporcional y No Proporcional, Masa, Amortiguamiento, Rigidez y Carga Modal, Generación de Matrices de Amortiguamiento Proporcional, Factor de Participación Modal, Soluciones Aproximadas : Criterio de Newmark.

Tema 11. Analisis sísmico determinista

Modelo de 1GdL con movimiento de la base. Acción equivalente. Espectros de respuesta. Modelo de multiples GdL con movimiento de la base. Matriz de desplazamientos pseudo estaticos. Vector de Acciones Equivalentes Descomposición Modal. Factores de Participación. Análisis Estático con cargas equivalentes.

Tema 12. Comentarios a la norma sísmica española

Espectro de Aceleraciones. Parámetros que lo definen. Desarrollo de un análisis Sísmico Determinista. Analisis Modal. Espectro de Aceleraciones. Masas y Factores de Participación modal. Cargas estáticas equivalentes. Cálculos Estáticos. Combinación de Máximos.

PARTE II: AMPLIACIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Tema 13. Introducción

Tema 14. Planteamiento del m.e.f.

Planteamiento Variacional. Desarrollo del Método.

Tema 15. Metodo de las funciones de forma

Interpolación de Lagrange. Elemento de Referencia. Elemento Genérico. Reformulación del Problema.

**Tema 16. Funciones de forma en elasticidad**

Elementos Bidimensionales. Elementos Unidimensionales. Elementos Tridimensionales.

Tema 17. Integración numérica

Métodos de integración. Orden de integración.

Tema 18. Convergencia

Condiciones Básicas y Adicionales. Aproximación a la Solución. Compatibilidad y Equilibrio. Cálculo de Tensiones. Modelización y Errores.

Tema 19. Tipos de elementos

Elasticidad Unidimensional. Elasticidad Bidimensional. Elasticidad Tridimensional. Barra Articulada. Barra Reticulada. Placas. Láminas.

Tema 20. Otras técnicas del m.e.f.

Condensación Estática. Funciones de Forma Adicionales. Integración Selectiva. Campo de Deformaciones Impuesto.

Física de Materiales [5111]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que el estudiante aprenda cómo se comportan los materiales utilizados en las estructuras, el por qué de su comportamiento particular y, en consecuencia, las posibilidades de modificar dicho comportamiento. Para ello, los conocimientos y capacidades a adquirir por el alumno como resultado de la acción docente son los siguientes: (1) conocer los modelos

teóricos de comportamiento mecánico de mayor interés aplicables a los materiales estructurales, (2) conocer los fundamentos físicos de los comportamientos macroscópicos, (3) saber aplicar los conocimientos anteriores en diseño, construcción y mantenimiento de estructuras y (4) familiarizarse con la metodología científica de las disciplinas en que se apoya la asignatura.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. MECÁNICA DE LA FRACTURA

Tema 1. Criterio de rotura. Planteamiento global

Balance energético. Funciones G y R. Cálculo de la función G. Medida del valor de R. Normativa de medida. Fractura de láminas delgadas.

1 hora de clase de resolución de problemas.

Tema 2. Criterio de rotura. Planteamiento local

Criterio local. Funciones KI y KIIc. Cálculo de KI. Medida de KIIc. Normativa de medida.

Tema 3. Fisuración por fatiga

Fisuración con amplitud constante. Fisuración con amplitud variable. Fisuras generadas en el fondo de entallas.

Tema 4. Fisuración en ambientes agresivos

Corrosión bajo tensión. Corrosión-Fatiga. Fisuración por fluencia.

PARTE II. FÍSICA DE LA PLASTICIDAD

Tema 5. Física de la plasticidad

El ensayo de tracción simple. Criterios de plastificación. Criterios de Tresca y de Von Mises. Endurecimiento por deformación.

Tema 6. Ecuaciones de la plasticidad

Teoría de las deformaciones incrementales. Ecuaciones de Levy-Mises y de Prandtl-Reuss. Teoría de las deformaciones totales. Ecuaciones de Hencky.

Tema 7. Ecuaciones de la viscoplasticidad

Deformación diferida: fluencia y relajación. Dependencia de la temperatura y de la tensión. Viscoplasticidad en deformación multiaxial.

Tema 8. Materiales compuestos: introducción

Caracterización. Propiedades mecánicas. Diseño de elementos estructurales.

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.



Análisis Experimental de Estructuras [5114]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Tras la primera parte de esta asignatura, los alumnos deben de estar en condiciones de (1) conocer las situaciones en las que se precisan la realización de un modelo y la instrumentación requerida en cada caso; (2) diseñar un modelo reducido de acuerdo con las leyes de semejanza; (3) percatarse de las limitaciones de un modelo; (4) proyectar una prueba de carga y (5) reflexionar sobre las posibilidades actuales de una supervisión y un mantenimiento programados de las estructuras construidas. En la segunda parte de la asignatura se propone

que el alumno una vez cursada la misma sea capaz de (1) entender la problemática que aparece en la definición de las acciones sísmicas y las distintas posibilidades de su definición para el cálculo; (2) introducir la influencia del suelo en la acción sísmica; (3) evaluar los efectos de la interacción dinámica suelo-estructura, así como su problemática y (4) conocer la normativa española y europea sobre las acciones y métodos de cálculo sísmico de estructuras.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ANÁLISIS ESPERIMENTAL DE ESTRUCTURAS

Tema 1. Introducción

El Cálculo de estructuras. Análisis. Optimización. Identificación. Modelos. Experimentación y cálculo. Estado actual de los modelos de estructuras. Pruebas de carga. Tipos de ensayos. Ensayos estáticos y dinámicos. Acciones dinámicas.

Tema 2. Experimentación en estructuras reales

El estudio de la respuesta estructural. Estudio de los materiales o de posibles daños o desperfectos.

Tema 3. Estudio de la respuesta estructural:

Tipos de ensayos.

Ensayos con o sin suministro de carga. Estudios frente a sollicitaciones permanentes o frente a sobrecargas variables. Ensayos estáticos y dinámicos. Ensayos de auscultación y monitorización. Análisis del comportamiento local y del comportamiento global de una estructura.

Tema 4. El estudio de la respuesta estructural:

Sistemas de medida.

Magnitudes medidas: Ensayos estáticos. Ensayos dinámicos. Aparatos de medida: Mecánicos, Ópticos y eléctricos (transductores). Sistemas de adquisición de datos: Sistemas autónomos y de registro.

Tema 5. Análisis e interpretación de datos.

El problema de la temperatura. Posibles correcciones. Los movimientos de apoyo. Comparación con los valores teóricos esperados. Recuperación o estudio de valores remanentes. Análisis de señales dinámicas.

Tema 6. Experimentación en modelos reducidos

Escalas. Teorema de Buckingham-Pi. Modelos reducidos. Materiales. Modelos reducidos. Aparatos de medida. Sistemas de carga. Fotoelasticidad.

PARTE I. INICIACIÓN A LA INGENIERÍA SÍSMICA

Tema 7. Acciones dinámicas

Acciones sísmicas. Introducción de las cargas sísmicas en una estructura. Excitación múltiple de soportes. Amortiguamiento. Origen. Medidas de los terremotos. Magnitud. Intensidad. Escalas. Foco y epicentro. Modelos de determinación del terremoto de diseño. Formatos de definición de la acción sísmica. Modelización dinámica de estructuras Método de las propiedades concentradas. Método de las funciones de forma. Elementos finitos.

Tema 8. Concepto de espectro de respuesta elástico.

Espectro de respuesta de diseño. Utilización de un espectro de respuesta. Espectro de respuesta no elástico. Ductilidad. Acelerogramas sintéticos. Instrumentación sísmica.

Tema 9. Sistemas con N grados de libertad

Soluciones en el dominio del tiempo. Solución modal. Solución directa. Aplicación a las acciones sísmicas. Composición modal-espectral. Procedimientos prácticos de resolución de ecuaciones acopladas del movimiento. Técnicas de reducción de grados de libertad.

Tema 10. Matriz ortogonal de amortiguamiento.

Fórmula de Rayleigh. Extensión de Caughey.

**Tema 11. Análisis de la respuesta en el dominio de la frecuencia.**

Series de Fourier. Respuesta a una carga periódica. Forma exponencial. Función respuesta a la frecuencia compleja. Respuesta a una carga general. Transformada de Fourier. Integral de convolución. Transformada discreta de Fourier. Comparación entre la TF discreta y continua. Transformada rápida de Fourier (FFT) Fundamentos teóricos.

Tema 12. Amplificación del suelo.

Interacción suelo-estructura. Necesidad de su consideración e influencia en la respuesta sísmica.

Tema 13. Interacción fluido estructuras.

Problemas de depósitos y presas.

Tema 14 Normativa.

Normas NCSE-02. EC-8.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Una visita guiada al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales y Estructuras del CEDEX

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

DOYLE, J.F. (2004); *Modern Experimental Stress Analysis*, John Wiley

SAMARTÍN, A. y ORTEGA, L. (1975); *Ensayos geomecánicos de presas en modelos reducidos*, Publicación 204, Laboratorio Central, CEDEX

NORMA ECSE-94**NORMA EC-8**

CLOUGH, R. W. and PENZIEN, J. (1993); *Dynamics of Structures*, Mac-Graw Hill

NEWMARK, N.M. and ROSENBLUETH (1971); *Fundamentals of Earthquake Engineering*, Prentice Hall International.

Mecánica de Rocas [5127]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Al finalizar el curso, frente a un macizo rocoso, el alumno debe ser capaz de (1) Programar una campaña de reconocimiento geotécnico, (2) Redactar, o interpretar un informe geotécnico, (3) Aplicar los resultados del informe geotécnico a: el diseño de una cimentación simple; el

análisis de la estabilidad de un talud y en su caso la propuesta de las medidas de corrección necesarias; la previsión de las posibles dificultades que puedan presentarse en la ejecución de una obra subterránea.

Programa**CLASES TEÓRICAS****PARTE I. DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS****Tema 1. Clasificación de las rocas**

Clasificaciones geológicas. Clasificaciones geomecánicas.

Tema 2. Defectos del macizo rocoso

Tipos de discontinuidades. Fallas y diaclasas: Clasificación de las fallas, Clasificación de las diaclasas.

Tema 3. Descripción de la roca matriz

Propiedades: índice. Peso específico y densidad. Porosidad: Influencia de la fisuración. Velocidad sónica. Durabilidad. El ensayo de carga en punta. Permeabilidad.

Tema 4. Descripción de los defectos del macizo rocoso.

Tipos de parámetros estadísticos. Número de familias de discontinuidades. Orientación.

Espaciamiento: Análisis de la frecuencia de juntas. Tamaño y forma de los bloques: Persistencia. Apertura. Rugosidad. Estado de la pared. Estado del relleno. Perfil residual. Condiciones hidráulicas.

Tema 5. Clasificaciones Geomecánicas.

Clasificaciones históricas. El índice RMR de Bienawski. El índice Q de Barton y otros.

Tema 6. Tensiones Naturales.

Origen de las tensiones naturales: Condiciones Geostáticas. Procesos de Tectónica Global. Procesos de Tectónica local. Procesos geomorfológicos. Las tensiones naturales en España.

PARTE II. PROPIEDADES DE LAS ROCAS**Tema 7. Ensayos mecánicos in situ.**

Medida de las tensiones naturales. Medida de la resistencia al corte. Medida de la deformabilidad.

**Tema 8. Resistencia isotrópica de la roca matriz.**

Procesos de rotura. Concepto de tensión efectiva en rocas. Resistencia a la compresión simple. El ensayo de tracción directa. Ensayos de tracción brasileña. Compresión triaxial. Compresión triaxial genuina. Compresión esférica.

Tema 9. Criterio de resistencia isotrópica.

Forma general. Criterio tipo Mohr. Envolvente de Mohr. Criterios lineales. Criterio de rotura de Hoek y Brown. Criterio de Hoek y Brown modificado. Tensiones en los planos de rotura. Criterio de rotura tipo Coulomb.

Tema 10. Resistencia de las discontinuidades.

El ensayo de corte. Conceptos básicos. Modelo mecánico de la junta. Resistencia de las juntas. Método empírico de Barton. Resistencia de las discontinuidades con rellenos.

Tema 11. Resistencia anisotrópica de la roca.

Tipos de anisotropía. Origen de la anisotropía. Modelo discontinuo de la resistencia anisotrópica transversal en ensayos de compresión triaxial. Variación direccional de la resistencia.

Tema 12. Caracterización de macizos rocosos mediante ensayos geofísicos sísmicos in situ.

Principios de la teoría de ondas: Tipos de ondas y sus velocidades. Aplicaciones: Técnicas de superficie. Técnicas en sondeos.

Tema 13. Deformabilidad de la roca.

Módulos de deformabilidad en laboratorio. Módulo de deformabilidad obtenidos con ensayos de campo. Factores que influyen en la deformabilidad. Estimación de la deformabilidad mediante correlaciones.

Tema 14. Deformabilidad de las discontinuidades.

Módulos de reacción. Deformabilidad de las juntas. Deformabilidad de discontinuidades rellenas.

PARTE III. APLICACIONES**Tema 15. Cimentaciones superficiales.**

Carga de hundimiento en macizos rocosos isotropos. Método de las líneas características. Incorporación del peso propio. Efecto de la inclinación de las cargas. Coeficientes de seguridad a adoptar. Cargas admisibles. Carga de hundimiento en macizos anisotropos.

Tema 16. Cimentaciones profundas

Carga de hundimiento de pilotes en macizos rocosos. Resistencia por punta. Resistencia por fuste. Coeficiente de seguridad. Carga admisible.

Tema 17. Taludes

Morfología de las inestabilidades. Coeficientes de seguridad. Rotura de prismas rocosos 2D. Roturas rotacionales 2D. Rotura de cuñas 3D. Rotura por vuelcos. Medidas estabilizadoras.

Tema 18. Excavaciones subterráneas (túneles)

Conceptos mecánicos básicos. Curvas características. Túneles en medios elásticos. Túneles en medios elastoplásticos. Sostenimientos. Interacción cavidad-sostenimiento.

CLASES PRÁCTICAS

1. Defectos y propiedades índice de la roca.
2. Clasificaciones geomecánicas.
3. Resistencia de la roca
4. Resistencia de los defectos
5. Taludes (rotura plana y/o poligonal)
6. Taludes (rotura por bloques y/o por cuñas)
7. Cimentaciones superficiales en roca (medio isotropo y anisotropo).
8. Cimentaciones profundas en roca (punta y fuste)
9. Excavaciones subterráneas
10. Deformabilidad

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

- GOODMAN, R. (1980);** *Introduction to Rock Mechanics*, John Wiley & Sons.
- HOEK, E & BROWN, E.T. (1980);** *Underground Excavations in rock*, Ins. Min. Metall.
- HOEK, E & BRAY, J.U. (1981);** *Rock Slope Engineering*, Ins. Min. Metall.
- SERRANO, A. (2002);** *Mecánica de las Rocas I. Descripción de las Rocas*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
- SERRANO, A. (2002);** *Mecánica de las Rocas II. Propiedades de las Rocas*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Especialidad de Transportes

- Carga lectiva de la especialidad: 135 horas
- Asignaturas: 3 obligatorias (todas semestrales)

Economía del Transporte [5229]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo global de la asignatura es dar a conocer el mercado del transporte, sus características, y los criterios para gestionarlo adecuadamente, teniendo en cuenta sus efectos sociales, ambientales y económicos. Superada esta asignatura, los alumnos deben ser capaces

de entender los fundamentos económicos, jurídicos y sociales que condicionan el mercado del transporte, a fin de entender las políticas aplicadas y las herramientas de planificación que serán desarrolladas en la asignatura de Planificación del Transporte.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. El Mercado del Transporte

Características e imperfecciones del mercado del transporte. Aspectos especiales Óptimos sociales y de explotación. Intervención y regulación. Liberalización

Tema 2. Gestión y competencia en los servicios de transporte

Legislación española y marco europeo. Mercado europeo de los transportes. El proceso de liberalización. Los servicios de interés general y las obligaciones de servicio público. Características de la empresa de transportes. Principales operadores de transporte: pasajeros y mercancías. Papel de los ingenieros de Caminos en las empresas del sector.

Tema 3. Análisis y modelización de la demanda de transportes

Variables explicativas de la demanda de transportes. Obtención de datos: zonificación, tipos de encuestas y aforos. Formulación del modelo de 4 etapas: generación y atracción, distribución, reparto y asignación. Casos prácticos. Modelos integrados de usos de suelo y transporte. Modelos de mercancías.

Tema 4. La logística

Concepto y funciones de la logística. Optimización de costes logísticos.

Tema 5. Costes y financiación

Costes de los servicios de transportes por modos. Establecimiento de precios y tarifas. Sistemas de financiación de los servicios de transporte. Financiación de infraestructuras de

transporte. Asociaciones Público Privadas. Casos Prácticos.

Tema 6. Transporte urbano

Características especiales de la movilidad en ámbitos metropolitanos. Efectos sociales y ambientales. Estrategias de movilidad sostenible. El papel de cada modo de transporte. Integración modal. Las autoridades de transporte metropolitano

CLASES PRÁCTICAS

Trabajo de iniciación a la investigación. Se realiza en grupos de 6-8 alumnos, dirigidos por un tutor. El trabajo consistirá en la búsqueda de información, análisis, presentación pública y discusión en grupo, y redacción de un documento final. El trabajo se orienta a que el alumno desarrolle capacidades de análisis de la información científica, aportando sus ideas, en colaboración con los compañeros. También se valorará la calidad de las exposiciones y del trabajo escrito.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

BUTTON, K.J. (1993); *Transport Economics*, Edwar Elgar, UK.

IZQUIERDO R. ET AL. (1994); *Transportes: un enfoque integral*, Servicio de Publicaciones Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Escuelas, Madrid.



IZQUIERDO, R. y VASSALLO J.M. (2005); *Nuevos Sistemas de Gestión y Financiación de Infraestructuras de Transporte*, Colección SEINOR N° 35, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

MONZÓN, A. ET AL. (2005); *Observatorio de Movilidad Metropolitana*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

ORTÚZAR, J.D. (2000); *Modelos de Demanda de Transporte*, Alfaomega.

Ingeniería de Tráfico [5238]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

La asignatura pretende proporcionar los conocimientos de ingeniería de tráfico necesarios para el desarrollo de su actividad profesional. El objetivo es el de dotar al alumno de la capacidad suficiente para desarrollar totalmente las competencias en lo que se refiere a: (1) Analizar las características del tráfico viario y las relaciones entre las magnitudes que lo caracterizan; (2) Desarrollar e interpretar estudios de tráfico y aplicar los conceptos de

capacidad y nivel de servicio; (3) Conocer los principios básicos de los modelos utilizados para la previsión del tráfico en redes viarias; (4) Aplicar los métodos de regulación de la circulación en zonas urbanas y de gestión del tráfico interurbano (5) Aplicar sistemas inteligentes de transporte (ITS) a la gestión de tráfico; (6) Planificar y diseñar medidas de mejora de la seguridad vial.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ESTUDIOS DE TRÁFICO

Tema 1. Magnitudes fundamentales y procedimientos de obtención de datos

Volumen e intensidad de tráfico. Densidad. Velocidad. Relaciones entre las magnitudes fundamentales. Detectores de tráfico. Aforos. Estudios de velocidades, tiempos de recorrido y demoras. Estudios de tráfico de peatones y ciclistas. Estudios de estacionamiento. Estudios de movilidad.

Tema 2. Modelos teóricos de funcionamiento del tráfico

Circulación libre y forzada. Seguimiento de vehículos. Analogía hidrodinámica. Propagación de discontinuidades en el flujo circulatorio. Modelos de espera en un puesto de peaje. Modelos de aceptación de intervalo libre entre vehículos en intersecciones reguladas por prioridad. Modelos de paso por intersecciones reguladas por semáforos.

Tema 3. Modelos de simulación de la circulación

Fundamentos teóricos. Modelos macroscópicos. Modelos microscópicos. Metodología de aplicación en estudios de tráfico.

Tema 4. Metodología de análisis de capacidad y nivel de servicio

Capacidad y nivel de servicio en flujo continuo. Tramos básicos. Tramos de trenzado.

Ramales. Análisis de corredores.

Procedimiento para carreteras de dos carriles. Capacidad y nivel de servicio en intersecciones reguladas por prioridad. Capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas.

Tema 5. Prognosis y asignación de tráfico

Previsiones basadas en la evolución de la demanda. Previsiones basadas en modelos de demanda de transporte. Fundamentos de los métodos de asignación. Métodos "todo o nada". Métodos con restricción de capacidad. Métodos de caminos múltiples.

PARTE II. GESTIÓN DEL TRÁFICO

Tema 6. Gestión del tráfico interurbano y sistemas ITS

Planteamiento. Evaluación del funcionamiento de la red. Análisis de las situaciones de congestión. Optimización del aprovechamiento de la capacidad. Principios generales de diseño e implantación de la señalización. Señalización variable. Sistemas avanzados de información para el viajero. Sistemas avanzados de control de vehículos. Sistemas avanzados de transporte público. Sistemas de gestión de emergencias. Peaje dinámico.

Tema 7. Centros de gestión de tráfico

Medios y funciones. Estaciones de toma de datos. Comunicaciones y proceso de la información. Gestión de incidentes. Regulación de intensidades de acceso ("ramp metering"). Implantación y explotación de carriles



reversibles y de alta ocupación. Sistemas de información a los usuarios.

Tema 8. Gestión de tráfico en redes urbanas

Planes de movilidad. Regulación del uso de las calles. Ordenación de movimientos en intersecciones. Medidas de gestión de la demanda. Carriles reservados para transporte público. Moderación de la circulación ("traffic calming"). Regulación del estacionamiento. Regulación del flujo de peatones. Regulación del flujo de ciclistas.

Tema 9. Regulación semafórica

Funcionamiento Criterios para la instalación de semáforos. Tipos de regulación. Cálculo de duración del ciclo y las fases en semáforos de tiempos fijos. Selección de parámetros en semáforos accionados por el tráfico. Coordinación. Sistemas de control centralizado de semáforos.

Tema 10. Seguridad vial

Medida de los niveles de seguridad. Análisis estadístico de los datos de accidentes. Estudio de los tramos de concentración de accidentes. Diagnóstico y diseño de medidas. Actuaciones preventivas de seguridad vial. Dispositivos de contención de vehículos. Auditorías de seguridad vial. La seguridad vial en la planificación de la red viaria.

CLASES PRÁCTICAS

1. Obtención de datos de tráfico. Aforos de intensidades. Medida de velocidades. Estudio de intersecciones. Elaboración e interpretación de los datos.

2. Estudios de planeamiento. Establecimiento de pronosis de tráfico en corredores. Comparación de alternativas.

3. Estudios de capacidad. Análisis de la capacidad y los niveles de servicio en casos específicos. Aplicación de modelos de microsimulación.

4. Estudios de seguridad vial. Análisis de los registros de accidentalidad. Estudio detallado, diagnóstico y propuesta de medidas de mejora de la seguridad.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se realiza una visita técnica a un centro de gestión de tráfico.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

PARDILLO, J.M. Y SÁNCHEZ BLANCO V. (2003); *Apuntes de Ingeniería de Tráfico*

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (2000); *Highway Capacity Manual*, Washington DC

PLINE, J. (ed.) (1999); *Traffic Engineering Handbook (5ª edición)*, ITE, Washington DC

EDWARDS, J.D. (ed.) (1999); *Transportation Planning Handbook*, Institute of Transportation Engineers, Prentice Hall

PARDILLO, J.M. (2004); *Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras*, Fundación Agustín de Betancourt

Transporte por Tubería [5271]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura pretende dotar al alumno de la capacidad suficiente para desarrollar totalmente las competencias en lo que se refiere al transporte de fluidos por tubería (oleoductos, gasoductos, acueductos, etc.): (1) concebir, estudiar la viabilidad y anteproyectar sistemas de infraestructuras de tuberías, para el transporte de fluidos (líquidos, gases, sólidos

fluidificados), (2) redactar el proyecto de construcción de infraestructuras de tuberías, (3) dirigir la construcción de infraestructuras de tuberías, (4) gestionar, conservar, explotar y reparar sistemas de transporte por tubería y (5) planificar, promover y gestionar proyectos de sistemas de transporte por tubería.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. GENERALIDADES SOBRE EL TRANSPORTE POR TUBERÍA

Tema 1. Introducción al Transporte por Tubería

Definiciones. Clasificación. Conceptos generales.

Tema 2. La tubería: modo de transporte

Cadenas de transporte. Transporte de mercancías peligrosas. Redes de tuberías de transporte. Demandas, modulación, distribución, reparto.

Tema 3. La Energía y el Transporte por Tubería

Transporte de energía (oleoductos, gasoductos). Energía consumida en el transporte por tubería.

PARTE II. SISTEMAS DE TUBERÍAS DE TRANSPORTE

Tema 4. Infraestructuras de tuberías

Descripción. Componentes de las infraestructuras de tuberías. Concepción global y proyecto.

Tema 5. Material de las tuberías

Características generales. Caracterización específica de cada material. Requisitos a cumplir. Tubos y accesorios, piezas especiales. Uniones entre tubos. Selección del material idóneo.

Tema 6. Corrosión

Fenómenos de corrosión de tuberías. Protección frente a la corrosión: Revestimientos y Protección Catódica.

Tema 7. Mecanismos hidráulicos

Válvulas. Tipologías y clasificación. Ventosas. Tecnología de pistones.

Tema 8. Máquinas hidráulicas

Bombas (oleoductos) y compresores (gasoductos). Estaciones de bombeo y de compresión. Regulación del bombeo y de la compresión.

PARTE III. CONCEPCIÓN Y PROYECTO DE CONDUCCIONES POR TUBERÍA

Tema 9. El fluido transportado

Estudio comparativo a la luz de la Mecánica de Fluidos del transporte de líquidos y gases por tubería: velocidades, presiones, pérdidas de carga, líneas piezométricas, etc. Dimensionamiento del diámetro.

Tema 10. Cálculo estructural de las tuberías

Acciones internas. Acciones externas. Tuberías rígidas y flexibles. Procedimientos de cálculo. Dimensionamiento del espesor. Estabilidad de las tuberías: empujes y anclajes.

Tema 11. Trazado de las tuberías

Conceptos generales. Criterios de trazado. Condicionantes: topografía, geotecnia, cruces y obras singulares, otras infraestructuras. Selección del trazado idóneo. Estudio combinado del trazado en planta, con el perfil longitudinal, y con los cálculos de Mecánica de Fluidos y de resistencia estructural de las tuberías. Estudio de transitorios.

PARTE IV. CONSTRUCCIÓN Y TUBERÍAS SUBMARINAS

Tema 12. Construcción de tuberías terrestres

Características específicas de la construcción de tuberías. Técnicas modernas de montaje de tuberías. Maquinaria y medios apropiados.

Tema 13. Tuberías submarinas (construcción)

Grandes gasoductos internacionales. Cálculo estructural en función de los métodos constructivos.

Tema 14. Tuberías submarinas (proyecto)

Diferencias comparativas entre el proyecto de las tuberías terrestres y el de las tuberías submarinas.

PARTE V. EXPLOTACIÓN Y COSTES

Tema 15. Instalaciones anejas a la tubería

Terminales terrestres y marítimos. Terminales de recepción, almacenamiento y regasificación de G.N.L. (Gas Natural Licuado). Almacenamientos y depósitos.

Tema 16. Explotación

Puesta en servicio. Regulación, control y automatización. Mantenimiento y conservación.

Tema 17. Costes

Coste del transporte por tubería; influencia de la capacidad de transporte y de la distancia. Optimización técnica y económica. Consumos de energía y demás componentes del coste.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

CEGARRA PLANÉ, M. (1996); Proyecto de tuberías de transporte, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puerotos, Servicio Publicaciones, Colección Escuelas, Madrid.

CEGARRA PLANÉ, M. (1999); *Las tuberías (Acueductos, oleoductos, gasoductos)*; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puerotos, Servicio Publicaciones, Colección Escuelas, Madrid.

SZILAS, A.P. (1985); *Production and Transport of oil and gas*, Elsevier, Amsterdam.

HERNING, F. (1975); *Transporte de fluidos por tuberías*, Editorial Labor, Barcelona.

ASCE, (1975); *Pipeline Design for Hydrocarbon Gases and Liquids*, New York.



Especialidad de Urbanismo y Ordenación del Territorio

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 270 horas
- Asignaturas: 1 obligatoria y 3 optativas a elegir entre 5 (todas semestrales)

Planificación Urbana [5330]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos docentes de la asignatura son dotar al alumno de los conocimientos y metodología para la redacción del Plan General, como figura más importante de la normativa española. Se pretende, asimismo que el alumno se familiarice con la legislación urbanística en su vertiente de planeamiento.

Se pretende, también, continuar y finalizar la ordenación parcial realizada en 4º diseñándose las redes de infraestructuras necesarias y redactándose las ordenanzas reguladoras del uso del suelo y la edificación. Con este objetivo se imparten los conocimientos teóricos necesarios para el diseño de los servicios urbanos y redacción de ordenanzas.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. PRELIMINARES

Tema 1. Introducción. Terminología y conceptos

La conveniencia y necesidad de la planificación urbanística. Las distintas fases de la actividad urbanística: el planeamiento, la gestión, la ejecución y la disciplina. Las competencias en urbanismo: el Estado y las Comunidades Autónomas.

PARTE II. TÉCNICAS URBANÍSTICAS

Tema 2. Legislación y técnicas urbanísticas

La Ley del suelo de 1956: Características generales, sistemas de planeamiento y gestión, la aplicación de la ley, los reglamentos, leyes y decretos posteriores. La Reforma de 1975 y el texto refundido de 1976: Justificación de la reforma. Los reglamentos de 1978. La Constitución española de 1978: La nueva distribución de competencias. La Reforma de 1990 y el texto refundido de 1992: Razones de la reforma. La sentencia del Tribunal Constitucional de 1997: efectos de la sentencia, las nuevas leyes autonómicas. La legislación vigente tras la sentencia. La ley 6/98 sobre régimen del suelo y valoraciones: Justificación

de la reforma. Legislación estatal y autonómica vigentes.

Tema 3. Planeamiento general

El sistema de planeamiento en España. El planeamiento municipal. El planeamiento general. Formulación, redacción y tramitación. Fases de la tramitación y documentación. Órganos con competencias, informes preceptivos El documento de información urbanística, el avance de planeamiento, documento para tramitación, el texto refundido. Determinaciones del planeamiento general en cada clase de suelo. Metodología para la elaboración. La documentación del planeamiento general: Memoria Descriptiva y Justificativa, Memoria de Información y estudios complementarios, las Normas Urbanísticas y Ordenanzas, Planos, el Programa de Actuación, el Estudio Económico-Financiero, los Catálogos. Las Normas Subsidiarias.

Tema 4. Planeamiento de desarrollo

Los Planes Especiales: determinaciones, documentación y tramitación. Los Estudios de Detalle: alcance, determinaciones, documentación y tramitación. Los Programas de Actuación Urbanística. Programas de Actuación Integrada, Planes de Sectorización y análogos. Los Catálogos.

**Tema 5. Legislación sectorial**

Incidencia de la legislación sectorial en el urbanismo. Legislación sectorial estatal y autonómica. Legislación sectorial: Carreteras, ferrocarriles, vías pecuarias, aeropuertos, aguas, costas, medio ambiente, montes, redes eléctricas, telecomunicaciones, residuos, accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas y patrimonio histórico.

Tema 6. Legislación autonómica

Especialidades urbanísticas de la legislación autonómica.

PARTE III. PLANES URBANÍSTICOS**Tema 7. Plan Parcial**

El Plan Parcial: desarrollo y metodología para su elaboración. Determinaciones, documentación y tramitación.

Tema 8. Viario y pavimentación

Diseño del viario. Trazado en planta. Replanteo y definición geométrica. Trazado en alzado. Pavimentación.

Tema 9. Trazado y características de las redes urbanas.

Red de abastecimiento de agua. Red de saneamiento. Red de energía eléctrica. Red de alumbrado público. Red de gas. Red de

telefonía. Recomendaciones para el diseño de las canalizaciones.

CLASES PRÁCTICAS**1. Revisión de un Plan General****2. Realización práctica de un Plan Parcial (en grupo).****BIBLIOGRAFÍA** (5 referencias principales)

ARIZMENDI BARNES, L. J. (1992); *Instalaciones urbanas: Infraestructura y planeamiento.*

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, T. R. (1998); *Manual de Derecho Urbanístico*, 13ª edición, Publicaciones Abella, Editorial El Consultor de los Ayuntamientos.

MOYA GONZÁLEZ, L. (1994); *La práctica del planeamiento urbanístico*, Editorial Síntesis.

SANTAMERA SÁNCHEZ, J. (1998); *Introducción al Planeamiento Urbano*, 2ª edición, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SANTOS DIEZ, R. y CASTELAO RODRÍGUEZ, J. (2002); *Derecho Urbanístico Manual para Juristas y Técnicos*, 5ª edición, Editorial El Consultor de los Ayuntamientos.

Hidrología de Superficie y Subterránea [5321]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

La asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos suficientes para abordar con solidez el planteamiento y la resolución de los problemas reales que se plantean en la ingeniería en relación con los caudales fluyentes. Se profundiza hasta un nivel desde el cual, el alumno debe: (1) ser capaz de describir y explicar las leyes físicas que cuantifican cada una de las componentes del ciclo hidrológico, conociendo perfectamente los problemas asociados a la medida de las variables y su interpretación y posible corrección o estimación, (2) dominar las metodologías que permiten calcular los caudales generados por las lluvias incluyendo su tránsito por los cauces y la interacción con la geometría fluvial, (3) conocer con detalle el funcionamiento del ciclo

subterráneo, las técnicas específicas de estudio y sus relaciones con el ciclo hidrológico superficial, (4) dominar los procedimientos estadísticos que permiten valorar el riesgo de los diseños, extrapolar resultados así como generar series hidrológicas temporales, (5) conocer la arquitectura de las metodologías de modelación, las técnicas de calibración y las limitaciones de los modelos, llegando a tomar contacto y experiencia con los modelos comerciales más consagrados (6) alcanzar los conocimientos suficientes para desarrollar estudios reales de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos, de avenidas, de hidráulica de cauces naturales y de calidad de agua con métodos actuales.



Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. El agua en la atmósfera.

Presentación de la asignatura y objetivos. El ciclo hidrológico. Descripción de las variables que intervienen y sus interrelaciones

Tema 2. Procesos hidrológicos, redes de medida e instrumentación.

El agua en la atmósfera. Física y medida de la precipitación líquida y sólida. Hidrometría y aforo de caudales. Infiltración y percolación. Evaporación y evapotranspiración. Redes de medida clásicas y redes en tiempo real

Tema 3. Generación de escorrentía.

Cálculos hidrometeorológicos en cuencas pequeñas. Descripciones agregadas y distribuidas. Hidrograma unitario. Tormentas de proyecto. Generación de hidrogramas. Ejemplos.

Tema 4. Movimiento de aguas superficiales.

Modelos hidrológicos de propagación: Puls, Muskingum y Muskingum-Cunge. Modelos hidráulicos: onda cinemática, onda dinámica y onda difusiva. Métodos de cálculo.

Tema 5. Movimiento de aguas subterráneas.

El medio poroso y las variables que lo describen. Ecuaciones del movimiento.

Ensayos para parametrización de acuíferos. Recarga e interacción río-acuífero. Modelos analíticos y matemáticos del régimen saturado

Tema 6. Estadística hidrológica.

Análisis de frecuencia. Estimación de probabilidades de la precipitación máxima. PMP. Cálculo estadístico de caudales de avenida. Análisis y modelización de series temporales.

Tema 7. Diseño hidrológico.

Conceptos y cálculos de riesgo e incertidumbre. Definición de la crecida de proyecto. Cálculo de hidrogramas para obras fluviales y para diseño de embalses. Técnicas de predicción de caudales

Tema 8. Modelos hidrológicos.

Modelos hidrometeorológicos de respuesta de cuenca. Modelos continuos y de episodio. Modelos agregados y distribuidos. Modelos del ciclo hidrológico. Modelos de cauces naturales y planas inundables. Modelos de calidad de agua. Software comercial. Calibración y puesta a punto. Explotación.

Estructuras Socio-Económicas [5361]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se propone que el alumno adquiera una formación básica sobre las relaciones estructurales de la actividad económica así como las herramientas y sus objetivos de crecimiento, estabilidad, empleo y

sostenibilidad. Adicionalmente se pretende que el alumno adquiera destrezas de análisis de los sectores de la economía, en la redacción de informes y en la presentación y defensa, en público, de su informe.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. El medio natural

Tema 2. Los recursos naturales

Tema 3. Demografía y población

Tema 4. Organización política

Tema 5. La educación, la sanidad y la seguridad ciudadana

Tema 6. El sector agrario: secano y regadío, cultivos industriales

Tema 7. Sector forestal y ganadero

Tema 8. La pesca

Tema 9. El Sector básico industrial: energía, minería, siderurgia y transformados metálicos.

Tema 10. Industrias químicas y de la construcción

Tema 11. Infraestructuras y vivienda

Tema 12. Transportes, comercio y turismo

Tema 13. Industria del conocimiento y comunicaciones

Tema 14. El marco social de la economía

**CLASES PRÁCTICAS**

1. Trabajos repartidos por sectores de la economía. Se sigue el esquema: Demanda, Oferta, Empleo, Financiación, Regulación

2. Presentación y debate en clase. Se hace por cada sector. En las últimas clases el profesor hará una síntesis de los sectores no trabajados por alumnos.

Ingeniería Civil y Ecología [5331]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura pretende dotar a los alumnos de los conocimientos básicos necesarios para valorar adecuadamente la relación existente entre las intervenciones propias de la ingeniería civil, el territorio y el medio ambiente, prestando especial atención a nuestro entorno más inmediato (España, Cuenca Mediterránea, Europa). Es preciso, por tanto, adquirir aquellas

nociones básicas que permitan entender las características, funcionamiento y evolución de los paisajes y medios naturales para, con posterioridad, analizar separadamente la incidencia ambiental, paisajística y territorial de las obras públicas y de otras actuaciones características de la ingeniería civil.

Programa**CLASES TEÓRICAS****PARTE I. FACTORES AMBIENTALES Y PAISAJÍSTICOS.****Tema 1. Ingeniería, medio ambiente, paisaje y territorio.**

Geología, geomorfología y paisaje. Factores condicionantes de la ocupación del territorio. El territorio en España. Ingeniería y planificación territorial. La integración de los aspectos ambientales en la planificación

Tema 2: Biogeografía y paisaje

Fundamentos. El paisaje: construcción humana y realidad eco-territorial. Factores y elementos componentes del paisaje. Caracterización eco-paisajística de España

Tema 3: La acción humana sobre la naturaleza

La deforestación y sus causas. La alteración de las zonas húmedas y de los paisajes fluviales. La crisis de la diversidad biológica. La desertificación. El agua: El agua en el mundo. El ciclo hidrológico y sus componentes. El agua en España

PARTE II. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS OBRAS PÚBLICAS**Tema 4. Las obras hidráulicas. Aguas subterráneas**

Efectos ambientales en función de su tipología. Los canales. Las presas y los embalses. Criterios para la identificación y cuantificación de los efectos ambientales. Medidas correctoras. Las aguas subterráneas en España. Los aprovechamientos subterráneos. Sistemas de control y medidas protectoras

Tema 5. Las vías de comunicación terrestre.**Obras subterráneas**

Problemas relativos a la planificación. Las obras: desmontes, terraplenes, pasos fluviales. Los efectos medioambientales y su cuantificación. Medidas correctoras. Obras subterráneas: Escombreras. Subsidiencias. Influencia sobre la circulación hídrica. Cuantificación de los efectos ambientales. Medidas correctoras

Tema 6. Obras costeras

Efectos sobre el medio litoral. Depósitos y erosiones. Contaminación de las costas. Cuantificación de efectos ambientales y medidas correctoras. Criterios para la construcción y explotación

Tema 7. Centrales energéticas e instalaciones industriales. Movimientos de tierras y explotaciones de áridos

Efectos medioambientales según su tipología. Criterios para la elección de emplazamientos. Eliminación y almacenamiento de residuos. Contaminación industrial. Criterios para la cuantificación de efectos. Grandes excavaciones. Canteras. Escombreras. Graveras Explotación de depósitos costeros. Criterios para la cuantificación de efectos. Medidas correctoras

PARTE III. MEDIDAS PROTECTORAS FRENTE A ACCIONES NATURALES**Tema 8. Riesgos naturales ligados a la geodinámica interna**

Tipología. Avenidas fluviales: Situación en España. Acción torrencial. Los aludes.



Inestabilidades de ladera. Subsidiencias. Acciones eólicas y marinas. Obras de corrección y protección. Sistemas de previsión y control para todos los casos.

Tema 9. Riesgos geológicos ligados a la geodinámica interna

Erupciones volcánicas. Riesgo volcánico. Riesgo volcánico en España. Los terremotos. Causas y consecuencias. Previsión y control. Neotectónica. Riesgo sísmico en España.

Tema 10. Conservación de la construcción

Las obras patrimonio cultural. Los materiales de construcción. Alteraciones. Medidas correctoras. Las antiguas vías de comunicación. Calzadas romanas. Cañadas ganaderas. Metodología para su estudio y protección.

PARTE IV. NORMATIVA AMBIENTAL DE APLICACIÓN EN ESPAÑA

Tema 11: Normativa ambiental autonómica, estatal, comunitaria

Normativa de Evaluación de Impacto Ambiental. Normativa de Espacios Naturales Protegidos. Normas de aplicación en proyectos de obras públicas. Análisis comparativo con la normativa de otros países. Relaciones

institucionales con organismos internacionales en materia de medioambiente y previsión de catástrofes naturales.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se realizarán uno o dos viajes de prácticas en el que se desarrollarán trabajos de campo, siempre relacionados con las cuestiones contempladas en el temario.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

DELGADO, F.; MERINO, J.A. Y BARRIDO, N. (1995); *Legislación del Medio Ambiente*, Tecnos, Madrid.

GÓMEZ OREA, D. (1998); *Evaluación de impacto ambiental*, Editorial Agrícola Española, Madrid.

I.T.G.E. (1990); *Evaluación y corrección de impactos ambientales*.

Keller, E.A. (2000); *Environmental Geology*. Prentice Hall.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004); *Libro Blanco del Agua*.

Servicios Urbanos [5340]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo inicial es de hacer conocer a los alumnos la dinámica de los servicios urbanos, su contenido y su organización. En segundo lugar formar a los alumnos, haciéndoles capaces de diseñar los servicios municipales

fundamentales. El tercer objetivo va dirigido a capacitar al alumno en la gestión de dichos servicios. En definitiva capacitar al alumno en el diseño, organización del servicio, gestión, financiación y control de los servicios urbanos.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Los servicios públicos urbanos y el análisis del sistema.

Generalidades, Introducción histórica

Tema 2. Los servicios públicos urbanos y el análisis del sistema.

Características de los servicios urbanos, Sistemas urbanos, Análisis de sistemas.

Tema 3. Gestión de los servicios urbanos (I).

Introducción. Tendencias actuales. La participación de los ciudadanos en la gestión municipal.

Tema 4. Gestión de los servicios urbanos (II).

Contexto de la gestión. Descentralización. Organizaciones sin ánimo de lucro.

Tema 5. Gestión de los servicios urbanos (III).

Participación del sector privado en la explotación de los servicios. Cobertura extrafiscal de los costes.

Tema 6. Vivienda y desarrollo urbano

Tema 7. Viario.

Introducción. El espacio del peatón. La calzada. El aparcamiento. Las calles de coexistencia. Otros espacios de la red viaria.

**Tema 8. El ciclo urbano del agua (I).**

Introducción. Evolución histórica. El ciclo primario. Ciclo secundario. Redes.

Tema 9. El ciclo urbano del agua (II).

Estaciones de tratamiento. Estaciones depuradoras

Tema 10. Distribución de aguas (I).

Introducción. Necesidades y condicionantes del servicio

Tema 11. Distribución de aguas (II).

Características del proyecto. Redes de incendio. Elementos accesorios a la red de abastecimiento. Explotación del servicio. Control de obras y servicios.

Tema 12. Distribución de aguas (III).

Financiación del servicio. Tarifas

Tema 13. Red de saneamiento urbano (I)

Necesidades y condicionantes del servicio. Características del proyecto. Elección del tipo de red. Elección de trazado.

Tema 14. Red de saneamiento urbano (II)

Determinación de caudales. Limitación de velocidades. Secciones. Pozos y elementos singulares. Ejecución de una red de saneamiento.

Tema 15. Red de saneamiento urbano (III)

Explotación y mantenimiento de la red. Financiación del servicio.

Tema 16 Residuos urbanos (I)

Caracterización. Problemas de los residuos. Objetivos. Sistemas de recogida.

Tema 17 Residuos urbanos (II)

Reciclado. Reutilización. Eliminación.

Tema 18. Limpieza viaria y de parques y jardines.**Tema 19. Residuos urbanos (III)**

Mantenimiento y explotación. Financiación del servicio.

Tema 20. Viales

Intersecciones y enlaces. Pavimentación. Barreras urbanas para discapacitados visuales. Minusvalía física y barreras urbanísticas. Viario e impactos ambientales. Gestión y control.

Tema 21. Alumbrado

Introducción. Luminotecnia. Conceptos generales. Proyecto luminotécnico. Proyecto eléctrico. Gestión y control.

Tema 22. Riego (I)

Introducción. Sistemas de riego. Definiciones de los tipos de riego utilizados. Jerarquización de las redes de riego. Definiciones de los elementos que forman una red de riego.

Tema 23. Riego (II)

Disposiciones para una red de riego en parques y jardines. Zanjas. Dotaciones unitarias. Reutilización de aguas. Gestión y control.

Tema 24. Tráfico urbano

Vías públicas rurales. Calles residenciales. Calles comerciales e industriales. Calles arteriales. Medición de la intensidad de tráfico. Señales de circulación. Semáforos. Señalizaciones especiales.

Tema 25. Control de nevadas y heladas

Organización del servicio. Maquinaria y equipos. Servicios de apoyo. Cooperación del público. Gestión y control.

Tema 26. Otros servicios municipales en relación con la ingeniería urbana.

Intercambiadores. Aparcamientos. Playas. Centros de deportes. Centros culturales. Centros sanitarios. Mataderos. Mercados. Cementerios etc.

Tema 27. Distribución eléctrica pública.**Tema 28. Suministro de combustibles.****Tema 29. Red de comunicaciones urbanas****Oceanografía. Ingeniería de Costas [5332]**

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de la asignatura es procurar la especialización del alumno en las actuaciones de ingeniería relacionadas con el litoral. Para ello se profundiza en el conocimiento del medio marino y su iteración dinámica con la atmósfera

y con la litosfera. También se proporcionan las bases para las actuaciones humanas en las costas, desde el punto de vista funcional y medioambiental.



Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Planteamiento

Visión global y evolutiva del sistema terrestre concertado.

Tema 2. Análisis de los parámetros fundamentales del medio marino.

Causas de los cambios en el clima y en los niveles del mar; con las referencias precisas a la instrumentación y medida de variables significativas.

Tema 3. Interacciones en el medio natural

Comprensión de las interacciones dinámicas entre la Atmósfera, la Hidrosfera, la Litosfera y la Biosfera. Consecuencias en las circulaciones Atmosférica y Oceánica.

Tema 4. Actuaciones humanas.

Bases metodológicas para actuaciones humanas en el medio costero-litoral y para el

análisis de sus efectos ambientales, tanto en la biocenosis como en el biotopo.

Tema 5. Bases metodológicas para el diseño funcional de obras costero litorales.

Tipologías de obras y actuaciones. Crítica funcional y ambiental. Tipología coherente de las obras para la ordenación y defensa. Ingeniería de Costas.

Tema 6. Investigación y exploración de recursos oceánicos y costero-litorales.

Ecosistemas litorales. Fondos oceánicos. Vertidos litorales y desalimentación.

Tema 7. Contaminación oceánica y litoral.

Modos y tipos de Contaminación. Dilución y eliminación de contaminantes.

Especialidad de Hidráulica y Energética

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 225 horas
- Asignaturas: 1 obligatoria (anua), 1 obligatoria y 1 optativa a elegir entre 2 (todas semestrales)

Termodinámica: Sistemas Energéticos. Centrales [5333]

5º curso, obligatoria de especialidad, anual, 3 h/semana, 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de esta materia es dotar al alumno de (1) la base teórica para tratar los fenómenos termodinámicos de gran aplicación tecnológica, (2) la aplicación práctica a los sistemas de

producción de energía, sistemas de refrigeración, de calefacción, convertidores térmicos, y (3) los conocimientos teóricos y prácticos de las energías renovables.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. TERMODINÁMICA Y TERMOTECNIA

Tema 1. Conceptos y definiciones

Definición de sistemas. Descripción de los sistemas y de su comportamiento. Coordenadas termodinámicas. Ecuaciones de Estado.

Tema 2. Primer Principio de Termodinámica

Conceptos de Trabajo y Energía. Primer principio de Termodinámica. Capacidad calorífica. Energía Interna. Entalpía. Principio de conservación de la Energía para sistemas

cerrados. Principio de conservación de la energía para sistemas abiertos. Análisis Energético de sistemas.

Tema 3. Cambios de fase

Superficie PvT. Diagrama presión-temperatura. Diagrama presión-volumen específico. Diagramas planos. Calidad de vapor. Tablas de propiedades de una sustancia pura, simple compresible.

Tema 4. Segundo Principio de Termodinámica

Enunciados del segundo principio. Procesos reversibles e irreversibles. Desigualdad de



Clausius. Función entropía. Balance de entropía en sistemas cerrados. Balance de entropía en sistemas abiertos. Interpretación microscópica de la entropía. Consecuencias del segundo principio: procesos isoentrópicos, rendimientos adiabáticos, ciclo de Carnot.

Tema 5. Tercer Principio de Termodinámica. Ecuaciones Matemáticas del Primer y Segundo principio.

Enunciado del tercer principio de Termodinámica. Ecuaciones matemáticas del primer y segundo principio. Potenciales Termodinámicos. Ecuaciones de Maxwell.

Tema 6. Exergía e irreversibilidad.

Energía utilizable. Exergía de un sistema cerrado, Balance de exergía en sistemas cerrados. Exergía de un sistema abierto. Balance de exergía en sistemas abiertos. Eficacia Termodinámica. Eficiencias exergéticas de equipos.

PARTE II. CICLOS TERMODINÁMICOS

Tema 7. Introducción a los ciclos Termodinámicos.

Ciclo y máquina de Carnot. Aplicación del primer y segundo principio a ciclos termodinámicos. Diagramas planos. Ciclos de potencia de vapor. Ciclos de potencia de gas. Ciclos de Refrigeración.

Tema 8. Ciclos de potencia de gas.

Ciclo Otto. Ciclo diesel. Ciclo Mixto. Ciclo Brayton. Turbinas de gas. Ciclo regenerativo de la turbina de gas. Ciclos de turbina de gas con refrigeración intermedia y recalentamiento. Tablas de Keenan y Kaye de propiedades termodinámicas del aire como gas ideal

Tema 9: Ciclos de potencia de Vapor

Ciclo de Rankine. Ciclo de Rankine- Hirn. Ciclo con recalentamiento intermedio de vapor. Ciclo regenerativo. Ciclo regenerativo con recalentamiento. Aplicaciones de los ciclos de vapor. Análisis exergético de un ciclo de vapor simple. Sistemas de cogeneración. Ciclo combinado.

Tema 10. Sistemas de refrigeración

Introducción a los sistemas de refrigeración. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Ciclos de refrigeración por compresión de vapor en cascada y multietapa. Ciclo doble de refrigeración con inyección de vapor e inyección de líquido. Ciclos de refrigeración con gas. Ciclo de refrigeración por absorción. Clases de refrigerantes. Tablas y diagramas de refrigerantes.

PARTE III. AIRE ACONDICIONADO

Tema 11. Psicrometría.

Conceptos básicos. Diagrama psicrométrico. Procesos de acondicionamiento de aire:

calentamiento y enfriamiento sensible. Deshumidificación con calentamiento. Humidificación. Enfriamiento por evaporación. Mezcla adiabática de dos corrientes de aire. Acondicionamiento de aire en locales. Torres de Refrigeración

PARTE IV. TRANSMISIÓN DE CALOR

Tema 12. Transmisión de calor por conducción

Transferencia de calor. Ley de Fourier. Ecuación del calor. Transmisión de calor a través de un muro. Transmisión de calor en tubos. Transmisión de calor a través de esferas. Coeficiente global de transmisión de calor. Temperatura media logarítmica. Aletas. Intercambiadores de calor. Métodos numéricos de transmisión de calor

Tema 13. Transmisión de calor por convección

Ley de Newton. Ecuaciones empíricas. Teorema de Buckingham. Números adimensionales

Tema 14. Transmisión de calor por radiación

La radiación térmica. El haz radiante. Leyes de Kirchhoff. El cuerpo negro. La radiación del cuerpo negro. Emisividad. Coeficientes de absorción, reflexión y transmisión. La superficie gris. El factor visual y la radiosidad. Álgebra de factores visuales.

PARTE V. COMBUSTIBLES Y COMBUSTIÓN

Tema 15. Combustibles

Definiciones. Poder calorífico superior e inferior. Análisis de combustibles. Estudio de las cenizas. Estudio de combustibles líquidos. Combustibles industriales.

Tema 16. Combustión.

Aire necesario. Análisis de humos. Combustión completa. Combustión incompleta. Contenidos máximos de CO₂ y SO₂. Contenido de oxígeno en los humos. Diagrama de Ostwald. Diagrama de Keller. Otros diagramas. Ábacos de combustión.

PARTE VI. ENERGÍAS RENOVABLES

Tema 17. Energía Eólica

Introducción. Nociones de aerodinámica. Máquinas eólicas. Diseño de aeroturbinas. Estado actual de la energía eólica. Utilización de la energía eólica. Aplicaciones, almacenamiento y costes.

Tema 18. Energía solar térmica

Conceptos previos de energía solar. Factores característicos. Radiación y captación solar. Conversión térmica de baja temperatura. Conversión térmica a temperaturas medias. Conversión térmica a altas temperaturas.



Tema 19. Energía fotovoltaica

Célula solar. Módulos fotovoltaicos.
Aplicaciones. Caso práctico de instalación fotovoltaica.

Tema 20. Bioclimatismo

Introducción al bioclimatismo. Masa térmica.
Sistemas de ganancia directa. Sistemas de ganancia indirecta. Sistemas de ganancia aislados.

Tema 21. Conversores térmicos.

Bomba de calor. Funcionamiento de la bomba de calor. Estudio económico de la utilización de la bomba de calor. Criterios de dimensionamiento. Suelo Radiante.

PARTE VII. ENERGÍA NUCLEAR

Tema 22. Conceptos básicos de radiactividad

Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos.
Tipos de Centrales nucleares. Gestión de residuos radiactivos.

CLASES PRÁCTICAS

1. Conceptos y definiciones.
2. Primer Principio de Termodinámica.
3. Cambios de fase.
4. Segundo Principio de Termodinámica.
5. Exergía e irreversibilidad.

6 Ciclos de potencia de gas.

7. Ciclos de potencia de vapor.

8. Sistemas de refrigeración.

9. Psicrometría.

10. Transmisión de calor por conducción

11. Caso práctico del estudio de transmisión de calor en una vivienda.

12. Transmisión de calor por radiación.

13. Combustión.

CLASES DE LABORATORIO

1. Determinación de la calidad de vapor saturado
2. Operación de un equipo frigorífico
3. Rendimiento de un generador de vapor
4. Operación de un colector plano de energía solar térmica.
5. Detección de radiaciones ionizantes de baja actividad.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se organiza conjuntamente con la asignatura Sistemas Eléctricos de Potencia. Se programa la visita de una central térmica, una central hidroeléctrica y una central eólica o solar.

Sistemas Eléctricos de Potencia [5457]

5º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende dotar al alumno de la capacidad suficiente para: (1) Comprender los aspectos generales relativos a la estructura y a la operación de un sistema de energía eléctrica. (2) Describir los aspectos más destacados del desarrollo y ordenación del Sector Eléctrico español. (3) Comprender los aspectos fundamentales del funcionamiento de una central hidroeléctrica. (4) Plantear y resolver el problema de la explotación óptima de una central hidroeléctrica. (5) Plantear y resolver el problema de la explotación óptima de un sistema con generación mixta hidráulica y térmica. (6) Comprender la metodología aplicable al problema de la programación de un

sistema hidroeléctrico a corto, medio y largo plazo. (7) Comprender el funcionamiento del sistema de control de frecuencia de una central hidroeléctrica. (8) Determinar la respuesta dinámica de una central hidroeléctrica mediante simulación en ordenador. (9) Conocer la influencia de los parámetros de diseño de la central en su comportamiento en régimen transitorio. (10) Comprender los conceptos esenciales relativos a la generación y transformación de la energía eléctrica. (11) Comprender los aspectos esenciales del funcionamiento de las líneas y redes de transporte de energía eléctrica.



Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Introducción. Sistemas de energía eléctrica.

Evolución histórica. Estructura de los sistemas de energía eléctrica. Aspectos básicos de la operación del sistema: cobertura de la demanda; calidad de servicio. El sector eléctrico español; demanda de energía y potencia. El mercado eléctrico español. Transporte y distribución.

Tema 2. Centrales hidroeléctricas; sistema hidráulico.

Configuración. Elementos de la instalación hidráulica. Turbinas hidráulicas: tipos; características de funcionamiento. Sistemas auxiliares.

Tema 3. Explotación óptima de sistemas hidroeléctricos

Estudio de la explotación de una central hidroeléctrica. Aplicación de la programación lineal y no lineal. Centrales térmicas; despacho económico. Influencia de las pérdidas en el transporte. Sistemas con generación mixta hidráulica y térmica. Aplicación de la teoría del control óptimo: cálculo variacional; programación dinámica. Ecuaciones de coordinación. Consideración de las centrales reversibles. Cobertura de la demanda. Gestión de recursos hidroeléctricos. Explotación de sistemas hidroeléctricos en mercados liberalizados

Tema 4. Control de centrales hidroeléctricas.

Sistema de control. Regulador de velocidad; modelo dinámico. Modelo del sistema hidráulico. Lazo de regulación primaria. Estabilidad dinámica. Simulación. Regulación secundaria.

Tema 5. Centrales hidroeléctricas; sistema eléctrico

Características de la energía eléctrica. Generadores: generador síncrono; generador asíncrono. Transformadores. Sistema de valores por unidad. Diagrama unifilar.

Tema 6. Transporte de la energía. Redes eléctricas.

Introducción. Líneas de transporte. Limitaciones del transporte en corriente alterna. Transporte en corriente continua en alta tensión. Redes de transporte: estudio de una interconexión; el problema del flujo de carga. Pérdidas en la red de transporte. Control de redes de transporte

CLASES DE LABORATORIO

- 1. Optimización de la explotación.** Aplicación a un embalse hidroeléctrico mediante programación dinámica y GAMS.
- 2. Simulación de la respuesta dinámica de una central hidroeléctrica.** Influencia de los parámetros de diseño.
- 3. Turbinas hidráulicas.** Generador síncrono; funcionamiento acoplado a una red de gran potencia. Funcionamiento en isla.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se organiza conjuntamente con la asignatura Sistemas Energéticos Centrales. Se programa la visita de una central térmica, una central hidroeléctrica y una central eólica o solar.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

WILHELMI, J.R. (2000); *Análisis de sistemas hidroeléctricos*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones.

GÓMEZ EXPÓSITO, A. et al. (2002); *Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica*, McGraw-Hill.

CUESTA, L., VALLARINO, E. (2000); *Aprovechamientos Hidroeléctricos, 2 volúmenes*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

CASTILLO, E. et al (2002); *Building and solving mathematical programming models in engineering and science*, Wiley.

CHAUDRY, M.H. (1987); *Applied Hydraulic Transients*, Van Nostrand.



Excavaciones Subterráneas [5417]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que los alumnos alcancen un conocimiento suficiente de los conceptos fundamentales que se manejan en las Excavaciones Subterráneas, tanto bajo el punto

de vista de la Mecánica del Suelo y de las Rocas como de la Geología y de los aspectos de la construcción ligados a estas materias.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Generalidades

Tipología de obras subterráneas. Formas, dimensiones, finalidad. Relación de la obra subterránea con su entorno, aspectos geométricos, topográficos y geológicos. Problemática geotécnica: efecto arco, elastoplasticidad, deformaciones diferidas, terreno heterogéneo y con discontinuidades, influencia del agua, dificultades constructivas, etc. Comparación entre excavación subterránea civil y minera.

Tema 2. Modelos de comportamiento del terreno

Estado tensodeformacional. Tensiones internas. Modelo elástico. Sección circular. Solución de Kirsch. Estado tensional. Axialsimetría. Tensión interior. Deformaciones. Cavidad esférica. Secciones elípticas y de otras formas. Doble túnel. Modelo plástico. Solución de Fenner. Modelo elastoplástico. Radio de plastificación. Modelos distintos a Mohr Coulomb. Hoek y Brown. Suelos con dilatación positiva y negativa. Deformaciones. Aplicación a rocas. Concepto del arco de descarga. Métodos de cálculo numérico del estado tensodeformacional. Modelo elastoplástico. Interacción entre terreno y revestimiento: método de las características. Líneas características de la cavidad. Líneas características del sostenimiento y revestimiento.

Tema 3. Otros aspectos del comportamiento, influencia del procedimiento de construcción

Viscosidad. Proceso constructivo. Medida de convergencias. Estabilidad del frente. Estabilidad del hastial. Estabilidad del techo y cuñas. Empujes asimétricos, techo plano, golpe de montaña, extrusión de relleno de juntas.

Tema 4. Revestimiento, sostenimientos y falsos túneles. Su cálculo.

Cálculo del revestimiento. Túneles hidráulicos con presión interior. Cálculo de Bulonado. Falso túnel

Tema 5. Mecanismo del arranque y procedimientos de excavación.

Mecanismos de arranque sin explosivos. Mecanismo de la explosión. Voladuras suaves, técnicas de recorte y precorte. Excavación con explosivos en túneles. Cueles, Esquemas de encendido. Excavación mecanizada con máquinas de ataque puntual. Rozadoras, minadoras. Excavación mecanizada con máquinas de ataque repartido o tuneladoras. TBMs, escudos, escudos de presión de tierras, escudos dobles. Discos y cortadores. Ventajas e inconvenientes de la excavación mecanizada respecto de la excavación con explosivos.

Tema 6. Tipos y ejecución de Sostenimientos y Tratamientos especiales

Sostenimientos. Descripción de los diferentes sistemas: cerchas, bulones, mallas, gunita, chapas metálicas, hormigón. Tratamientos especiales: micropilotes, jet grouting, inyecciones, congelación.

Tema 7. Procedimientos de construcción.

Fases de construcción de un túnel. Métodos austriaco, clásico, alemán, belga. Método de Madrid.

Tema 8. Clasificaciones geomecánicas y comportamiento de distintas formaciones geológicas.

Clasificaciones geomecánicas. Papel de las clasificaciones. Clasificaciones de Lauffer, Deere, Louis, Barton, Bieniawski. Comportamiento de distintas formaciones geológicas. Rocas endógenas. Rocas metamórficas. Rocas sedimentarias.

Tema 9. Reconocimientos geológico-geotécnicos

Reconocimientos geotécnicos para el proyecto y construcción. Estudios geológicos generales y de detalle. Toma de datos geomecánicos. Sondeos. Galerías. Geofísica. Ensayos in situ.

Tema 10. Temas monográficos

Casos prácticos. Temas monográficos: Grandes excavaciones subterráneas, Túneles de Seikan, la Mancha, el Cern.



Hidráulica e Ingeniería Fluvial [5424]

5º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura tiene como objeto la presentación de los conceptos básicos de ingeniería de ríos. Una vez superada la asignatura, el alumno deberá (1) ser capaz de describir las características básicas del ecosistema, la morfología y la dinámica fluvial, (2) conocer los principios y leyes básicas que rigen el movimiento de los sedimentos en el río,

(3) poder realizar cálculos de inicio de la erosión, pérdidas de carga y transporte de sedimentos de fondo y en suspensión, (4) proyectar obras fluviales de protección de márgenes y encauzamientos, y (5) conocer los condicionantes de la dinámica fluvial sobre las obras de ingeniería.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Introducción.

Presentación de la asignatura. El río en la historia. Ingeniería fluvial. Obras fluviales.

Tema 2. El ecosistema fluvial.

El ecosistema fluvial. Aspectos hidrológicos. Sedimentos y morfología fluvial. Ecología fluvial. Régimen de caudales. Caracterización del régimen de caudales. Flora y fauna en el cauce y ribera.

Tema 3. Morfología fluvial.

Clasificación genética de los ríos. Clasificación de los cauces por su forma en planta. Perfil longitudinal. Secciones transversales. Vegas y avenidas. Diques naturales y marjales. Deltas y abanicos fluviales. Movimientos secundarios y procesos de formación de meandros. Estudio de la forma de los ríos.

Tema 4. Respuesta cualitativa de los sistemas fluviales.

Analogía de la balanza de Lanè. Métodos de predicción de respuesta. Aplicación del análisis cualitativo. Criterios y condicionantes en proyectos fluviales.

Tema 5. Propiedades de los sedimentos.

Tamaño, forma y densidad de la partícula. Velocidad de sedimentación. Propiedades de los sedimentos como conjunto. Propiedades de las curvas granulométricas. Otras propiedades. Armado del lecho. Suelos cohesivos. Toma de muestras.

Tema 6. Inicio de la erosión.

Equilibrio de una partícula en el lecho. Diagrama de Shields. Otras fórmulas. Suelos cohesivos.

Tema 7. Rugosidad y formas del lecho.

Formas del lecho. Relación entre la rugosidad y la forma del lecho. Factores que determinan la forma del lecho. Ecuación de Exner. Predicción de formas del lecho.

Tema 8. Fórmulas de resistencia.

Planteamiento general y fórmulas clásicas. Fórmulas semilogarítmicas y aplicación a las fórmulas clásicas. Fórmula de Einstein. Otras fórmulas para lecho móvil. Pérdida de energía en cauces naturales. Rugosidad compuesta. Ejercicios prácticos.

Tema 9. Producción de sedimentos. Pérdida el suelo.

Proceso de erosión de sedimentos en la cuenca. Factores que condicionan la pérdida del suelo. Fórmulas aproximadas para el cálculo de la pérdida de suelo. Ecuación universal de pérdida de suelo. Ecuación universal de pérdida de suelo modificada. Control y predicción de la erosión. Ejercicios prácticos.

Tema 10. Arrastre de fondo.

Conceptos básicos. Tipos de flujo y formas de transporte. Arrastre de fondo. Fórmula de Dubois. Fórmulas basadas en el cortante crítico. Fórmulas en $(q-q_c)$. Fórmula de Meyer-Peter y Müller. Fórmula de Einstein para arrastre de fondo. Otras fórmulas: Einstein-Brown, Toffaletti, Colby. Ejercicio prácticos.

Tema 11. Transporte de materiales en suspensión.

Cálculo de la difusión con movimiento turbulento. Transporte de material suspendido en condiciones de equilibrio. Teoría del intercambio. Fórmula de Laè-Kalinske. Método de Einstein para el cálculo de material en suspensión. Otros métodos para el cálculo del



transporte en suspensión por la teoría del intercambio. Métodos basados en la teoría de la energía. Transporte total. Fórmula de Toffaletti. Método de Van Rijn. Determinación directa: Laursen y Colby. Medida directa. Toma de muestras. Ejercicios prácticos.

Tema 12. Modelos fluviales.

Tipos de modelos matemáticos. Modelos en régimen permanente. Modelos de lecho fijo en régimen variables. Modelos de lecho móvil. Datos necesarios. Modelos físicos. Semejanza hidráulica. Semejanza de Froude. Semejanza de Reynolds. Modelos fluviales. Distorsión de escalas. Modelos con lecho móvil.

Tema 13. Estabilización y protección de cauces.

Objetivos de la protección de cauces. Métodos de protección. Protecciones con escolleras. Diseño de las escolleras. Fórmulas para el cálculo de las escolleras. Aspectos constructivos. Protecciones con gaviones. Utilización de la vegetación. Protecciones rígidas. Otros tipos de protecciones. Diques transversales. Diseño y cálculo de diques transversales. Diques longitudinales. Estabilización del lecho. Aspectos medioambientales.

Tema 14. Encauzamientos.

Concepto de encauzamiento. Efectos de los encauzamientos. Condicionantes básicos. Características, tipologías y condicionantes de los proyectos de encauzamientos. Caudales de diseño. Definición geométrica: sección y planta. Obras de defensa. Condicionantes económicos de las obras de defensa. Encauzamientos urbanos. Cubrición de cauces. Estabilización de cauces trenzados. Encauzamientos de ríos torrenciales. Cortas y cauces excavados.

Características de diseño de los cauces excavados. Método de la máxima velocidad permisible. Método del esfuerzo cortante crítico. Criterio de la sección ideal estable. Fórmulas empíricas. Ejercicios prácticos.

Tema 15. Hidráulica de puentes. Erosiones locales.

Aspectos hidráulicos del diseño de puentes. Dimensionamiento de la sección del puente. Cálculo hidráulico de puentes. Efectos de los puentes en las llanuras de inundación. Obras de encauzamiento y protección. Erosión local en pilas y estribos. Parámetros que condicionan el proceso de erosión. Cálculo de la erosión en un estrechamiento. Cálculo de la erosión en pilas. Cálculo de la erosión en estribos. Cimentación y protecciones en pilas y estribos. Erosiones aguas abajo de estructuras.

Tema 16. Sedimentación en embalses.

Aportes sólidos. Medida del transporte sólido. Medida del sedimento en embalses. Estimación de la aportación sólida basada en la USLE. Índice de retención. Densidad de los depósitos sólidos. Distribución y composición de los depósitos. Efectos de los sedimentos en los embalses. Protección y control de la sedimentación en embalses. Efectos de la sedimentación en embalses aguas arriba y aguas abajo de éstos.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se realiza un viaje de prácticas de un día de duración, en el que se sigue un itinerario por las inmediaciones de Madrid mostrando distintos ejemplos de morfología fluvial, encauzamientos y problemas de erosión en puentes.



Sexto Curso

- Carga lectiva total del curso: 735 horas, más Proyecto Fin Carrera de 120 horas
 - Carga lectiva en asignaturas comunes: 555 horas
 - Carga lectiva en asignaturas de especialidad: 180 horas

Asignaturas comunes

- Carga lectiva de 555 horas en asignaturas comunes y 120 horas en Proyecto Fin de Carrera
 - Asignaturas comunes: 4 anuales, 2 semestrales y Proyecto Fin de Carrera

Organización y Gestión Empresarial [6066]

6º curso, común, semestral, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 60 h/año, 6 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende completar la formación en el campo de la gestión y administración de unidades productivas y de gestión en general. La asignatura tiene como fin desarrollar en el alumno los conocimientos fundamentales y los mínimos necesarios para organizar y administrar una empresa, y especialmente las del entorno del sector económico de la construcción y tangentes. Esto incluye: la adquisición de un dominio de las funciones principales de una empresa y de las

herramientas básicas para la gestión y administración de las mismas; la comprensión de las relaciones fundamentales entre estas funciones, y el entendimiento de las influencias recíprocas entre estas funciones; permitirá el análisis de la realidad social exterior a la empresa, en especial los mercados en los que actúa; la previsión de situaciones y planes para reaccionar ante ella y la elaboración de estrategias globales.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. CONCEPTOS ELEMENTALES DE LA EMPRESA

Tema 1. Conceptos generales de la empresa.

Los productos y los mercados. Sistemas de información económica (visión general y aplicada a la empresa constructora). Análisis de balances y de los estados financiero-contables. Los costes de la empresa.

PARTE II. FUNCIONES PRINCIPALES DE LA EMPRESA

Tema 2. Los Recursos Humanos en la empresa.

El factor humano, la organización formal y la informal; los valores y la cultura empresarial. Necesidades humanas y motivación. Comportamiento del trabajador. Los recursos humanos en la empresa; tarea; productividad; estudio del trabajo; el puesto de trabajo; el

grupo en la empresa; la comunicación en la empresa. El directivo; el trabajo en equipo. Las relaciones laborales: los sindicatos, el contrato de trabajo, la Seguridad Social; la negociación colectiva; la huelga.

Tema 3. La función financiera.

Análisis económico-financiero. Situaciones de insolvencia. Ampliaciones de capital y suscripción de nuevas acciones. Mercado de valores. Los medios de pago habituales: la letra de cambio, el pagaré y el cheque

Tema 4. La función de producción.

La función de producción. Innovación y productividad

Tema 5. La función comercial.

El área comercial. La venta. El marketing y sus elementos. La vida del producto y su gestión.



Los medios de acción comercial. El servicio al cliente y productos.

Tema 6. La función logística.

La logística de aprovisionamiento. La logística industrial y logística de distribución. Los stocks o existencias. Los sistemas de almacenaje.

Tema 7. La función de compras.

Costes y dilemas.

Tema 8. La función de control.

Bases del control de la gestión. Sistemas de control de gestión

Tema 9. El gobierno corporativo

Tema 10. La auditoría

PARTE III. ESTRATEGIA Y GESTIÓN

Tema 11. La gestión estratégica.

La evaluación de las capacidades propias. La cadena de valor añadido. Recursos y estructuras empresariales. La formulación de la estrategia. La implantación de la estrategia. Tipos básicos de estrategia

PARTE IV. LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y LOS SECTORES Y EMPRESAS TANGENTES A LA MISMA

Tema 12. La empresa constructora

Tema 13. Empresas y sectores relacionados con la construcción y la ingeniería de caminos

Tema 14. Las inversiones públicas

CLASES PRÁCTICAS

Se celebrarán sesiones monográficas de los temas destinados a empresas y sectores tangentes al de la construcción, a los que se invitará a profesionales destacados de los mismos (sector de la consultoría estratégica, consultoría técnica, sector inmobiliario, sector del seguro, y sector bancario). Adicionalmente se realizarán otras sesiones prácticas en las que se analizarán situaciones empresariales reales y las posibles actuaciones a realizar, mediante el método del caso.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

GARDETA, J. G. et al., *Temas Básicos de la Empresa*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

KOTLER, P. (2000); *Dirección de Marketing*, Prentice May.

DOMÍNGUEZ, J.A., *Dirección de Operaciones*, McGraw Hill.

BUENO, E., *Dirección estratégica de la Empresa*, Pirámide, S.A.

TONY, J.R., *Introduction to Materials Management*, Prentice Hall.

Derecho Administrativo y Laboral [6072]

6º curso, común, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

En esta asignatura se pretende, fundamentalmente, que el alumno finalice el curso con las siguientes habilidades y competencias; (1) bases del Derecho, sus fuentes, el fundamento del Ordenamiento Jurídico del Estado y las ramas o especialidades del Derecho (privado y público, (2) organización de la Administración, su relación con el resto de la organización del Estado, actos más significativos para el

ciudadano en general y, en particular, para el profesional de la ingeniería civil, (3) bases de la relación de España con la Unión Europea en el ámbito del Derecho y de la profesión de la ingeniería civil, (4) bases de la legislación básica laboral y de la Seguridad Social, y (6) conocimiento de la legislación aplicada al sector de la ingeniería civil es mayoritariamente la emanada de los Ministerios de Fomento y de Medio Ambiente.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Bases del Derecho y su Relación con la Economía

Fundamentos de Derecho. Ordenamiento jurídico en España. Derecho privado/Derecho público. La elaboración de las leyes. Derecho Penal y la responsabilidad penal

(específicamente para el ingeniero). Las bases jurídicas del sistema económico en España. Instituciones mercantiles básicas. La sociedad; tipos.

2. El Ordenamiento Jurídico Comunitario

Comunidades Europeas (La Unión Europea): historia, tratados. Las instituciones



comunitarias. Normas jurídicas comunitarias.

3. Derecho Administrativo Nacional

La organización del Estado. La organización de la Administración del Estado. El procedimiento contencioso administrativo. La Ley de Presupuestos Generales del Estado. El sistema tributario español. La expropiación forzosa; el dominio público.

4. Ordenamiento Contractual de las Administraciones Públicas

La ley de contratos de las Administraciones Públicas.

5. Leyes básicas de aplicación de los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente

La ley de carreteras. La ley de costas. Ley de Puertos. La Ley de aguas. Las Leyes de regulación del Transporte Terrestre. Legislación sobre la Evaluación medioambientales; Impacto Ambiental.

6. Derecho laboral y Relaciones Laborales

El trabajador profesional. Derecho social del trabajo. Derecho laboral en el Régimen Constitucional La organización social del trabajo. La representación del personal. Las organizaciones profesionales; el sindicato. Régimen sindical español. Los convenios colectivos. El contrato de trabajo. La Seguridad Social: instituciones, contingencias protegidas, modalidades, regímenes y prestaciones.

CLASES PRÁCTICAS

1. Análisis de leyes y códigos básicos.

2. Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Análisis de la Ley de contratos y de concesiones, Reglamento, Pliegos de cláusulas administrativas generales para la contratación del Estado, y apéndices fundamentales.

3. Derecho originario o primarios Comunitario. Tratados originarios y actos modificativos de los mismos.

4. Figuras Contractuales Típicas I. Compraventa.

5. Figuras Contractuales Típicas II. Arrendamientos y contratos de obras, suministros y asistencia técnica.

6. Clases de Sociedades. Contratos de sociedad.

7. Procedimiento expropiatorio. Tramitación

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

LASARTE, C. (2004); *Curso de derecho Civil Patrimonial: Introducción al Derecho*, Técnos, Madrid.

GARDETA, C., y ARRRIZABALAGA, F., *Derecho Aplicado a la Ingeniería Civil.*

ALONSO OLEA, M. (2005); *Manual de Derecho Laboral*

PARADA, I (2004); *Derecho Administrativo*

Ingeniería Sanitaria y Ambiental [6041]

6º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

El primer objetivo es lograr que los alumnos tengan conocimiento de: necesidades cuantitativas y cualitativas de los recursos de agua, así como de los aspectos cuantitativos y cualitativos de las aguas usadas, generación de residuos y contaminación atmosférica y sonora. En segundo lugar, se pretende llevarles al conocimiento de la evaluación de impacto ambiental como arma fundamental en la lucha contra la contaminación. En tercer lugar llevarles a conocimiento de los diversos

sistemas e instalaciones de abastecimiento, saneamiento y de lucha contra la contaminación y recuperación de recursos. El nivel de la enseñanza va dirigido a alcanzar cualificación suficiente para el diseño y cálculo de estas instalaciones. Por último, se pretende dotar al alumno del conocimiento suficiente para la gestión, planificación y control de las instalaciones anteriores en relación con el medio ambiente.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA

Tema 1. El agua como hábitat fito-zoológico y la ingeniería sanitaria

Características físicas. Química del agua natural. Ecosistemas. Fauna y flora del agua. El

medio: condicionamiento vital. Procesos metabólicos. Autodepuración y potabilidad. Ingeniería sanitaria y salud pública. Enfermedades hídricas y gérmenes patógenos. Enfermedades evitables y saneamiento ambiental. Elementos de ecología.



Tema 2. Disposiciones legales cualitativas del agua

Aspectos legales generales. Normas, recomendaciones e instrucciones en España. Normas de calidad de aguas. Normativa europea. Toma de muestras de aguas.

Tema 3. Captación de aguas superficiales

Regulación de caudales y garantía de un embalse. El proceso de contaminación de lagos y embalses. Protección de las aguas de los embalses. Efectos físicos, químicos y biológicos de lagos y embalses. Técnicas especiales para mejorar la calidad de las aguas superficiales. Captación de aguas de lluvia. Captaciones en arroyos y ríos. Captación de agua en embalses y lagos.

Tema 4. Captación de aguas subterráneas

El terreno: medio receptor. El agua en el terreno. Prospección de aguas. Protección de las captaciones subálveas y subterráneas. Realimentación de acuíferos. Cálculo hidráulico de pozos y galerías. Control de acuíferos.

Tema 5. Proyecto y ejecución de conducciones

Consumos de agua. Consumos urbanos. Necesidades de agua. Conducciones y canales. Juntas. Pruebas en las conducciones. Vigilancia y control.

Tema 6. Depósitos de regulación y distribución

Finalidad de los depósitos. Clasificación de los depósitos. Capacidad de los depósitos. Emplazamientos más convenientes. Formas y disposiciones en cada caso. Dispositivos y equipamiento de los depósitos. Cálculo de un depósito. Torres de agua y sus estructuras. Mantenimiento y conservación de depósitos.

Tema 7. Redes de distribución

Sistemas de redes de distribución. Recomendaciones generales sobre el trazado. Colocación de tuberías. Zanja tipo. Reformas y ampliaciones de redes existentes. Accesorios. Acometidas domiciliarias. Galerías de servicios.

Tema 8. Cálculo de las redes de distribución

Caudales de cálculo. Pérdidas de carga en conductos y en accesorios. Métodos de cálculo de una red de distribución. Comprobación resistente de los conductos. Solicitaciones de carga.

Tema 9. Explotación de un servicio de aguas

Mantenimiento y control del servicio de aguas. Acciones preventivas. Trabajos de reparación. Protección de la red. Los efectos del agua conducida.

Tema 10. Gestión de un servicio de aguas

Empresas gestoras. Medición de los consumos de agua. Facturación. Gestión del cobro. Tarifación. Gastos del servicio. Cálculo de la tarifa.

PARTE II. TRATAMIENTO DE AGUAS PARA ABASTECIMIENTO

Tema 11. Tratamientos preliminares y físico-químicos

Recomendación de líneas de tratamiento en Legislación. Tratamiento y corrección de las aguas. Planteamientos generales. Pretratamiento. Coagulación-floculación. Decantación de aguas blancas. Teoría de la filtración. Filtración lenta. Filtración rápida.

Tema 12. Desinfección y otros métodos de tratamiento

Cloración de las aguas. Ozonización de las aguas. Radiación UV. Separación por membranas. Carbón activo.

PARTE III. SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO

Tema 13. Contaminación del agua

Normativa. Las aguas residuales. Cargas contaminantes de las aguas residuales. Vertidos industriales. La contaminación del agua. Contenido de un proyecto de saneamiento.

Tema 14. Redes de alcantarillado

Tipos de saneamiento. Sistemas de evacuación. Estructura de la red de alcantarillado. Instalaciones complementarias de la red de saneamiento. Normativa sobre alcantarillado.

Tema 15. Diseño de alcantarillas y colectores

Caudales de aportación a una red. Caudales de aguas negras. Intensidad de lluvia. Áreas vertientes. Caudales de aguas blancas. Secciones normales. Profundidad de las alcantarillas. Perfil longitudinal de las alcantarillas. Materiales y construcción de alcantarillas y colectores. Tuberías. Clasificación de los conductos de saneamiento. Construcción de las redes de saneamiento. Colocación y cálculos resistentes de los conductos.

Tema 16. Impulsión de aguas residuales

Elevación o bombeo de aguas residuales. Clases de impulsiones y sus características. Datos de partida necesarios. Diseño de la central de bombeo. Tipos de bombas. Protecciones en las bombas. Potencias y rendimientos. Instalación eléctrica. Pruebas y mantenimiento.

Tema 17. Nuevos sistemas de saneamiento

Sistemas de reducción de caudales de escorrentía superficial. Reducción de contaminación en aguas de escorrentía. Sistemas de infiltración de aguas. Depósitos de retención.

**Tema 18. Los vertidos a ríos, lagos y al mar**

Vertidos al cauce. Legislación actual española de vertidos a cauces. Los emisarios submarinos y su finalidad. El medio oceánico. Cálculo de los emisarios. Sistemas constructivos. El control. Cálculos resistentes de los emisarios. Normas españolas y extranjeras.

Tema 19. Explotación de los servicios de alcantarillado

Normas y recomendaciones. Gestión de los servicios. Acometidas de la red. Operaciones de mantenimiento y explotación. Problemas en las operaciones de mantenimiento. Control de una red de alcantarillado.

Tema 20. Gestión de los servicios de alcantarillado

Costes de explotación. Financiación del mantenimiento y explotación de las redes de saneamiento. Tasas de saneamiento. Elementos constitutivos de las tarifas.

PARTE IV. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**Tema 21. Política y normativa sobre la depuración de las aguas**

Contaminación y medio ambiente. Contaminaciones dispersas. Criterios relativos a la calidad de agua y su depuración. Base para establecer el nivel de depuración. Normativa aplicable a la depuración.

Tema 22. Autodepuración de los ríos

Concepto de autodepuración de los ríos. Consideraciones biológicas en la autodepuración. Ecosistemas acuáticos. Fases del proceso de autodepuración. Modelos de cauces. Modelos de oxígeno. Modelo de la curva del déficit de oxígeno. Métodos prácticos para estimar la variación de oxígeno. Ayudas al cauce receptor.

Tema 23. Depuradoras de aguas residuales

Situación actual de la depuración de aguas residuales. Consideraciones sobre la implantación de las depuradoras. Planificación del saneamiento y la depuración. Nivel de depuración. Esquema del proceso de depuración.

Tema 24. Pretratamiento en una depuradora

Esquema de una depuradora de aguas residuales. Impulsión del agua bruta. Objetivo general del pretratamiento. Aliviadero de entrada. Rejillas de desbaste. Trituración de residuos. Tamices. Desarenado. Desengrasado. Eliminación de residuos.

Tema 25. Depuración física: decantación

Decantación primaria. Sedimentación de aguas residuales. Rendimientos alcanzables en los decantadores primarios. Ventajas y desventajas de la decantación primaria. Parámetros de

diseño de la decantación. Sedimentación de partículas floculadas. Proceso químico. Factores perturbadores de la decantación floculada. Tipos de decantadores. Dispositivos en los decantadores. Decantadores especiales en aguas residuales. Flotación.

Tema 26. Mecanismo de la depuración biológica

Factores que afectan al proceso de depuración biológica. Fundamento del sistema. La depuración biológica. Parámetros de diseño de fangos activos. Caudal de recirculación de fangos. Biodegradabilidad del efluente. Rendimientos.

Tema 27. Lechos bacterianos

Origen y desarrollo de los lechos bacterianos. Características constructivas y funcionales. Microbiología en los lechos bacterianos. Esquema funcional. Tipos de lechos bacterianos. Problemas de los lechos bacterianos. Parámetros de diseño. Cálculo de los lechos bacterianos. Consideración hidráulica de los lechos. Biodiscos y biocilindros. Decantación secundaria para lechos bacterianos y biodiscos. Explotación y mantenimiento de lechos bacterianos.

Tema 28. Fangos activos

Procesos biológicos por fangos activos. Esquemas funcionales. Características estructurales. Tipos de reactores. Aireación forzosa. Sistemas de aireación. Modelos para el cálculo de los reactores. Rendimiento y efectos. Decantación secundaria. Ventajas e inconvenientes del sistema de fangos activos. Sistema biológico seriado.

Tema 29. Tratamiento, uso y eliminación de fangos

Procedencia de los lodos. Posible destino de los lodos. Producción de lodos. Características de los lodos. Problemas de los lodos. Esquema de una instalación de tratamiento de lodos. Hidráulica de los lodos. Espesador de gravedad. Espesadores de flotación. Digestión aerobia de lodos. Digestión anaerobia. Comparación entre digestión aerobia y anaerobia. Deshidratación de lodos. Aprovechamiento y eliminación de lodos. Estabilización de los fangos con cal o cloro.

Tema 30. Compatibilización de vertidos industriales con vertidos urbanos

Consideraciones sobre los vertidos industriales. Compatibilización de vertidos urbanos e industriales. Condiciones de compatibilidad. Reglamentación de vertidos en una compatibilización de vertidos industriales.

Tema 31. Sistemas de pequeñas depuradoras.

Fosa séptica. Pozos filtrantes. Zanjas filtrantes. Lechos bacterianos. Filtros de arena. Tanque



de decantación-digestión. Biodisco o biocilindro. Lagunajes. Filtros verdes. Lechos de turba.

Tema 32. Explotación de las estaciones depuradoras de aguas residuales

Tipos de operaciones de mantenimiento y conservación. Control de mantenimiento y de la explotación. Seguridad e higiene. Equipamiento necesario de la depuradora. Organización del servicio y necesidades de personal

Tema 33. Gestión de los servicios de depuración de aguas residuales

Coste de la depuración Tasas y tarifas. Elementos y sistemas de un proceso de control. Toma de datos. Distintos sistemas de ordenadores. Interface entre equipos medidores, ordenadores y actuadores. Medidores de caudal. Dosificación de reactivos. Transmisión a distancia. Otros medidores.

PARTE V. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Tema 34. Producción y composición de los residuos

Problemas de los residuos. Definición y clasificación de los residuos. Producción de residuos. Composición de los residuos. Propiedades de los residuos. Análisis de los residuos. Tendencias en la gestión.

Tema 35. Normativa sobre residuos sólidos.

Leyes, decretos y reglamentos en España. Objetivos de la normativa española y europea.

Tema 36. Impactos de los residuos.

Consideraciones medio ambientales

Ecosistemas de residuos sólidos. Microbiología de los residuos sólidos. Microorganismos patógenos. Peligros higiénicos de los residuos sólidos. Vectores de transmisión. Efectos sobre el medio ambiente. Aparición de problemas ambientales.

Tema 37. Limpieza viaria

Ensuciamiento de la ciudad. La limpieza urbana. Acciones preventivas y correctoras. Tratamientos y servicios especiales de limpieza.

Tema 38. Sistemas de recogida de residuos sólidos urbanos.

Clasificación atendiendo a su composición. Almacenamiento en origen. Operaciones y elementos a considerar en la recogida. La pre-recogida. La recogida municipal. La recogida selectiva. Datos técnicos. Itinerarios. Frecuencia de recogida y horarios.

Tema 39. Transportes de residuos y estaciones de transferencia

Vehículos. Personal. Puntos de análisis especial en el servicio de recogida. Control de la realización de los servicios. Compactadores. Vehículos utilizados en recogida y transporte con compactación. Grandes contenedores con

y sin compresión. Carga en los vehículos de recogida y compactación. Estaciones de transferencia.

Tema 40. Selección y aprovechamiento de residuos

Residuos a seleccionar. Esquema de un centro del producto reciclado. Productos que pueden reciclarse o reutilizarse. Posibilidades de minimización, reutilización y reciclado

Tema 41. Compostaje

Definición de compostaje. Parámetros que influyen en el proceso de compostaje. Sistemas de compostaje. Sistemas artificiales de compostaje aerobio. Datos de algunas plantas existentes. Especificaciones para el compost. Clasificación de los tipos de compost. Valoración agronómica de los compost. Normativa para el uso de materiales orgánicos en agricultura. Digestión anaerobia.

Tema 42. Incineración

Ventajas y desventajas de la incineración. La combustión. Combustión de elementos. Hornos de combustión. Impactos de la incineración. Criterios de evaluación. Factores de corrección. Recuperación energética. Aspectos legales. Aspectos económicos.

Tema 43. Vertederos

Reacciones bioquímicas y físicas en los vertederos. Consideraciones en el diseño de vertederos. Operaciones en los vertederos.

Tema 44. La gestión de los residuos sólidos urbanos

Optimización y control de resultados. Control de producción. Control de calidad. Ordenanzas municipales.

PARTE VI. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Tema 45. Los impactos ambientales y su evaluación

La acción del hombre sobre el medio ambiente. Problemas previstos para el futuro. Proyecto. La autoridad. El impacto ambiental. Efectos. La protección ambiental. Gestión ambiental. Evaluación ambiental: funciones, tipos, contenido del estudio. Tiempo para la evaluación de impactos.

Tema 46. Análisis del proyecto o causa

Tipos de proyectos. Estudios de planeamiento, Estudios previos, Anteproyectos, Proyectos de construcción. Definición de causas.

Tema 47. Elementos de ecología e inventario ambiental.

Medio físico. Geología y geomorfología. Hidrología. Suelos. Vegetación. Fauna. Paisaje. Calidad del aire. Ruidos. Medio socioeconómico. Recursos culturales. Sistema territorial.

**Tema 48. Recursos naturales y sostenibilidad**

Definición y clasificación. Problemática. Gestión de recursos. Perspectivas. Desarrollo sostenible.

Tema 49. La contaminación y modelos causa-efecto

Contaminación de las aguas. Modelos de mezcla. Contaminación por residuos. Contaminación de suelos. Contaminación atmosférica. Contaminación sonora. Contaminación del aire.

Tema 50. Métodos y modelos utilizados

Criterios de evaluación. Legislación. Modelos de identificación de impactos. Diagramas de redes. Métodos cartográficos. Métodos de matrices. Modelos de predicción. Técnicas específicas. Medidas preventivas. Factores de corrección. Singularidad del medio hídrico.

Tema 51. Método A.H.M.

Contenido. Fase de conocimiento científico. Vectores causa efecto. Fase de establecimiento de bases para la evaluación. Fase de evaluación. Evaluación cualitativa.

Tema 52. Control ambiental

Necesidad. Plan de vigilancia. Consideraciones. Hipótesis de partida

CLASES PRÁCTICAS

1. Problema de captaciones superficiales
2. Problema de captaciones subterráneas
3. Depósitos de regulación
4. Dimensionado de redes abiertas
5. Dimensionado de redes malladas
6. Práctica de cálculo de secciones. Caudales de aguas negras y de escorrentía superficial.
7. Dimensionado de una sección y de un aliviadero.
8. Dimensionado de secciones. Impulsión y depósitos de retención.
9. Cálculo de emisarios submarinos.
10. Autodepuración
11. Diseño de pretratamiento
12. Diseño de lechos bacterianos
13. Diseño de fangos activos
14. Digestión aerobia y anaerobia
15. Normativa. Normativa relacionada con el diseño de estaciones de tratamiento
16. Decantación
17. Filtración
18. Plantas de tratamiento

CLASES DE LABORATORIO**1. El laboratorio, material e instrumentación.**

Toma de muestras y medición de caudales de aguas blancas y residuales. Escrito de remisión al laboratorio.

2. Parámetros a determinar en aguas blancas y aguas residuales. Curvas de cargas estacionales y diarias.**3. Determinación del oxígeno disuelto.** Materia orgánica. Demanda química de oxígeno, (DQO).**4. Demanda bioquímica de oxígeno, (DBO).** Curva de oxígeno. Modelización. Curva de la DBO.**5. Sólidos totales.** Sólidos sedimentables. Sólidos en suspensión. Sólidos disueltos. Sólidos fijos y volátiles. Aplicación a las aguas potables mediante la determinación práctica de la turbidez. Curvas de correlación entre SSV y DBO5.**6. Ciclo del Nitrógeno.** Amoníaco. Nitritos. Nitratos. Ciclo del fósforo. Problemas a la salud.**7. Alcalinidad.** Dureza de las aguas. Ablandamiento. Sistemas de ablandamiento. Importancia del ablandamiento de las aguas.**8. pH.** pH de saturación. Carbónico libre. Cloruros. Sulfatos. Corrección del pH de saturación. Importancia en los tratamientos de agua. Investigación sobre problemas a la salud.**9. Bacteriología.** Cultivos y su significado. Recuento de colonias. Interpretación. Investigación sobre problemas a la salud. Sistemas de corrección.**10. Jar-Test.** Ensayo de coagulación y floculación. Determinación de la velocidad de caída de las partículas floculadas.**11. Ensayo de cloración de las aguas.****12. Parámetros de control de la depuración biológica, (MLSS, V30, Índice de Mohlmann).** Ensayo de respirometría. Importancia en relación con la toxicidad en las aguas.**13. Aplicación práctica de las normativas de aguas potables, aguas residuales y residuos sólidos.****BIBLIOGRAFÍA** (5 referencias principales)

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. (2000), *Abastecimiento y distribución de agua*, Colección Señor, nº6, Paraninfo, 4ª edición, Madrid.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. (1998), *Saneamiento y alcantarillado. Vertidos de aguas residuales*, Colección Señor, nº7, Paraninfo, 3ª edición, Madrid.



HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. (2001), *Depuración de aguas residuales*, Colección Seignor, nº9, Paraninfo, 4ª edición, Madrid.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A., HERNÁNDEZ LEHMANN, A. y DEL CASTILLO, I. (2004), *Residuos*, Aula BP Medio Ambiente UPM, Madrid.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A., GORDILLO MARTÍNEZ, J.A. y HERNÁNDEZ LEHMANN, A. (2004), *Manual para la evaluación de impactos ambientales*, (pendiente de publicación y actualmente en apuntes en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos), Madrid.

Ferrocarriles [6043]

6º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura se enfoca como la culminación de la formación generalista del alumno en materia de Ingeniería Ferroviaria. Su objetivo es el de dotar al alumno de la capacidad suficiente para desarrollar totalmente las competencias en lo que se refiere a: (1) concebir, estudiar la viabilidad y anteproyectar sistemas ferroviarios,

(2) redactar los proyectos de construcción de líneas ferroviarias, (3) dirigir la construcción de obras ferroviarias, (4) gestionar, conservar, explotar y reparar sistemas ferroviarios y (5) planificar, promover y gestionar proyectos de sistemas ferroviarios.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1 Estructura de la vía

La vía. Consideraciones generales. El eje montado, ruedas, movimiento de lazo. Capas de asiento. Suelos. Balasto y subbalasto. Plataforma natural. Desmontes y terraplenes. Plataforma artificial. Viaductos y túneles. Carril. Travesía-sujecciones. Juntas de dilatación. La vía sin juntas. BLS. Liberación de tensiones. Vía en placa.

Tema 2 El trazado

Geometría de la vía. Aceleración sin compensar. Peraltes. Limitaciones. Alineaciones curvas. Curvas circulares. Curvas de transición. Establecimiento de las transiciones. Puentes ferroviarios. Diagrama de flechas. Rectificación de alineaciones. Desvíos.

Tema 3 Mecánica de la Vía

Acciones del material sobre la vía. Cálculo vertical. Tensiones verticales. Tensiones en capas de asiento y explanada. Cálculo transversal. Vuelco del carril. Estabilidad lateral. Descarrilamiento. Cálculo longitudinal. Pandeo.

Tema 4 Mantenimiento de la Vía

Calidad de vía. El confort del viajero. Trabajos de mantenimiento. Maquinaria. Renovación de vía.

Tema 5. El tren en marcha

Material móvil. Componentes. Tipos de vehículos. Resistencias al avance. La tracción. La adherencia y sus límites. Movimiento del tren. Esfuerzos y resistencias. Unidades

ferroviarias. Tracción eléctrica. La línea aérea. Tracción diesel. Frenado.

Tema 6. Explotación técnica

Estaciones. Seguridad. Definiciones. Principios de señalización ferroviaria. Bloqueos. Enclavamientos. Sistemas de ayuda a la conducción. Cantones. Pasos a nivel. Dinámica de la circulación. Grafiado. Regulación y control. Capacidad de líneas.

Tema 7. El proyecto ferroviario

Consideraciones generales del proyecto. Elección de corredores. Afecciones y restituciones socio-ambientales. Construcción de infraestructura. Construcción de superestructura.

Tema 8. Ferrocarriles urbanos

Cercanías. Ferrocarriles metropolitanos. Metros ligeros y tranvías.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Elementos y capas de la vía.** La plataforma, el carril y las traviesas.
- 2. Ejercicios de condicionantes del trazado.** Limitaciones de peralte, velocidades y curvas de transición. Ripados de la vía y aceleraciones provocadas a los viajeros.
- 3. Dimensionamiento mecánico de la estructura de la vía.** La plataforma, el espesor de las capas de asiento, las traviesas, el carril y la vía en placa. Dimensionamiento de aparatos de vía (desvíos y cruzamientos).



4. **Las unidades ferroviarias.** Determinación de los parámetros identificativos de la explotación comercial del ferrocarril. TBR, TBC, VK, TK, tren-kilómetro, plazas ofertadas, etc.
5. **Ejercicios de tracción.** El arranque del tren, potencia necesaria para circular por diferentes trazados, capacidad de arrastre de las locomotoras, distancia y capacidad de frenado de trenes de viajeros y mercancías, aceleraciones de arranque, etc.
6. **Explotación técnica.** Tiempos de recorrido y tiempo concedido, velocidades nominal y comercial. Señalización, distancia entre señales y posición de las señales para una circulación segura. Capacidad de líneas.
7. **Conferencias.** Impartidas por especialistas de administraciones y empresas ferroviarias: (1) Alta velocidad en los ferrocarriles españoles, (2) El AVE, (3) Cercanías ferroviarias, (4) Estaciones ferroviarias y metropolitanas, (5) Puentes ferroviarios, (6) Material móvil para alta

velocidad. Tracción distribuida, (7) Tecnología ferroviaria española. El TALGO. Tracción concentrada, (8) Los motores eléctricos, (9) Sistemas de ayuda a la conducción, señalización y comunicaciones, y (10) El proyecto, la construcción y la gestión de una red de alta velocidad. El corredor Norte español.

VIAJE DE PRÁCTICAS

1. **Visita al Museo ferroviario.** Conocimiento de los elementos constitutivos de la vía y del material móvil.
2. **Viaje en la cabina de la locomotora del AVE Madrid-Sevilla.**
3. **Prácticas en el simulador de conducción del Metro de Madrid.**
4. **Visita a los talleres de mantenimiento y reparación de material móvil de Canillejas (Madrid).**

Proyecto [6059]

6º curso, común, anual, 3 h/semana (2 teóricas y 1 práctica), 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

La finalidad de la Asignatura es la de enseñar a realizar un Proyecto, de la forma mas adecuada posible. Por tanto el objetivo de la parte teórica de la Asignatura, es exponer los conceptos, metodologías y materias más importantes que sean útiles en general para llevar a cabo proyectos en la vida profesional, tanto desde el punto de vista de construcción como de explotación. Además el objetivo de los ejercicios de aplicación es ayudar a fijar las ideas recibidas mediante la realización de casos

concretos de los apartados más importantes explicados en las clases teóricas. Se pretende sentar las bases para un correcto enfoque e iniciar una sistemática que conduzca a que se hagan proyectos cada vez más completos, con mayor rigor y con mayor calidad técnica en la vida profesional; por ello se ha descargado la Asignatura Proyectos, de temas administrativos o legales, que se imparten en Seminarios y Conferencias Especiales.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. INTRODUCCIÓN

- Tema 1. La formación de los Ingenieros Projectistas**
- Tema 2. El Proceso de Ejecución de los Proyectos**
Planificación, Estudios Previos, Anteproyectos, Proyectos de Construcción
- Tema 3. Materias auxiliares para la redacción de Proyectos.**
Geología, Geotecnia, Topografía, Ciencias básicas

- Tema 4. Características de los diversos tipos de Proyectos (Alcance, escalas)**
- Tema 5. Organización de un Proyecto.**
Índices y Escalas, para diversos tipos de Proyectos
- Tema 6. Objetivos. Marco legal. Normas a emplear nacionales y extranjeras**
- Tema 7. Metodología para la redacción de la Memoria**
Extensión, cuadros, gráficos, resúmenes, fotos, formato...
- Tema 8. Anejo de datos climáticos, físicos y sociales.**
Formas de obtención y de presentación.



Resúmenes

Tema 9. Anejo de Cartografía

Topografía y Replanteo inicial. Vuelo y Restitución

Tema 10. Estudios funcionales y justificación de soluciones del conjunto y de partes del Proyecto

PARTE II. ESTUDIOS PREVIOS

Tema 11. Realización y presentación de Planos. Ejemplos

Tema 12. Anejo geológico.

Trabajo de Campo y bibliografía

Tema 13. Cálculos estructurales.

Predimensionado de elementos

Tema 14. Anejo Geotécnico, basado en bibliografía existente

Tema 15. Ordenación del medio ambiente y paisaje.

Matrices de valoración y selección de soluciones

Tema 16. Hidrología y desagüe.

Cálculos previos para cada alternativa

Tema 17. Cuadro comparativo de soluciones estudiadas

Tema 18. Precios y valoración de las soluciones estudiadas

PARTE III. REALIZACIÓN DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Tema 19. Anejo de cálculos estructurales.

Hipótesis. Coeficientes de seguridad. Materiales. Informática.

Tema 20. Anejos de Instalaciones Industriales para varios tipos de obra.

Tema 21. Anejo de Geología.

Plantas, Perfiles, Secciones, Cortes del terreno

Tema 22. Anejo de Geotecnia.

Sondeos. Catas. Ensayos in situ y laboratorio. Interpretación

Tema 23. Desagüe superficial y drenaje subterráneo.

Cálculos hidrológicos e Hidráulicos. Tipologías

Tema 24. Selección y cálculo de firmes.

Normas españolas y extranjeras. Aplicaciones para carreteras, Puertos

Tema 25. Anejo de Control de Calidad.

Controles. Frecuencias.

Tema 26. Anejo de Planificación de Obra.

Diagramas. Redes. Plazo parcial y total. Camino crítico

Tema 27. Medidas correctoras medioambientales

Tema 28. Anejo de Seguridad y Salud.

Riesgos. Prevención

Tema 29. Selección y cálculo de cimentaciones

Tema 30. Anejo de Mantenimiento

Tema 31. Anejo de Justificación de Precios. Ejemplos

Tema 32. Cuadros de Precios Mediciones y Presupuestos. Ejemplos

Tema 33. Pliego de Prescripciones Técnicas. Ejemplos de diversa unidades de obra

CLASES PRÁCTICAS

PARTE I. CLASES ESPECIALES

Las materias a impartir tratan sobre: Nuevas técnicas en Proyectos. Descripción de proyectos singulares. Las empresas Consultoras. Los Proyectistas en la Administración. Influencia de la Desertización o el cambio climático en los Proyectos. Nuevos Anejos. Cambios en los Pliegos Técnicos. Métodos nuevos de evaluación de Impacto ambiental

PARTE II. EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1. **Anejo Geológico.** Comentarios. Trabajos de campo y de gabinete.
2. **Replanteo de una obra lineal.** Bases iniciales, intermedias y finales
3. **Estudios Funcionales.** Selección de elementos estructurales de una obra o parte de ella
4. **Aplicación de la Geotecnia a los elementos estructurales de una obra.** Selección de ensayos, sondeo y catas
5. **Aplicación de matrices medio-ambientales cuantitativas a una obra**
6. **Realización de un cuadro comparativo de 3 soluciones de una obra lineal o concentrada**
7. **Acotación de planos y dibujo de croquis de partes complementarias**
8. **Selección de hipótesis de cálculo para elementos estructurales**
9. **Control de Calidad de varias unidades de obra de un proyecto**
10. **Planificación de una obra.** Asignación de medios y cálculo de plazos parciales, totales y críticos
11. **Justificación de precios de varias unidades de obra.** Asignación de recursos, costes directos e indirectos
12. **Mediciones y Presupuesto de una parte de obra.**
13. **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de unidades de obra.**



Procedimientos Generales de Construcción y Organización de Obras [6033]

6º curso, común, anual, 4 h/semana (3 teóricas y 1 práctica), 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

Proporcionar al futuro Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos la formación necesaria para

desempeñar las tareas de gestión y dirección técnica de una obra en construcción.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

Tema 1. Control de maquinaria y mantenimiento

Descripción de los diversos escalones. Revisiones periódicas. Programa de entretenimiento. Reparaciones. Engrase.

Tema 2. Lubricación

Fines de la lubricación. Tipos de lubricantes (aceites, grasas). Aditivos. Aceites para lubricaciones específicas.

Tema 3. Instalaciones y motores eléctricos

Instalaciones eléctricas. Ventajas del motor eléctrico. Líneas. Máquinas eléctricas.

Tema 4. Motores térmicos

Tipos de motores térmicos. Motores de gasolina. Motores diesel. La caldera de vapor.

Tema 5. Neumáticos y trenes de rodaje de orugas

Neumáticos. Tipos de rodaje de orugas. Condiciones de rodadura.

Tema 6. Embragues, transmisiones y frenos

Embragues. Caja de cambios. Frenos. Mandos hidráulicos. Tomas de fuerza mecánica.

Tema 7. Explosivos

Características de los explosivos. Tipos de explosivos. Cebos explosivos. Mechas.

Tema 8. Voladuras

Tipos de voladuras. Voladuras con frente libre. Voladuras en túnel.

Tema 9. Aire comprimido

Los compresores. Medida de la presión y el caudal de aire comprimido. Calderines. Las conducciones de aire comprimido. Máquinas accionadas por aire comprimido.

Tema 10. Útiles de perforación. Sondeos, pilotes y pantallas

Tipos de barrenas. Máquinas de sondeo. Maquinaria de clava e hinca.

Tema 11. Procedimientos de excavación mecanizada en túneles

Avance por escudo. Máquinas con cabezales portacuchillas. TBM (túnel boring machines) o tuneladoras.

Tema 12. Máquinas de elevación

Máquinas elementales de elevación. Máquinas de elevación compuestas.

Tema 13. Máquinas de excavación de tierras

Elementos principales. Características y constitución de los diversos tipos (excavadoras, retroexcavadoras, dragalinas, cucharas de almeja, grúas). Excavadora de canchales.

Tema 14. El tractor

Tipos de tractores (de orugas, de neumáticos). Aparejos que pueden acoplarse a los tractores (bulldozer, angledozer, ripper). Motoniveladora. Pallas cargadoras sobre neumáticos y sobre orugas.

Tema 15. Los elementos de transporte

Tipos de máquinas. Transporte ligero. Transporte pesado (dumpers, camiones de obra, vehículos remolcados, por vía férrea).

Tema 16. Maquinaria de tratamiento de áridos

Machaqueo. Elementos transportadores de áridos. Equipos de clasificación y equipos de almacenamiento de áridos.

Tema 17. Equipos de preparación y transporte del hormigón

Hormigoneras, Mezcladores y dosificadores. Transporte del hormigón. Máquinas para proyección de hormigón y mortero. Equipos de inyección.

Tema 18. Cables

Constitución. Arrollamientos. Nomenclatura de los cables. La catenaria. Parábola aproximada. Tipos de transportadores por cable.

Tema 19. Bombas

Tipos de bombas. Altura de aspiración. Curvas características. El rendimiento de las bombas. Elección del tipo de bomba.



Tema 20. Máquinas de construcción de carreteras

Máquinas para firmes bituminosos. Plantas asfálticas. La extendedora-acabadora. Compactación y compactadores. Máquinas para construcción de firmes de hormigón.

Tema 21. Maquinaria de vía

Bateadoras-niveladoras-alineadoras. Perfiladoras de balasto. Pórticos de tendido de vía. Dispositivos de control.

Tema 22. Maquinaria de puertos

Equipos de dragado. Gánguiles. Rompedores de roca. Remolcadores.

PARTE II. TÉCNICAS APLICADAS DE CONSTRUCCIÓN

Tema 23. Carreteras

Movimiento de tierras. Estabilización de suelos. Firmes flexibles. Firmes rígidos. Estructuras viarias.

Tema 24. Ferrocarriles

Montaje de vía nueva. Renovación de vía. Pasos inferiores. Estructuras ferroviarias.

Tema 25. Obras marítimas

Diques de bloques. Diques de cajones prefabricados. Diques flotantes. Emisarios submarinos.

Tema 26. Obras hidráulicas

Presas de materiales sueltos. Presas de hormigón (gravedad, arco-gravedad). Canales.

Tema 27. Puentes, viaductos y acueductos.

Encofrados (trepanes, deslizantes, autotropa). Tableros con dinteles y vigas prefabricados; encofrado "vano a vano"; encofrado sobre cimbra.apoyada en el terreno; por voladizos sucesivos, con dovelas prefabricadas; por voladizos sucesivos con dovelas "in situ"; con dovelas prefabricadas montadas con viga autolanzable y tablero suspendido; con "cimbra autolanzable"; con sistema de "tablero empujado". Puente arco con sistema de "avance en voladizo con diagonales temporales con cimbra autolanzable".

Tema 28. Túneles

Perforación con yumbo y voladura con explosivos. Nuevo método austriaco. Método

tradicional de Madrid. Perforación con tuneladora de presión de tierras.

Tema 29. Edificios

Cimentación superficial (zapatas, losas). Cimentación profunda (pilotes). Tratamiento del terreno (vibroflotación, inyección). Muros-pantalla (continuos y discontinuos de pilotes). Forjados (unidireccional, reticular, losa, mixto de chapa colaborante). Cubiertas de gran luz (estructura metálica, estructura de hormigón).

PARTE III. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE OBRAS

Tema 30. Antecedentes de una obra

Industria de la construcción. Proyecto de la obra a construir. Licitación de dicho proyecto. Contrato de la obra. Agentes principales en el desarrollo del contrato: promotor, constructor, proyectista y usuario.

Tema 31. Instalación y montaje de una obra

Estudios previos a la licitación. Acta de replanteo. Organización y primeras instalaciones. Arranque de una obra.

Tema 32. Gestión y optimización de recursos

Programación previa de los trabajos a realizar. Herramientas para la programación. Gestión y control del desarrollo de los trabajos.

Tema 33. Seguridad en el proceso constructivo

Seguridad integrada. Riesgos. Prevención de los riesgos en la construcción. Protecciones colectivas. Protecciones individuales. Responsabilidades y atribuciones del Ingeniero a pie de obra. Legislación vigente.

Tema 34. Calidad en el proceso constructivo

Introducción al concepto de calidad. Gestión de calidad total. Aseguramiento de la calidad.

CLASES PRÁCTICAS

Se trata de un trabajo a realizar por grupos de cinco alumnos de esta asignatura. Consistirá en la redacción de un documento escrito y la presentación pública del contenido del mismo. Todos los trabajos se referirán a temas propios de esta asignatura y/o directamente relacionados con ella.



Proyecto Fin de Carrera

6º curso, común, anual, equivalente a 4 h/semana, 120 h/año, 12 créditos.

Objetivos docentes

El Proyecto Fin de Carrera es un trabajo original e individual del alumno que consiste en el desarrollo de un proyecto completo de una actuación de ingeniería que es competencia de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. La finalidad del proyecto fin de carrera es proporcionar al alumno, en la fase final de sus estudios, un caso práctico similar a las tareas que habrá de desempeñar en el mundo profesional, integrando los conocimientos

adquiridos en todas las asignaturas de la carrera. Admitiendo que todas las partes de un proyecto son importantes en esta fase de formación del ingeniero, se considera que el estudio previo del proyecto con su planteamiento de alternativas, estudio de soluciones, definición de la solución adoptada y su valoración aproximada al nivel de un anteproyecto, es la faceta a la que se le debe dar un mayor peso.

Programa

CLASES PRÁCTICAS

El Proyecto Fin de Carrera no consta de clases teóricas propiamente dichas, sino que se basa en el seguimiento continuado del alumno por parte del tutor, periódicamente se organizan talleres y seminarios de apoyo acerca de cómo afrontar diversos aspectos de un Proyecto.

REALIZACIÓN DEL PROYECTO

El trabajo a realizar por el alumno comienza con la selección del tipo de proyecto que desea realizar, dentro de un catálogo existente. A continuación, se le asigna un tutor con experiencia en ese tipo de proyectos, que le asignará el proyecto concreto que debe realizar. El desarrollo del proyecto fin de carrera

por parte del alumno consta de tres entregas. La primera entrega se corresponde con la elaboración de un estudio de alternativas para el proyecto asignado. La segunda entrega se corresponde con la justificación y definición geométrica y técnica de la alternativa seleccionada tras la primera entrega. Por último, en la tercera entrega se definen los aspectos de calidad, coste y plazo del proyecto de ejecución. Además, el alumno elaborará un estudio de seguridad y salud adecuado al proyecto, y un programa de mantenimiento. Como resultado final, el alumno debe entregar, debidamente redactado y encuadernado, un proyecto similar a un trabajo profesional real, compuesto por los mismos documentos que son preceptivos.

Especialidad de Cimientos y Estructuras

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 270 horas
- Asignaturas: 3 obligatorias y 1 optativa a elegir entre 3 (todas semestrales)

Puentes I [6148]

6º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

La asignatura de Puentes I persigue el objetivo fundamental de proporcionar al alumno los elementos básicos para concebir y proyectar un puente de luces cortas y medias, hasta cuarenta metros de luz. Para conseguir este fin la

enseñanza se estructura en tres partes interrelacionadas: morfología actual de los puentes, respuesta resistente y construcción. En la morfología se pasa revista al estado actual de las formas y tipos de puentes, sobre todo para



las luces indicadas. Para la respuesta resistente se establecen los procedimientos generales de cálculo y se realizan ejercicios prácticos. Se enseñan en clase los procedimientos generales

de construcción de los puentes. Con esta formación el alumno es capaz de abordar un proyecto o construcción de un puente con luces hasta cuarenta metros.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. INTRODUCCION

Tema 1 Morfología General de Puentes.

Tema 2 Acciones sobre los Puentes.

PARTE II. SUPERESTRUCTURA

Tema 3 Procedimientos Generales de Cálculo

Losa Ortótropa. Determinación de características. Tabulaciones. Efectos Locales. Ampliación del método. Emparrillado. Determinación del modelo. Obtención de características. Establecimiento de cargas. Estudio de resultados.

Tema 4 Comportamiento de tableros

Tableros de vigas. Disposición de riostras. Efecto membrana de la losa superior. Losas macizas o aligeradas. Disposición del

aligeramiento. Ancho eficaz

Tema 5 Construcción de tableros

Tableros de vigas. Continuidad losa superior. Tableros losa. Construcción tramo a tramo.

PARTE III. SUBESTRUCTURA

Tema 6 Vinculación Pila-dintel

Articulación de Hormigón. Dimensionamiento. Construcción. Apoyos elastoméricos. Comportamiento neopreno. Dimensionamiento. Determinación de fuerzas en cabeza de pilas. Comportamiento neopreno-teflón.

Tema 7 Pilas de Puente

Morfología. Construcción.

Tema 8 Estribos de Puente

Morfología. Construcción.

Procedimientos Especiales de Cimentación [6126]

6º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Con esta asignatura se pretende que el alumno conozca las técnicas de cimentación especiales que se utilizan para resolver los problemas geotécnicos de distinto tipo que puedan ocurrir en la gran variedad de terrenos existentes y de posibles tipos de estructura a cimentar. Dentro

de la gran variedad de situaciones posibles, se han elegido aquellas de más interés para ser descritas en el curso. El alumno conocerá además diversos procedimientos aplicables a otras situaciones no comunes.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Bases del proyecto geotécnico

Datos de partida. Condicionante de proyecto. Situación de proyecto. Estados Límites Últimos. Fiabilidad. Coeficientes de Seguridad. Métodos de coeficientes parciales. Normativa geotécnica.

Tema 2. Cimentación de edificios

Introducción. Recomendaciones del Informe Geotécnico. Requisitos que han de cumplir las cimentaciones. Cimentaciones directas. Zapatas individuales. Zapatas combinadas. Zapatas excéntricas. Losas de cimentación. Cimentaciones semiprofundas: pozos de cimentación. Cimentaciones profundas: pilotes. Tipos de pilotes. Disposición de pilotes y

encepados tipos. Código Técnico de la Edificación.

Tema 3. Precargas

Problemática geotécnica de los suelos blandos. La precarga en el contexto de las posibles actuaciones. Fundamento de la precarga. Métodos de aplicación de la precarga. Análisis teórico de la precarga: Preconsolidación, isócronas en el estrato compresible, consolidación secundaria. Expresiones y ábacos para determinar los tiempos y alturas de precarga. Aceleración de la consolidación mediante drenes prefabricados. Teoría de la consolidación radial: expresiones y ábacos. Aspectos constructivos.

**Tema 4. Columnas de grava y de suelo cementado**

Aplicación de las columnas de grava. Mejora de resistencia. Reducción de asentos. Técnicas de ejecución. Procedimientos de proyecto. Ejemplos de aplicación. Columnas de suelo-cemento y suelo-cal. Experiencias.

Tema 5. Vibroflotación y compactación dinámica

Objetivos de los métodos dinámicos en el contexto de los métodos de tratamiento de los suelos. La vibroflotación y la compactación dinámica: definiciones y descripción general de los procedimientos. Equipos de vibroflotación y de compactación dinámica. Parámetros que gobiernan el procedimiento. Definición de umbral de energía. Teorías de Menard y Jessberger. Ensayos de control. Disposiciones constructivas.

Tema 6. Jet grouting. Inyecciones

Dardos de agua. Resultados del jet-grouting. Aplicaciones. Técnicas de inyección. Impregnación. Fracturación. Productos de inyección. Procedimientos de proyecto. Sistemas de control. Aplicaciones. Inyecciones de compensación.

Tema 7. Pantallas de contención de excavaciones. Achiques

Tipos de contención lateral de las excavaciones. Edificios medianeros. Muros de sótanos. Pantallas "in situ". Empujes de tierra, sobrecargas y cimentaciones próximas, empujes de agua. Métodos de cálculo de las pantallas. Arriostramientos y anclajes.

Tema 8. Anclajes y micropilotes. Recalces

Definición y elementos de un anclaje. Ejemplos de aplicación. Tipología de anclajes: distintas clasificaciones. Métodos constructivos: perforación, inyección y tesado. Estados límites últimos: dimensionamiento estructural y geotécnico. Coeficientes de seguridad. Durabilidad y corrosión. Recalce mediante micropilotes: Elementos. Tipología de micropilotes y métodos constructivos de la inyección. Diseño del micropilote a carga axil. Conexiones del micropilote a la estructura recalzada.

Tema 9. Cimentación de puentes. Socavación

Tipos de cimentación de pilas. Cimentaciones a

media ladera. Problemática de los estribos. Tipos de estribos. Cálculo de asentos. Asientos admisibles. Problemas de erosión. Socavación de pilas y estribos.

Tema 10. Cimentaciones de muros.**Cimentación en ladera**

Tipología de muros. Acciones sobre la cimentación de un muro. Estados límites últimos y coeficientes de seguridad: deslizamiento, hundimiento y vuelco. Caso particular del vuelco con retranqueo del eje de giro. Estados límites últimos de las cimentaciones a media ladera: ábacos de Meyerhof. Métodos numéricos para el estudio de cimentaciones a media ladera, análisis de la situación de servicio y estado límite último.

Tema 11. Cimentación de obras portuarias

Reconocimientos geotécnicos. Cimentación de diques de abrigo. Cimentación de muelles. Problemática de los suelos blandos. Estructuras pilotadas. Cimentaciones en banquetas. Empuje de los rellenos portuarios. Normativa. Programa ROM.

Tema 12. Efectos dinámicos y sísmicos

Riesgo sísmico. Normativa. Comportamiento dinámico del suelo. Características del movimiento del suelo. Espectros de respuesta. Fenómenos de amplificación. Licuefacción. Interacción suelo estructura. Constantes de resorte. Cálculos pseudoestáticos.

CLASES PRÁCTICAS

Dos problemas prácticos por tema, cuyas soluciones serán comentados al final de cada módulo teórico.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

JIMÉNEZ SALAS, J.A. et al., *Geotecnia y Cimentos III*, Editorial Rueda, Madrid.

AENOR, *Eurocódigo 7. Bases del proyecto geotécnico*.

MINISTERIO DE FOMENTO, ROM 05.94, *Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias*, Puertos del Estado, Madrid.

MINISTERIO DE FOMENTO, *Guía de cimentaciones en obras de carreteras*, Madrid.



Estructuras Metálicas Especiales [6131]

6º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Los principales objetivos de la asignatura son (1) conocer el funcionamiento y métodos de análisis de las estructuras mixtas, tanto en el ámbito de la edificación como de los puentes, (2) conocer los fundamentos teóricos de las modernas reglamentaciones y normativas de estructuras metálicas y mixtas en los ámbitos de la edificación y puentes (RPX-95; RPM-95 del Ministerio de Fomento y Eurocódigos 3 y 4, (3) conocer las tipologías más habituales, los procesos constructivos aplicables, e introducir la

problemática de los controles de fabricación y ejecución en taller y obra, así como las bases del mantenimiento y conservación de estructuras metálicas y mixtas, (4) desarrollar a lo largo del curso un ejercicio práctico completo de una estructura mixta evolutiva, controlando los Estados Límite de Servicio y Últimos, correspondiente a un caso real de edificación o puentes y (5) introducir a los alumnos en la óptica profesional del proyecto y construcción de sistemas mixtos.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. BASES TEÓRICAS DEL ANÁLISIS DE SISTEMAS MIXTOS

Tema 1. Estructuras Mixtas.

Definición y Características. Situación. Normativa.

Tema 2. Los Materiales en la Construcción Mixta

Aceros y Hormigones.

Tema 3. Tratamiento de la Deformabilidad Diferida del Hormigón.

Tema 4. Análisis Elástico de Secciones Mixtas.

Método de la Sección Ideal

Tema 5. Análisis Elástico Diferido de Secciones Mixtas.

Fluencia. Retracción.

Tema 6. El Pretensado en las Estructuras Mixtas.

Tema 7. Análisis Elástico bajo Solicitaciones Transversales

Esfuerzo Cortante. Esfuerzos Rasantes. Conexión.

Tema 8. Cálculo Elastoplástico de Secciones Mixtas.

Interacción (M-N).

Tema 9. Análisis en agotamiento por esfuerzo cortante.

Interacción de Esfuerzos (M-N-V).

Tema 10. Rigidez de los Sistemas de Conexión-Tipologías y Campo de Aplicación.

Tema 11. Cálculo Anelástico de la Conexión.

Tema 12. Soportes Mixtos.

Tipología. Detalles y dimensionamiento.

PARTE II. ANÁLISIS DE SISTEMAS MIXTOS EN ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO Y ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Tema 13. Estados Límites de Servicio en Estructuras Mixtas.

Control de los Efectos de la Fisuración del Hormigón. Control de los Efectos Diferidos. Estructuras Isostáticas. Control de los Efectos Diferidos. Estructuras Hiperestáticas.

Tema 14. Estados Límites Últimos en Estructuras Mixtas.

Clasificación de Secciones Transversales. Controles Capacidad Resistente de Secciones. Análisis Global de Esfuerzos. Cálculos Elásticos y Plásticos. Dimensionamiento de la Conexión y Armado de la Losa de Hormigón.

PARTE III. PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS MIXTOS

Tema 15. Evolución y Tendencias en las Tipologías de Sistemas Mixtos de Edificación.

Tema 16. Evolución y Tendencias en las Tipologías de Puentes Mixtos de Carretera.

Tema 17. Evolución y Tendencia en las Tipologías de Puentes Mixtos de FFCC y Alta Velocidad.

Tema 18. Procesos Constructivos de Estructuras Mixtas de Edificación.

Tema 19. Procesos Constructivos de Estructuras Mixtas de Puentes.



PARTE IV. AMPLIACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Tema 20. Torsión y Distorsión de Secciones Metálicas.

Tema 21. Sistemas de Arriostramiento Transversal y Diafragmas de Apoyo de Tableros de Puentes Metálicos.

Tema 22. Inestabilidad Global de Entramados Metálicos.

Tema 23. Inestabilidad de Elementos Estructurales Especiales
Arcos, Elementos Comprimidos de Celosía, Pilonos de Puentes Atirantados

Tema 24. Análisis de Inestabilidad de Almas Esbeltas.
Solicitaciones Normales. Solicitaciones Tangenciales.

Tema 25. Criterios de Diseño de Vigas Armadas Rigidizadas.

Tema 26. Criterios de Diseño de Alas Comprimidadas Rigidizadas.

Tema 27. Análisis de la Inestabilidad de Alas Comprimidadas.

Tema 28. Control a Fatiga de Estructuras Metálicas y Mixtas.
Bases Teóricas y Criterios de Análisis, Detalles Constructivos y Ejemplos de Aplicación.

Tema 29. Protección Anticorrosiva de Estructuras Metálicas y Mixtas.

Pinturas. Aceros Patinables.

Tema 30. Control de Calidad en la Fabricación en Taller y Montaje en Obra de Estructuras Metálicas y Mixtas.

CLASES PRÁCTICAS

1. Conferencias sobre realizaciones de puentes mixtos:

1. Punto de Vista del Proyectista.
2. Punto de Vista del Constructor.

2. Clases prácticas:

1. Análisis Elástico de Vigas Mixtas Continuas con Montajes Evolutivos.
2. Análisis Elastoplástico de Vigas Mixtas Continuas con Montajes Evolutivos.
3. Dimensionamiento de Arriostramientos y Diafragmas de Cajones Mixtos.
4. Rigidización de Almas Esbeltas (Solicitaciones Normales y Tangenciales).
5. Rigidización de Alas Comprimidadas de Cajones Metálicos.

3. Práctica de curso. Se aborda por grupos de 3 alumnos, con apoyo y seguimiento por tutorías, el trabajo de desarrollo del análisis y dimensionamiento en estados límite de un caso real de sistemas mixtos (de edificación y puentes) con montajes evolutivos y redistribuciones hiper-estáticas de esfuerzos.

Puentes II [6149]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

La asignatura persigue el objetivo fundamental de proporcionar al alumno los elementos básicos para concebir y proyectar un puente de gran luz, mayor de cuarenta metros. Para conseguir este fin la enseñanza se estructura en tres partes interrelacionadas: morfología actual de los puentes, respuesta resistente y construcción. En la morfología se pasa revista al estado actual de las formas y

tipos de puentes, sobre todo para las luces indicadas. Para la respuesta resistente se establecen los procedimientos generales de cálculo y se realizan ejercicios prácticos. Se enseñan en clase los procedimientos generales de construcción de los puentes. Con esta formación el alumno es capaz de abordar un proyecto o construcción de un puente de más de cuarenta metros de luz.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Introducción

Puentes de grandes luces

Tema 2. Puentes rectos de sección cajón

Morfología. Respuesta resistente: flexión, torsión, distorsión. Sistema constructivo.

Avance en voladizo. Encofrado in situ. Dovelas prefabricadas.

Tema 3. Puentes de formas especiales

Puentes Oblicuos. Puentes Curvos. Puentes Pórtico.

**Tema 4. Analisis de la fluencia y retraccion**

Comportamiento del hormigón en el tiempo.
Análisis estructural

Tema 5. Puentes empujados.

Determinación de esfuerzos. Proceso de

empuje.

Tema 6. Puentes atirantados

Esquema estructural. Disposición longitudinal.
Sección transversal. Tirantes. Comportamiento del tirante. Sistemas de cables.

Tipología Estructural [6132]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos docentes de esta asignatura son (1) dotar al alumno de una síntesis del comportamiento estructural adquirido, con una perspectiva nueva, la del proyecto, (2) iniciar al alumno en temas de diseño conceptual y (3)

despertar en el alumno la sensibilidad por la labor creativa, ayudándoles a reconocer sus propias capacidades creadoras y despertándoles la el interés y la bondad de la concepción creativa.

Programa**CLASES TEÓRICAS****Tema 1. Diseño conceptual**

Forma de crear una idea

Tema 2. Concepto estructurales básicos

El equilibrio. El fenómeno tenso resistente. La inestabilidad.

Tema 3. Materiales

Fábrica. Madera. Acero. Hormigón. Cables, materiales compuestos y telas.

Tema 4. Elementos estructurales

Elementos lineales: elementos traccionados, elementos comprimidos, elementos trabajando

a flexión. Elementos superficiales: losas, bóvedas y formas libres.

Tema 5. Las funciones estructurales

Influencia de los procedimientos constructivos. La contención, la cubierta y el cerramiento, la superficie portante y el edificio, puentes y acueductos.

CLASES PRÁCTICAS

Conferencias impartidas por profesionales extranjeros o nacionales relativas a los temas de la asignatura.

Edificación y Prefabricación [6102]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos docentes de esta asignatura son los siguientes: (1) formar al alumno para proyectar y dirigir obras de edificios, teniendo en cuenta todas las limitaciones que profesionalmente pueda tener, fundamentalmente debe ser capaz de actuar en el campo estructural, para trabajar en equipos pluridisciplinarios, o como Proyectista de esta

parte, (2) permitirle actuar como Jefe de Obra y técnico de empresas constructoras dedicadas a la construcción de Edificios, (3) dotarle de los conocimientos necesarios para actuar como Ingeniero de Organizaciones de Control de Calidad, de Laboratorios de Construcción, Consultorías y otras organizaciones relacionadas con la Edificación.

Programa**CLASES TEÓRICAS****Tema 1. La Edificación**

Conceptos Generales. Explanaciones y

vaciados. Planteamiento estructural del edificio.

Tema 2. Edificios con estructuras de hormigón

Muros. Cimentaciones y soleras. Estructuras de hormigón. Pórticos y entramados. Forjados y



escaleras.

Tema 3. Construcción de estructuras de hormigón para edificios

Método de construcción mediante el cimbrado de plantas sucesivas. Criterios de descimbrado. Pantallas y núcleos. Construcción con encofrados deslizantes. Edificios construidos con encofrados túnel.

Tema 4. Control de Estructuras de hormigón

Muestreo y ensayo del hormigón fresco. Distribución en lotes. Nº de probetas por toma y lote. Criterios de aceptación y rechazo. Control de encofrados, cimbras, apuntalamiento y andamios. Cimbrado y descimbrado. Control de armaduras pasivas. Materiales. Elaboración. Colocación en obra. Control de las operaciones de transporte. Vertido, compactación y curado del hormigón. Juntas. Reparación de defectos.

Tema 5. Decisiones derivadas del control de calidad

Ensayos de información. Dualidad hormigón de estructuras – hormigón probetas testigo. Criterios de decisión. Aceptación inmediata. Aceptación condicional. Rechazo. Los problemas de la demolición.

Tema 6. Edificios con estructura metálica

Entramados, forjados y escaleras. Estructuras metálicas. Aspectos específicos de las naves industriales.

Tema 7. Edificios con estructura de ladrillo y bloque

Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque.

Tema 8. Cerramientos, albañilería y acabados

Cerramientos de fachada. Tabiques.

Revestimiento de suelos. Revestimientos de paramentos (paredes y techos). Carpintería y vidrería. Azoteas. Cubiertas.

Tema 9. Instalaciones

Física del edificio. Instalaciones de fontanería y saneamiento. Instalaciones de electricidad. Climatización, calefacción y aire acondicionado. Instalaciones varias (elevadores, gas, incendios).

Tema 10. Prefabricación

Conceptos generales. Tolerancias. Instalaciones y procesos de prefabricación. Naves industriales. Edificios y elementos de fachada.

CLASES PRÁCTICAS

1. Ejercicios voluntarios.

1. Diseño de un pavimento de hormigón.
2. Proyecto y cálculo de forjados unidireccionales.
3. Proyecto y cálculo de muros de sótano

2. Ejercicios propuestos.

1. Planteamiento estructural de un Edificio
2. Acciones en elementos estructurales
3. Cimbrado de plantas sucesivas
4. Cálculo del plazo de descimbrado
5. Control de una estructura de hormigón
6. Análisis de seguridad
7. Diseño de un cerramiento
8. Detalles constructivos de tabiquería
9. Detalles constructivos de cubiertas
10. Instalaciones en Edificios.

Especialidad de Transportes

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 270 horas
- Asignaturas: 2 obligatorias y 2 optativas a elegir entre 4 (todas semestrales)

Explotación y Planificación de Puertos [6262]

6º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura pretende (1) dotar al alumno de un conocimiento general de los elementos que conforman el transporte marítimo, buques, medios de trasbordo y enlace con los transportes terrestres, así como de la organización portuaria española, (2) clasificar y

analizar los tráficos de mercancías en función de su naturaleza y formas de presentación y manipulación así como criterios y métodos de previsión de dichos tráficos, (3) dimensionar y diseñar las instalaciones portuarias, canales, dársenas, muelles, etc., sean estos empíricos,



estadísticos o de simulación, y (4) planificar físicamente las instalaciones portuarias, en especial muelles y terminales, en función de los

datos obtenidos del punto anterior, la naturaleza de la mercancía, los criterios de ordenación del transporte, y protección del medio ambiente..

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. EL TRANSPORTE MARÍTIMO

Tema 1. Evolución del transporte marítimo y portuario

De la antigüedad hasta nuestros tiempos.

Tema 2. El buque. Aspectos físicos y económicos

Clasificación y características generales de los diferentes tipos de buques. Dimensiones, capacidad y tonelaje. Evolución. Costes fijos y costes variables.

Tema 3. Los tráfic. Aspectos físicos y económicos

Clasificación de la mercancía según su forma de presentación. Fletes y seguros.

PARTE II. EL PUERTO

Tema 4. El puerto. Aspectos generales y físicos

Funciones, misión y tipología. Accesos terrestres. El hinterland del puerto. Los puertos secos.

Tema 5. La administración portuaria y los usuarios

Autoridad Portuaria, Capitanía Marítima, Aduana, Sanidad, Soivre. La comunidad portuaria. Armadores, navieros, fletadores, consignatarios, capitanes, agentes de aduana, transitarios, etc.

Tema 6. Competitividad portuaria

Factores de la competencia. Competencia intraportuaria e interportuaria. Características físicas, líneas regulares. Los puertos hub

Tema 7. Sistemas de explotación

Gestión directa y gestión indirecta. Internet e intranet. El EDI

Tema 8. Accesos marítimos

Condiciones de seguridad. Ventanas de explotación. Dragados y señalización marítima.

PARTE III. PLANIFICACIÓN PORTUARIA

Tema 9. Fundamentos y previsiones de tráfico

Objetivos estratégicos y locales. Análisis de

tendencias. Tráficos cautivos.

Tema 10. Dimensionamiento

Línea de atraque, zona de operación, zona de almacenamiento y restos de las zonas. Planificación física

PARTE IV. ORDENACIÓN DE TERMINALES

Tema 11. Introducción a las terminales

Subsistemas. Concepto de capacidad. Equipamiento de las terminales.

Tema 12. Estudio de terminales de graneles

Graneles líquidos (petróleo y gas) y graneles sólidos (minerales y cereales). Productos siderúrgicos, maderas, varios, etc. Terminales de contenedores y terminales ro-ro. Terminales de cruceros y eries. Pesca de altura y pesca de bajura. Puertos deportivos.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

DEL MORAL, R. Y BERENQUER, J.M. (1980):

Planificación y Explotación de Puertos. Dirección General de Puertos y Costas y CEEOP.

RODRÍGUEZ PÉREZ., F. (1985): *Dirección y explotación de puertos,* Puerto Autónomo de Bilbao.

CAMARERO, A.; PERY, P. Y POLO, G. (2002): *II Curso de Transporte Marítimo y Gestión Portuaria.* Universidad Politécnica de Madrid

CAMARERO, A. Y PERY, P. (2002): *Determinación de la línea de atraque en los puertos españoles.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

PERY, P. (2003): *Conceptos de Explotación y Planificación de Puertos.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.



Planificación de Transportes [6234]

6º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El alumno que finalice esta asignatura debe conocer, por una parte, las bases de la política de transportes y su relación con otras políticas sectoriales, y, por otra parte, las técnicas de evaluación (económica, financiera, social, territorial y ambiental) necesarias a todos los niveles de actuación de un Ingeniero de Caminos (redes de transporte, proyectos,

planes, etc.). Al cursar esta asignatura se proporciona al alumno el bagaje suficiente para abordar la redacción de planes, el diseño funcional de servicios, la evaluación de alternativas de inversión, la selección de alternativas ambientalmente favorables, las técnicas de análisis multicriterio, etc.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Introducción

Descripción general de las materias a tratar. Lógica del análisis por etapas (financiero, económico, etc.). Planificación técnica y política de transporte.

Tema 2. Herramientas de planificación

Evaluación financiera. Análisis coste-beneficio. Evaluación de impacto ambiental. Accesibilidad. Tablas I/O y multiplicadores. Sensibilidad y riesgo. Análisis multicriterio.

Tema 3. Planificación del transporte

Contexto de la planificación de transporte. Tendencias: Condicionantes socioeconómicos y nuevas tecnologías. Planes Nacionales. Planes regionales. Planes estratégicos.

Tema 4. Política del transporte

Paradigmas políticos. El Libro Blanco de la UE. La política de transporte actual.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

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.

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

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

MINISTERIO DE FOMENTO (2004); *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes*, Madrid.

Infraestructura de Carreteras y Aeropuertos [6239]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El alumno tras finalizar esta asignatura habrá perfeccionado su capacidad para (1) redactar un estudio de firmes y pavimentos de un proyecto de carreteras; (2) dimensionar un firme utilizando tanto métodos empíricos como analíticos; (3) conocer los aspectos peculiares de los túneles de carreteras y saber evaluar sus características funcionales; (4) conocer las

características principales de las tecnologías de pavimentación; (5) conocer los principios de la conservación y de la rehabilitación de los firmes; y (6) saber distinguir los deterioros que pueden aparecer en los firmes, pudiendo analizar sus posibles causas, formas de evaluación y técnicas de reparación; dimensionar la rehabilitación estructural de un firme.



Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ESTUDIOS, PROYECTO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES

Tema 1. Los estudios de firmes y pavimentos en los proyectos viarios

Criterios de proyecto. Informaciones necesarias para el proyecto. Fases del proyecto. Evaluación técnica y económica. Normas de proyecto y recomendaciones técnicas. Especificaciones. Normas de ensayo.

Tema 2. Métodos de dimensionamiento

Evolución histórica. Fuentes de conocimiento. Formatos de los métodos empíricos. El método AASHTO. Catálogos de secciones estructurales. La normativa española. Métodos analíticos. Utilización práctica de los métodos analíticos.

Tema 3. Diseño de firmes en zonas especiales

Firmes de vías urbanas. Pavimentos para zonas peatonales. Pistas para ciclistas. Pavimentación de puentes. Vías agrícolas y forestales. Pistas mineras. Pavimentos portuarios. Pavimentación industrial.

Tema 4. Firmes aeroportuarios

Tipos de firmes en las distintas superficies de los aeródromos. Masas y acciones de las aeronaves. Métodos de dimensionamiento de firmes de aeropuertos. Clasificación y evaluación: el método ACN-PCN.

PARTE II. TÚNELES DE CARRETERAS

Tema 5. El proyecto de un túnel viario y su contenido

Planeamiento. Trazado. Fundamento de los métodos constructivos. Requerimientos funcionales. Excavación. Sostenimiento. Revestimiento. El plan de obra. Condicionantes y aspectos funcionales de los túneles urbanos.

Tema 6. Instalaciones. Explotación y seguridad.

Ventilación. Iluminación. Pavimentos. Otras instalaciones. Procedimientos de explotación. Medidas de seguridad activas y pasivas. Resolución de incidentes. Atención a los usuarios.

PARTE III. CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Tema 7. Formación de la explanada

El cimientto de los firmes. Condicionantes de la resistencia de los suelos. Influencia del cimientto en el comportamiento estructural de los firmes. La estabilización de suelos in situ. Maquinaria para la estabilización in situ. Normativa española de formación de explanadas.

Tema 8. Capas inferiores de los firmes

Características físicas, estructurales y

constructivas. Capas granulares. Suelocemento y gravacemento. Gravaemulsión. Mezclas asfálticas. Mezclas asfálticas de alto módulo.

Tema 9. Capas de rodadura

Análisis funcionales y de durabilidad. Riegos con gravilla. Lechadas bituminosas y microaglomerados en frío. Mezclas asfálticas drenantes. Microaglomerados en caliente.

PARTE IV. GESTIÓN, CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN

Tema 10. Principios de la gestión y de la conservación.

Objetivos de la gestión y de la conservación. Organización de la conservación. Administración y contratación de la conservación. Los sistemas de gestión.

Tema 11. Evaluación del estado del firme.

Inspección visual e identificación de deterioros. Catálogos de deterioros. Auscultación de las características superficiales. Auscultación de las características estructurales.

Tema 12. Actuaciones de conservación

Bacheos. Saneamiento de blandones. Sellados de grietas. Otras actuaciones de conservación ordinaria. Renovaciones superficiales. Sistemas antirreflexión de grietas. Proyecto y ejecución de las rehabilitaciones estructurales. Normativa española. Ensanches de calzada y otros acondicionamientos. Reciclados de firmes (en central e in situ).

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Redacción de especificaciones.** Pliego de prescripciones técnicas particulares de materiales del firme en un proyecto viario.
- 2. Dimensionamiento analítico de firmes.** Diseño estructural de u firmes mediante el empleo de programas computacionales
- 3. Evaluación de las condiciones funcionales de un túnel.** Elección de un túnel o paso inferior urbano para valorar sus condiciones desde el punto de vista del usuario
- 4. Inspección visual de pavimentos.** Elección de una vía urbana para valorar sus deterioros, analizar sus causas y proponer un programa de actuaciones.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Dos visitas técnicas a obras o instalaciones viarias o aeroportuarias.

**BIBLIOGRAFÍA** (5 referencias principales)

AASHTO (1993): *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*, AASHTO, Washington, D.C.

ATKINSON, K. et al. (1997): *Highway Maintenance Handbook*, 2ª edición, 562 pág., Thomas Telford, London.

CRONEY, D., CRONEY, P. (1998): *Design and Performance of Road Pavements*, 3ª edición, 508 pág., McGraw-Hill, New York.

KRAEMER, C. et al. (2004): *Ingeniería de Carreteras, Volumen II*, 555 pág., McGraw-Hill, Madrid.

SETRA-LCPC (1994): *Conception et dimensionnement des structures de chaussée*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris.

Ingeniería Portuaria [6247]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos de esta asignatura son (1) continuar, apoyar y clarificar los conceptos expuestos en la asignatura de Puertos y Costas, insistiendo en su aplicación práctica y asistiendo, en su caso, a la realización de proyectos en sus aspectos técnicos y en las

fuentes de documentación y datos y (2) profundizar en los procesos constructivos tanto de las obras portuarias de todo tipo, y en los aspectos monográficos de especial significación y actualidad.

Programa**CLASES TEÓRICAS****Tema 1. Tipología de obras marítimas.**

Diques en talud y verticales. Ejemplos.

Tema 2. Análisis de riesgo y oleaje en boya.

ROM. Propagación del oleaje. Métodos. El número de Iribarren.

Tema 3. Diseño de diques en talud.

Métodos. Fórmulas. Análisis comparado y concepto de avería. Banquetas y diques sumergidos.

Tema 4. Diques verticales y mixtos.

Formas especiales. Método y tratamiento hidráulico.

Tema 5. Disposición en planta de puertos.

Resonancia. Elementos de un puerto. Planificación portuaria. Gestión del sistema portuario.

Tema 6. Obras de atraque.

Tipología. Criterios para el diseño y dimensionamiento. Construcción y ejemplos.

Tema 7. Hidráulica de muelles.

Cajones. Ejemplos.

Tema 8. Reflexión y transmisión de energía.

Ejemplos.

Tema 9. Obras complementarias

Pavimentos, estructuras especiales, elementos.

Tecnología de la Vía Ferroviaria [6244]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

En esta asignatura se pretende ofrecer un contacto y un aprendizaje práctico de los aspectos más novedosos de la reciente evolución ferroviaria, y no solamente para el

ferrocarril interurbano, sino también de los modos de transporte urbano guiado por carriles: metro y tranvía.



Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. El proyecto ferroviario

Directrices. Documentos a incorporar.
Corredores. Anteproyecto. Consideraciones básicas acerca de la infraestructura y de la superestructura.

Tema 2. Nuevas líneas y variantes

Proyecto. Criterios para evaluar alternativas.
Construcción. Control de calidad. Maquinaria.
Duplicación de vías.

Tema 3. Calidad de la vía

Procesos y sistemas para evaluar la calidad durante la ejecución y de la obra terminada y en explotación. Índices de calidad.

Tema 4. Mantenimiento de la vía

Auscultación. Conservación. Renovación.
Maquinaria pesada necesaria.

Tema 5. Vía e instalaciones en las líneas de alta velocidad

Tipos de infraestructuras. Parámetros geométricos y características singulares.

Evolución de las soluciones. Instalaciones actuales. Comunicación y seguridad.

Tema 6. Realizaciones de alta velocidad en el mundo

Análisis comparativo del comportamiento de las líneas de alta velocidad más relevantes: Japón, Francia, Alemania, Italia y España. Evolución de sus infraestructuras.

Tema 7. Ferrocarriles urbanos

Las cercanías ferroviarias. Trenes ligeros urbanos. Trenes metropolitanos.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Visitas técnicas a obras o instalaciones siguientes: (1) Renovación de vía, (2) Talleres de mantenimiento y reparación, (3) Obras de Metro, (4) Centros de control de transporte ferroviario, (5) Puesto de Mando del AVE, y (6) Talleres de fabricación de elementos para la superestructura ferroviaria.

Tráfico y Operaciones Portuarias [6263]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Los objetivos son: (1) Analizar los grandes tráficos mundiales, su evolución y previsión, (2) Conocer y ser capaz de gestionar las operaciones portuarias más frecuentes y características: remolque, practicaaje, atraque, manipulación de contenedores, graneles sólidos y líquidos, operaciones combinadas y multimodales, etc., (3) Analizar las necesidades de mano de obra y su especialización, así como la composición de las unidades de producción, y los procesos de automatización, (4) Establecer los criterios para lograr la seguridad de las

operaciones. Analizar los accidentes, robos, averías, etc., así como su prevención y medidas correctoras, (5) Analizar los costes de las operaciones y las repercusiones en la economía general del tráfico marítimo y portuario, fletes, demoras, primas y penalizaciones, etc., y (6) Desarrollar la composición de costes de la explotación portuaria. Servicios, reglamentos de explotación, tarifas, criterios de financiación y amortización de instalaciones, optimización de inversiones, etc.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. EL TRANSPORTE MARÍTIMO

Tema 1. Política europea de transporte marítimo

La política común de transporte. El libro verde de Puertos. Las redes transeuropeas.
Transporte marítimo de corta distancia.
Autopistas del mar.

Tema 2. Comercio internacional y transporte marítimo

Comercio mundial. Ventajas absolutas y comparativas. El coste y su incidencia en el transporte internacional. Logística del transporte marítimo.

Tema 3. Los servicios de transporte marítimo

Forma de prestación de los servicios marítimos. Navegación tramp y servicios regulares. Costes de transporte marítimo. Mercado de fletes.



PARTE II. OPERACIONES PORTUARIAS

Tema 4. Operaciones portuarias y operaciones en el puerto

Definición y tipos de operaciones. Esquema general de la operación. Operaciones al buque: remolque, atraque, amarre y practica. Operaciones a la mercancía: estiba y desestiba, carga y descarga, trasbordo, transporte y almacenamiento y recepción y expedición.

PARTE III. LOGÍSTICA PORTUARIA

Tema 5. Logística portuaria

Aspectos generales. Potencialidades. El operador logístico. Zonas de actividades logísticas. Puertos secos. Intermodalidad ferroviaria.

PARTE IV. TERMINALES

Tema 6. Terminales de graneles sólidos

Tipos de graneles. Carga y descarga. Almacenamiento. Entrega y recepción. Dimensionamiento y ordenación de muelles y maquinaria. Rendimientos y costes

Tema 7. Terminales de graneles líquidos

Crudo de petróleo, productos refinados y gas licuados. Carga y descarga. Almacenamiento. Entrega y recepción. Dimensionamiento y ordenación de muelles y maquinaria. Rendimientos y costes

Tema 8. Terminales de contenedores

Tipos de contenedores. Carga y descarga. Almacenamiento. Entrega y recepción. Dimensionamiento y ordenación de muelles y maquinaria. Rendimientos y costes

Tema 9. Terminales de mercancía general

Tipos de mercancías. Carga y descarga. Almacenamiento. Entrega y recepción. Dimensionamiento y ordenación de muelles y

maquinaria. Rendimientos y costes

Tema 10. Terminales ro-ro

Tipos de mercancías. Carga y descarga. Almacenamiento. Entrega y recepción. Dimensionamiento y ordenación de muelles y maquinaria. Rendimientos y costes

Tema 11. Terminales de pasajeros

Líneas oceánicas y transatlánticas. Las líneas cortas. Los cruceros. Estaciones marítimas. Dimensionamiento y ordenación de muelles.

Tema 12. Terminales pesqueras

Características de la manipulación de la pesca. Instalaciones frigoríficas. Comercialización y expedición de la pesca. Ordenación de las zonas pesqueras.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

DEL MORAL, R. Y BERENGUER, J.M. (1980):

Planificación y Explotación de Puertos.
Dirección General de Puertos y Costas y CEEOP.

RODRÍGUEZ PÉREZ., F. (1985): *Dirección y explotación de puertos,* Puerto Autónomo de Bilbao.

CAMARERO, A.; PERY, P. Y POLO, G. (2002): *II Curso de Transporte Marítimo y Gestión Portuaria.* Universidad Politécnica de Madrid

CAMARERO, A. Y PERY, P. (2002): *Determinación de la línea de atraque en los puertos españoles.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

PERY, P. (2003): *Conceptos de Explotación y Planificación de Puertos.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.



Especialidad de Urbanismo y Ordenación del Territorio

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 315 horas
- Asignaturas: 1 obligatoria anual y 2 optativas a elegir entre 5 (todas semestrales)

Ordenación del Territorio [6369]

6º curso, obligatoria de especialidad, anual, 3 h/semana, 90 h/año, 9 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de la asignatura es (1) presentar una visión integrada del espacio, superadora de enfoques parciales (sectoriales), (2) incorporar la consideración de las consecuencias que la actividad del Ingeniero de Caminos causa sobre el medio ambiente, y (3) proporcionar una visión

integrada de las consecuencias económicas, sociales y ambientales derivadas de proyectos y planes territoriales, basándose en los planteamientos de la Unión Europea en materia de sostenibilidad.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. MARCO LEGAL SUPRAURBANO, NACIONAL Y EUROPEO DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ESPAÑOLA

Tema 1. La Ordenación del Territorio.

Contenido de la asignatura. Responsabilidades que, en planificación y ordenación del espacio, ejercen los Ingenieros de Caminos españoles.

Tema 2: La Ordenación del Territorio como disciplina.

Definiciones conceptuales tradicionalmente aceptadas para la Ordenación del Territorio. Evolución histórica del concepto. Comparación con otras disciplinas temáticas: Desarrollo Económico Regional y Urbanismo. Estructura y contenido del temario de la asignatura.

Tema 3. La distribución constitucional de competencias y las leyes en materia de Ordenación del Territorio.

Evolución histórica de la legislación española en materia de Ordenación del Territorio y Urbanismo. Competencias: la legislación estatal y la legislación de las Comunidades Autónomas. Legislación aplicable en materia de Ordenación del Territorio y Urbanismo.

Tema 4. Los instrumentos de Ordenación del Territorio.

Estructura del sistema de planeamiento territorial y urbanístico en España. Instrumentos de planeamiento de ámbito nacional en ejercicio de las competencias del Estado.

Instrumentos de Ordenación del Territorio regulados en las leyes de las Comunidades Autónomas. Especial referencia de las Comunidades de Madrid y Castilla y León.

Tema 5. La incidencia de los instrumentos de planeamiento territorial en los de planeamiento urbanístico. El planeamiento urbanístico como desarrollo y ejecución del planeamiento territorial.

Incidencia del planeamiento territorial sobre los instrumentos de planeamiento urbanístico supramunicipal y, sobre todo, municipal: Planes Generales, Normas Subsidiarias, Programas de Actuación Urbanística, Planes Parciales y Planes Especiales.

Tema 6. Legislación sectorial con incidencia sobre la Ordenación del Territorio. Los conflictos interadministrativos.

Cuatro niveles territoriales competenciales: Unión Europea, Estado, Comunidad Autónoma y Municipio. Conflictos de leyes. Conflictos interadministrativos. Relaciones interadministrativas de algunas leyes de especial incidencia sobre el territorio: carreteras, aguas y costas.

Tema 7. Problemática territorial europea.

Características generales de la problemática europea a nivel espacial y socioeconómico.

Tema 8. La Política Regional en la Unión Europea.

Procedimientos de intervención comunitaria constitutivos de la Política Regional. Objetivos



de dicha política. Instrumentos de intervención a partir de los Reglamentos Comunitarios que los crean y describen.

Tema 9. Políticas sectoriales en la Unión Europea: Su influencia sobre la Ordenación del Territorio.

Políticas sectoriales comunitarias que tienen una influencia más clara sobre la organización del espacio europeo, Política Agrícola Común. Desarrollo Rural. Política de Infraestructuras de Transportes. Política Ambiental.

PARTE II. ANÁLISIS DE LAS ETAPAS BÁSICAS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Tema 10. Esquema general del proceso de planificación.

Carácter secuencial, sus fases y el enlace entre ellas. Posibilidades de vuelta atrás en el proceso. Similitud conceptual entre el proceso de planificación territorial y el de cualquier otro proceso de planificación.

Tema 11.-Sistemas en análisis territorial.

Concepto de sistema; definiciones en teorías de sistemas. El territorio como sistema y los sistemas territoriales. La Teoría General de Sistemas en la epistemología del análisis y la planificación territoriales.

Tema 12. La economía regional.

Contenido de la economía regional y su relación con la planificación territorial.

Tema 13. Localización de actividades.

Principales teorías y modelos de localización. Relación entre localización y transporte.

Tema 14. Sistemas de ciudades.

Teoría de los sistemas de ciudades. Modelos de lugar central (horizontales) y de rango-tamaño (verticales o de jerarquía). Los sistemas urbanos en la planificación territorial y en la planificación económica.

Tema 15.Fines y objetivos.

Las metas en el proceso de planificación territorial. Distinción entre fines y objetivos. Formulación de fines y objetivos. Jerarquización. Fines y objetivos genéricos y específicos. El papel del planificador en la fijación de fines y objetivos.

Tema 16. Técnicas de Planificación Territorial.

Técnicas de uso más frecuente requeridas para desarrollar las distintas fases del proceso de planificación. Características generales de las técnicas. Técnicas que afectan al proceso de evaluación de alternativas.

Tema 17. La descripción del sistema territorial.

Características generales y necesidades de información en el planeamiento. Necesidades básicas de datos en los instrumentos de planificación más frecuentes

Tema 18. Las fuentes de datos en la planificación territorial. Análisis de la oferta básica de información en España.

Agencias que proporcionan datos necesarios para la planificación territorial.

Tema 19. Demografía. Métodos de proyección demográfica.

Fundamentos de la Demografía en cuanto a técnica de análisis y extrapolación de la población. Fundamentos de la relación Demografía- Ordenación del Territorio. Procedimientos de extrapolación demográfica más frecuentemente usados en la planificación territorial.

Tema 20. Los modelos territoriales.

Clasificación, Diseño y Utilización. El concepto de modelo. Modelos en análisis territorial. Clasificaciones; cronológica, por su objeto, por su aplicación en planificación; otras clasificaciones. Fases en la utilización de modelos: diseño, especificación, identificación o calibrado, aplicación.

Tema 21. El ejemplo de los modelos de transporte.

Los modelos de transporte como ejemplo de utilización de modelos territoriales. Submodelos: generación y atracción; distribución; asignación. El calibrado de estos modelos. La oferta de transporte. Utilización en otros sectores territoriales.

Tema 22. Modelos de interacción.

Modelos de interacción utilizados en análisis territorial, señalándose sus invariantes de estructura. Desarrollo de los modelos de áreas de influencia: Reilly, Huff, etc. Aplicación en la planificación de centros comerciales y otras actuaciones.

Tema 23. Generación de alternativas.

Pasos de generación de alternativas. Papel de las diferentes herramientas metodológicas. Modelos territoriales.

Tema 24. Evaluación y selección de alternativas.

La evaluación de alternativas como medio para su selección. Clases y tipos de evaluación. Métodos unicriterio y multicriterio.

Tema 25. Evaluación económica.

Evaluación socioeconómica y evaluación empresarial. El Análisis Coste-Beneficio.

PARTE III. LA EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA PLANIFICACIÓN.

Tema 26. El medio natural en la Planificación.

El proceso de Estudio de Impacto Ambiental en España. Los Estudios de Impacto Ambiental. Contenido y metodología. Papel que el medio ambiente juega en el proceso de toma de decisiones en planificación

**Tema 27. Valoración y caracterización de los impactos ambientales.**

Tipos de impactos. Indicadores.

Tema 28. Procedimientos de evaluación ambiental de alternativas (I).

Listas de revisión. Diagramas de redes. Ventajas e inconvenientes. Utilidad.

Tema 29. Procedimientos de evaluación ambiental de alternativas (II).

Batelle-Columbus, Método Galletta. Índices agregados de Impacto. Métodos basados en Sistemas de Información Geográfica.

Tema 30. Métodos multicriterio.

Se señalan los principales métodos multicriterio y se desarrolla el método ELECTRE.

PARTE IV. APLICACIÓN A LA ORDENACIÓN DE ESPACIOS DE USOS ESPECÍFICOS Y RECURSOS BÁSICOS.**Tema 31. La ordenación del Espacio Rural.**

Aplicación a la ordenación de los espacios rurales. Problemática del medio rural español. Opciones de desarrollo rural que posibilita la normativa española y la política comunitaria.

Tema 32. Ordenación de los recursos hidráulicos.

Relación entre planificación de los recursos hidráulicos y ordenación del territorio. Problemática hidráulica del territorio español. Posibilidades reales de desarrollo del territorio en función de las disponibilidades del recurso hídrico. Posibilidades que brindan los trasvases

de recursos intercuenas.

Tema 33. Análisis y revisión de grandes planes sectoriales de ámbito regional o nacional.

Grandes planes sectoriales. Plan de Residuos. Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte. Plan de Ordenación de Recursos. Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN).

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

- CALDERÓN BALANZATEGUI, E.;** *Lecciones de Ordenación del Territorio: Política Territorial de la Unión Europea*; Servicio de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid
- SANTOS DIEZ, R. y CASTELAO RODRIGUEZ, J. (2005);** *Derecho Urbanístico. Manual para Juristas y Técnicos*; Editorial: "El Consultor de los Ayuntamientos"; 6ª edición.
- PÉREZ DE ANDRÉS, A. A. (1998);** *La Ordenación del Territorio en el Estado de las Autonomías*; Instituto Universitario de Derecho Público "García Oviedo", Editorial Marcial Pons; Madrid-Barcelona
- ARCE RUIZ, R. M. (2002);** *La Evaluación de Impacto Ambiental en la Ecrucijada*; Ecoiuris.
- GOMEZ OREA, D. (2002);** *La Evaluación de Impacto Ambiental*; Mundi Prensa (2ª edición).

Ingeniería Ambiental [6342]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo del curso es que los alumnos tengan conocimiento de las causas, que generan impactos significativos sobre el medio ambiente, y de los factores de corrección, pudiendo

analizar suficientemente los vectores causa efecto, para establecer los parámetros de control medio ambientales.

Programa**CLASES TEÓRICAS****Tema 1. Introducción al medioambiente**

Concepto de medio ambiente. Competencias ambientales. Legislación ambiental.

Tema 2. Contaminación atmosférica

Concepto de contaminación de Dispersión de contaminantes en la atmósfera. Tipos, efectos y caracterización de contaminantes atmosféricos.

Tema 3. Contaminación de las aguas

Parámetros de calidad de las aguas potables. Parámetros de calidad de las aguas residuales. Control aguas para abastecimiento. Control de vertidos. Calidad de las aguas en embalses. Procesos físicos, químicos y biológicos. Eutrofización. Captación de aguas. Control de la calidad y tipos de tratamiento en función de las características del agua. Procesos de tratamiento. ETAP. Vertidos a ríos y embalses.



Efectos sobre el medio ambiente.
Autodepuración. Ciclo del nitrógeno, carbono y fósforo. Autodepuración de ríos. Vertidos al mar. Efectos sobre el medio marino.
Depuración de aguas residuales. Procesos físicos y químicos. Procesos biológicos.
Mantenimiento y explotación de un servicio de aguas. Formas de gestión.

Tema 4. Residuos sólidos

Composición y producción de los RSU.
Problemas medioambientales generados por los RSU. Minimización, reciclaje y reutilización.
Residuos peligrosos. Limpieza viaria.

Tema 5. Contaminación acústica

Concepto de contaminación acústica.
Parámetros. Sistemas de medición del ruido.

Modelos de propagación del ruido.

Tema 6. Contaminación de suelos

Concepto de contaminación de suelos. Origen y situación actual. Identificación de un suelo contaminado. Legislación. Remediación de suelos. Atenuación natural y contención.
Remediación de suelos. Métodos in situ y ex situ. Control de un suelo contaminado.

Tema 7. El medio ambiente urbano

El medioambiente urbano. Concepto y problemática. Recursos. Contaminación.

Tema 8. Sociología ambiental

Sociología ambiental. Comportamiento ambiental. Ética ambiental.

Recursos y Planificación Hidráulica [6336]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura tiene por objeto la formación especializada en el campo de la Planificación de Sistemas de Recursos Hidráulicos. Su objetivo es doble. Por un lado se pretende que adquiera el conocimiento teórico y práctico de los métodos más habituales que capaciten al alumno para

realizar estudios profesionales de sistemas de recursos hidráulicos. Por otro lado, se trata de que conozca y maneje las bases legales, reglamentarias y administrativas que enmarcan la planificación del agua en España, incluida la Directiva Marco del Agua.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PLANIFICACIÓN

Tema 1. Los sistemas de recursos hidráulicos

Conceptos y definiciones: Concepto de recursos y demandas de agua. Los sistemas de recursos hidráulicos, sus obras de infraestructura y su estrategia de explotación. Objetivos de la planificación.

Tema 2. Demandas de agua

Tipos de demanda de agua, urbana, industrial, agrícola, hidroeléctrica, ecológica, recreativa. Características. Previsiones de demanda futura: Estimación del volumen y distribución de la demanda futura para cada tipo. Decisión sobre los objetivos de demanda.

Tema 3. Recursos de agua: metodología para su estimación

Conceptos básicos: Datos necesarios: fiabilidad y problemas frecuentes en los datos. Métodos de validación de datos. Metodologías hidrológicas sencillas de análisis y elaboración de datos. Restitución de aportaciones naturales. Modelos deterministas: Concepto y metodología básica. Ventajas e inconvenientes

de su uso en un estudio de recursos. Modelos estocásticos: Concepto y Metodología, modelo autorregresivo lineal de primer orden en una estación, modelos industriales HEC-4 y sus derivados, LAST. Series finales de recursos: series históricas y sintéticas, métodos simples de extensión de las series históricas, métodos preestadísticos, selección de series sintéticas. Bases de datos: concepto y necesidad de bases de datos de acceso sencillo, su actualización y explotación

Tema 4. Infraestructura de los sistemas de recursos hidráulicos

Elementos de regulación: embalses superficiales y subterráneos, depósitos. Elementos de transporte: canales y conducciones. Elementos de distribución: redes urbanas y agrícolas. Inventario de los elementos existentes y ampliaciones futuras.

Tema 5. Régimen de explotación de los sistemas de recursos hidráulicos

Conceptos básicos, necesidad del régimen de explotación. Prioridades de uso entre embalses y entre demandas. Restricciones a la explotación del sistema. Laminación de avenidas,



sequías, caudales ecológicos, demandas mínimas. Representación numérica del régimen: estrategias simples y complejas. Procedimientos. Medidas de la eficacia del sistema: Concepto de garantía: tipos usados en España, problemas teóricos y de cálculo. Otros criterios de evaluación: vulnerabilidad, resiliencia, robustez.

Tema 6. El problema matemático de asignación de recursos hidráulicos

Asignación de recursos a demandas a través de la infraestructura, en función de la estrategia de explotación. Métodos de simulación y de optimización: concepto, ventajas e inconvenientes. Tendencias actuales. Problemas de relaciones no lineales.

Tema 7. Métodos de simulación

Concepto. Ventajas e inconvenientes frente a la optimización. Simulación de sistemas de embalses, metodología: Métodos iterativos y con optimización auxiliar. Modelos estándar: los modelos HEC-5 y SIM-V como ejemplos de métodos iterativos y con optimización auxiliar. Simulación de sistemas de embalses: prioridades de embalse y demanda, caudales ecológicos, reservas para laminación de avenidas y previsión de sequías, evaporación en embalses, retornos de las demandas, pérdidas en ríos y conducciones.

Tema 8. El modelo de gestión como instrumento para la planificación

Concepto de modelo de gestión, elementos, fases de ejecución del modelo. Calibración: concepto, peculiaridades en los modelos de gestión de agua, selección del período de calibración. Análisis de alternativas de explotación futura: tipos de alternativas a estudiar, relativas a las demandas, a la infraestructura hidráulica y a la estrategia de explotación, planteamiento. Resultados: tipos de resultados, métodos de análisis. Estudios económicos apoyados en los resultados del modelo: costes de inversión, explotación y mantenimiento, asignación de costes a los déficits, criterios de optimización económica. Ejemplos de modelos generales de gestión.

Tema 9. El modelo de gestión como instrumento para la explotación

Diferencias entre uso para planificación y explotación. Condiciones para que un modelo se pueda usar en la explotación: consenso sobre los datos e hipótesis. Dificultades en la concreción de demandas, concesiones y prioridades. Ejemplos de planteamiento del análisis del régimen de explotación mediante modelos.

Tema 10. Normas de explotación de embalses

Definición, necesidad, contenido. Normas en si-

tuación ordinaria: mantenimiento y explotación. Normas en situaciones extraordinarias: avenidas previsible, zonas inundables y daños asociados, capacidad de laminación de los embalses, maniobra de compuertas. Explotación de sistemas de embalses: situaciones ordinarias y extraordinarias. Manejo de datos telemétricos: los SAIH.

Tema 11. Problemas específicos: caudales de mantenimiento, declaración de sequía, resguardos de laminación de avenidas

Los caudales de mantenimiento de los ríos: concepto y métodos de cálculo, Directiva Marco del Agua. Declaración de sequía: concepto, consecuencias y metodología de análisis. Resguardos para la laminación de avenidas: criterios para la selección de los resguardos a aplicar.

PARTE II. ASPECTOS LEGALES DE LA PLANIFICACIÓN

Tema 12. La legislación de aguas

Sistemas de titularidad de aguas: privadas y públicas. Normativa sobre las aguas terrestres. La ley de aguas y sus modificaciones. La publicación de todas las aguas. El dominio público hidráulico. La Directiva Marco del Agua. Repercusiones y desarrollo.

Tema 13. Normativa sobre aprovechamientos de aguas.

Usos y aprovechamientos. Autorizaciones y concesiones. El Reglamento de Dominio Público Hidráulico.

Tema 14. Los Planes Hidrológicos

Evolución del concepto de planificación. Proceso de planificación. El Reglamento de Planificación Hidrológica. Contenido del Plan Hidrológico de cuenca. Contenido del Plan Hidrológico Nacional. Futuro de la planificación

Tema 15. La Administración del Dominio Público Hidráulico

Principios y competencia estatal o autonómica. Los Organismos de cuenca. Las Confederaciones Hidrográficas. Las corporaciones de usuarios. Registros y catálogos de aguas. La potestad penal y sancionadora. El canon a satisfacer por los usuarios.

CLASES PRÁCTICAS

Modelo de gestión de un sistema de recursos hidráulicos. Se realiza y simula el modelo de un sistema real de recursos hidráulicos. Se deben estudiar las series de recursos, la explotación actual, su mejora, la incidencia de la implantación de caudales ecológicos y las necesidades de infraestructura para aumentar ciertas demandas.



El Paisaje en la Ingeniería [6368]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo es que el alumno comprenda el entorno desde una doble perspectiva: como soporte donde se insertan las obras de ingeniería junto con las transformaciones que lleva consigo, y como territorio cultural a ordenar con la planificación. Para ello se desarrollan

instrumentos de trabajo que permitan analizar, clasificar y valorar el paisaje, se analiza sus procesos y su historia y se revisan las especiales características de cada tipo de obra en su interacción con el paisaje.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. CONCEPTOS Y TRATAMIENTO DEL PAISAJE

Tema 1. Presentación de la materia

Tema 2. Ingeniería y Naturaleza. Actitudes y evolución

Actitudes del hombre frente a la naturaleza. Lectura diacrónica: sumisión, adaptación, conquista, respeto. Lectura sincrónica: pensadores a favor y en contra de los cambios. El sentir popular. Síntesis: actuar con la naturaleza.

Tema 3. Concepto de Paisaje

Diferenciación: ecología, geografía, cultura. Dimensión física-ecológica. Dimensión perceptiva-visual. Dimensión histórico-cultural. El paisaje como mediación vital y archivo histórico de lo actuado. País y paisaje. Modelo adoptado.

Tema 4. Visibilidad. Límites, modificadores, cuenca visual

Dinamismo y escala. Técnicas de estudio. Parámetros a determinar: cuenca visual, criterios de búsqueda, alcance visual, zonas de distancia. Modificadores: ángulo de incidencia. Propiedades: forma, excentricidad, índices. Flujos visuales.

Tema 5. Calidad y fragilidad visual. Modelos

Tipos de modelos. Modelos directos, indirectos y mixtos. Descriptores de paisaje: físicos, ecológicos, artísticos, psicológicos. Clasificación, valoración Ejemplos: análisis de preferencias, categorías estéticas. National Forest Landscape Management

Tema 6. Análisis global del paisaje. Ejemplo práctico

Historia. Cultura. Estructura: elementos y relaciones, tipología. Carácter: principios, fases de la caracterización. Cambios: naturaleza e intensidad. Ejemplo pormenorizado de

descripción.

Tema 7. Ecología del paisaje

Manchas, corredores, matriz, redes, estructura general, singularidades, dinámica. Nuevos valores ambientales. Discordancias entre cultura y ecología. Bases de una estética ecológica.

PARTE II. LA IDEA DE LUGAR

Tema 8. Lugar. Exposición general

Concepto y componentes. Obra, entorno, actividades y significados. Procesos de relación entre ellos: ajuste entorno-obra y adscripción de significados. Propiedades, evolución y riesgos

Tema 9. El lugar como experiencia territorial

Cometidos de la ordenación del paisaje. Dificultades de la consideración del lugar en inventarios y zonificación. territorio como conjunto de lugares. Funciones en el espacio: estar, transitar y actuar. Intervenciones cuidadosas y pausadas.

Tema 10. El ajuste entre la obra y el entorno

Relación de la obra con el paisaje. Ubicación, configuración espacial, articulación, bordes y límites. Sugerencias del entorno en la obra construida: Imitación, fusión, integración, contraposición. Construir en la ciudad

Tema 11. La adscripción de significados al lugar

Experiencias previas del paisaje, intenciones. Procesos. Percepción: instrumentos, movilidad, protagonismo. Reconocimiento: mirar, identificar y unificar, esquemas de agrupación. Orientación: finalidad, esquema referencial, funciones. Imagen ambiental: comprensión y socialización.

Tema 12. Propiedades y evolución de los lugares

Funcionamiento del lugar. Propiedades: pertenencia, carácter, genius loci. Estructura



espacial. Evolución: velocidad de los cambios, adaptación, rechazo. Riesgos: turismo, planificación.

PARTE III. HISTORIA EN EL PAISAJE

Tema 13. La historia en el paisaje

El enfoque histórico: corriente histórica, el proceso hasta hoy, la magia del pasado y la evocación. El paisaje como patrimonio histórico. El paisaje como palimpsesto. Información histórica y claves del Paisaje.

Tema 14. Teoría del hábitat

La percepción del ser humano como parte del ecosistema. El cazador recolector. Preferencias paisajísticas: agua y bosque. La Teoría del Hábitat. Naturalismo y John Dewey. Ver sin ser visto. Claves escenográficas: atalaya, refugio y riesgos.

Tema 15. Visión arcaica del paisaje

La visión antropológica. La interpretación primaria del medio. Deísmo y fabulación: Árbol, río, montaña y bosque. El lugar de la comunidad y la naturaleza. Sacralización del lugar y ritos.

Tema 16. Introducción al jardín y su historia

El huerto medieval y el jardín cerrado. El jardín geométrico. El jardín manierista. Racionalismos y perspectiva. El jardín ilustrado. Amenidad y entretenimiento. La revolución naturalista. El jardín romántico. Jardín Botánico. Jardines Contemporáneo.

PARTE IV. ESTÉTICA Y PERCEPCIÓN DEL PAISAJE

Tema 17. Arte en el paisaje, Land Art

Movimientos artísticos: neovanguardias, la escultura como lugar, arte conceptual, land art. Motivaciones, características. Relación con la ingeniería civil. Clasificaciones: obras conectadas con la acción, obras íntimas, obras que precisan de un proyecto. Interpretaciones: arte, ciencia y ciencia-ficción; relación con el arte primitivo; el discurso del tiempo. Autores: Christo, Richard Long, Robert Smithson, Michael Heizer, Walter de Maria.

Tema 18. Percepción, estética e interpretación del medio

La percepción sensorial del medio. La elaboración de la información perceptual. La interpretación visual e iluminación. Claves de la profundidad. Efecto de la composición. Elementos visuales básicos: color, textura, líneas, formas, escala y espacio. Composición. Uniformidad y contraste. Amenidad. Armonía.

PARTE V. PAISAJE DE LAS OBRAS DE INGENIERÍA

Tema 19. El paisaje de caminos y carreteras

La linealidad de la carretera. Movimientos de tierras y ajuste de trazado. Efectos ambientales. Estética de la linealidad. Significados de la

carretera. Funcionalidad y geometría. Integración paisajística y carácter en la carretera.

Tema 20. El paisaje de los puentes

Sentido del puente. Evolución: historia, materiales, tipologías. La conquista de grandes vanos. Aportaciones del puente al paisaje: el puente y su construcción; el puente como estado de ánimo en el paisaje; el puente como símbolo. Puentes actuales: expresividad formal y dominio tecnológico.

Tema 21. El paisaje de los ferrocarriles

La linealidad del ferrocarril. Elementos propios: estación y puentes. Efectos ambientales. Estética de la vía. Significados asociados al ferrocarril en el paisaje.

Tema 22. El paisaje de las Obras Hidráulicas

El argumento de la actuación hidráulica. El nuevo sistema y efectos ambientales. Paisaje de la presa: monumentalidad y funcionalidad. Paisaje del embalse: lámina y banda árida. Otros elementos de la presa. Adecuaciones fluviales y canales.

Tema 23. El paisaje de los puertos

Argumento de los puertos. El ámbito de la dársena. Estructura escenográfica de las actuaciones litorales. El paisaje desde el mar: El refugio.

Tema 24. El paisaje de la costa

El paisaje litoral. Procesos y dinámica del litoral: acantilado, playa. Espacios singulares: marismas y estuarios. Ecología del litoral. Escenografía del litoral. Actuaciones en el litoral.

PARTE VI. MARCO DE GESTIÓN DEL PAISAJE

Tema 25. Sistemas de gestión y protección del paisaje

La Convención de Florencia. El paisaje cultural de UNESCO. La Ley del Paisaje. Las Cartas del Paisaje. Los Catálogos de Paisajes Singulares y Sobresalientes. Otros mecanismos (evaluación de impacto ambiental, planes urbanísticos, etc.)

CLASES PRÁCTICAS

Los alumnos realizan un trabajo de investigación que exponen y se discute en clase. El trabajo pretende un contacto directo con el paisaje construido, y la familiarización con los conceptos y terminología paisajística utilizados en el diseño y la planificación.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se realiza una visita de campo a un paisaje seleccionado como aplicación de los conceptos de clase.



Métodos y Técnicas de Planificación Territorial [6135]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que los alumnos adquieran habilidades para (1) definir y valorar la sostenibilidad de las actuaciones territoriales, (2) identificar y conseguir la información territorial necesaria para la planificación, (3) realizar proyecciones de población, (4) definir los criterios de localización de las actividades en el territorio, teniendo en cuenta aspectos

económicos, sociales y ambientales, (5) identificar y valorar los impactos ambientales de las actividades de desarrollo, (6) seleccionar alternativas de localización mediante métodos multicriterio y (7) conocer y utilizar herramientas de los Sistemas de Información Geográfica para la localización de actividades en el territorio.

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. La sostenibilidad en la Planificación.

Concepto. Indicadores. Discusión de casos.

Tema 2. Las proyecciones demográficas en la Ordenación del Territorio.

Métodos básicos. Desarrollo de un caso real

Tema 3. El planteamiento de la evaluación de alternativas en la planificación.

Criterios de evaluación. Ponderación. Normalización. Ejemplos.

Tema 4. La Evaluación ambiental en la planificación.

El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La Evaluación Ambiental estratégica.

Tema 5. Contenido de los Estudios de Impacto Ambiental.

Análisis de Proyecto. Inventario ambiental. Identificación y valoración de impactos. Evaluación de alternativas. Medias preventivas, correctoras y compensatorias. Programas de Vigilancia Ambiental.

Tema 6. La valoración de impactos ambientales.

Valoración y caracterización de impactos. Ejemplos.

Tema 7. Métodos de evaluación ambiental de alternativas.

Listas de Revisión, Leopold. Transparencias. Batelle-Columbus, Método Galletta. Índices agregados de Impacto. Métodos basados en Sistemas de Información Geográfica.

Tema 8. Los Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio.

Tipos de SIG. Operaciones con los SIG. Ventajas y usos en Ordenación del Territorio

Tema 9. La herramienta ARCVIEW

Tema 10. Localización de un centro comercial en una zona seleccionada del territorio utilizando la herramienta SIG (1)

Planteamiento del caso.

Tema 11. Localización de un centro comercial en una zona seleccionada del territorio utilizando la herramienta SIG (2)

Información territorial.

Tema 12. Criterios de localización de tipo socioeconómico.

Aplicación en SIG.

Tema 13. Criterios de localización.

Restricciones ambientales. Aplicación en SIG.

Tema 14. Selección de alternativas de localización.

Tema 15. Impactos ambientales de la actividad.

Medias preventivas y correctoras.

Tema 16. Justificación de la alternativa elegida.

Tema 17. Elaboración y presentación de los mapas en SIG

CLASES PRÁCTICAS

Utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográfica para la realización de un caso práctico.



Técnicas y Transportes Urbanos [6136]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de esta asignatura es dotar al alumno con las técnicas necesarias para su ejercicio profesional en materia de planeamiento, ejecución y gestión, bien de la actividad urbanística global, bien de los transportes urbanos. En particular, actualizar los conocimientos del alumno en las siguientes

materias: (1) Situación actual de la legislación urbanística, (2) Aspectos de la ejecución del planeamiento y principales técnicas aplicables en la gestión urbanística, (3) Aspectos prácticos y racionales del proyecto de urbanización, y (4) Aspectos del transporte no motorizado y medio ambiente.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. TÉCNICAS DE GESTIÓN URBANÍSTICA Y EJECUCIÓN DEL PLANEAMIENTO

Tema 1. Marco jurídico actual del urbanismo

La situación existente tras la Sentencia del Tribunal Constitucional 61/97, de 20 de marzo. Legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas. La Ley estatal sobre régimen del suelo y valoraciones. Criterios de elección de la legislación aplicable. Interpretación de los Reglamentos.

Tema 2. La transformación urbanística y el proceso de transformación.

Del planeamiento a la ejecución del planeamiento. Aspectos conceptuales esenciales de la transformación: redistribución dominical, ejecución material de las obras de urbanización y ejecución material de las obras de edificación. El procedimiento de la transformación.

Tema 3. La gestión sistemática y asistemática del aprovechamiento.

La gestión del aprovechamiento en la ejecución sistemática del planeamiento. El aprovechamiento susceptible de apropiación. La fijación del aprovechamiento tipo en el planeamiento. Unidades de ejecución excedentarias y deficitarias de aprovechamiento. Aplicación en diversas Comunidades Autónomas.

Tema 4. Requisitos para la ejecución asistemática del planeamiento.

Debate doctrinal sobre las posibilidades de equidistribución en suelo urbano consolidado. La equidistribución asistemática en suelo urbano no consolidado y consolidado. Las transferencias de aprovechamiento urbanístico. Aplicación en diversas Comunidades Autónomas.

Tema 5. Requisitos para la ejecución del planeamiento en actuaciones sistemáticas.

Planeamiento preciso. Respeto del orden de

prioridades. Delimitación de la Unidad de ejecución. Elección del sistema de actuación. Aprobación y ejecución del Proyecto de urbanización. Los sistemas de actuación y sus técnicas.

Tema 6. La reparcelación.

Aspectos conceptuales. Procedimientos de la reparcelación. El proyecto de reparcelación. Fincas aportadas y su valoración. Parcelas resultantes. Criterios de adjudicación. Indemnización de elementos que no se puedan conservar. Cuenta de liquidación provisional. Aspectos prácticos del proyecto de reparcelación-compensación. Ejemplo.

PARTE II. EJECUCIÓN MATERIAL DEL PLANEAMIENTO: LA INTERVENCIÓN URBANÍSTICA

Tema 7. La ejecución material del planeamiento: los Proyectos de urbanización.

Del planeamiento a la intervención urbanística. Proyectos de obras municipales ordinarias. Proyectos de urbanización. Proyectos sectoriales. Criterios de cálculo y diseño de las distintas infraestructuras urbanas, con especial relevancia de las conexiones con los sistemas generales de la ciudad.

Tema 8. Análisis práctico del Proyecto de Urbanización: contenido, tramitación y aprobación.

Resumen de Normas técnicas. La ejecución de las obras de urbanización. Inspección y control. La recepción municipal de las obras. La conservación de la urbanización. Aplicación al Municipio de Madrid.

Tema 9. El viario, espacio público o espacio residual de la ordenación.

El medio ambiente urbano. Modos motorizados y no motorizados. El aparcamiento. La vía pública (referencia al PGOU Madrid 1997). Los usos vinculados al transporte. Recomendaciones para el diseño del espacio urbano.

**Tema 10. Proyecto sin plan: el estudio de incidencia ambiental.**

Planes temáticos: accesibilidad y calidad ambiental. Movilidad sostenible. Modos de transporte alternativos al automóvil privado (a pie, transporte público, bicicleta). "Accesibilidad Universal" (ancianos, niños, personas con minusvalías). "El Libro verde del Transporte Europeo", "Zonas 30", "Calmado del tráfico".

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, T. R. (2005); *Manual de Derecho Urbanístico*, El Consultor de los Ayuntamientos y de los Juzgados, Abella, Madrid.

SANTOS DIEZ, R. y CASTELAO RODRÍGUEZ, J. (2005); *Derecho Urbanístico. Manual para Juristas y Técnicos*, Abella, El Consultor de los Ayuntamientos, Madrid.

GARCÍA-BELLIDO, J., JALVO MÍNGUEZ, J. y SANTOS DIEZ, R. (1987); *Práctica de la Reparcelación. Ejemplos y modelos*, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.

SANTAMERA SÁNCHEZ, J. A. y MANCHÓN CONTRERAS, L. F (1995); *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano*, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid.

COMISIÓN EUROPEA (1992); *Libro Verde sobre el impacto del transporte en el medio ambiente. Una estrategia comunitaria para un desarrollo de los transportes respetuoso con el medio ambiente*, Propuesta legislativa COM (92) 46, febrero de 1992.

Especialidad de Hidráulica y Energética

- Carga lectiva de la especialidad: 180 horas de un total de 315 horas
- Asignaturas: 1 obligatoria y 3 optativas a elegir entre 6 (todas semestrales)

Presas I [6464]

6º curso, obligatoria de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de esta asignatura es el de dotar al alumno de una especialización en lo que se refiere a concebir, estudiar la viabilidad,

anteproyectar, redactar el proyecto de construcción, dirigir la construcción, gestionar, conservar, explotar y reparar presas.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. TIPOLOGÍA DE PRESAS

Tema 1. Evolución histórica de la tipología de presas

Presas antiguas. El siglo XIX. Primera mitad del siglo XX. Segunda mitad del siglo XX. Estado actual y tendencias.

PARTE II. PRESAS DE GRAVEDAD

Tema 2. Estabilidad y dimensionamiento

Solicitaciones. Resguardos. Drenaje. Subpresión. Resistencia: rozamiento y cohesión. Estabilidad al deslizamiento. Cálculo y limitación de tensiones. Situaciones de

cálculo. Coeficientes de seguridad. Elementos de la sección transversal. La forma triangular. Influencia de los taludes en el comportamiento de la presa. Pendiente del cimientado. Vértice superior. Presas con talud quebrado.

Tema 3. Presas de hormigón vibrado

Galerías. Juntas transversales y longitudinales. Hormigón vibrado para presas. Proceso constructivo. Juntas de construcción: tratamiento. Sistema de drenaje. Cimentado: definición geométrica y tratamientos de consolidación e impermeabilización.

Tema 4. Presas de hormigón compactado

Fundamento. El hormigón para compactar. Juntas encofradas y formadas a posteriori.



Relación pasta/mortero. Factor de maduración. Proceso constructivo. Peculiaridades de la sección tipo. Casos.

Tema 5. Presas de contrafuertes

Fundamento del aligeramiento. Formas del contrafuerte. Tipología de contrafuertes. Isostáticas. Juntas longitudinales. Cálculo de presas de contrafuertes.

PARTE III. PRESAS ARCO

Tema 7. Tipología, geometría y funcionamiento estructural de la presa arco

Presas arco de simple y doble curvatura. Presa arco grueso. El método de cálculo de las cargas de prueba. Cálculo por el método de los elementos finitos. Esfuerzos. Tensiones. El efecto viga. Formas de la presa arco. Definición geométrica. Diseño de presas arco. Construcción. Inyección de juntas. Casos.

Tema 8. Situaciones de cálculo de la presa arco

Efecto de la variación de temperatura en las presas arco. Determinación de las variaciones de temperatura en el interior de la presa. Situaciones de cálculo: normales, accidentales y extremas. Coeficientes de seguridad.

PARTE IV. PRESAS DE MATERIALES SUELTOS

Tema 9. Presas homogéneas y de núcleo diferenciado

Presas homogéneas: Sección tipo, efecto de la presión intersticial, drenes de base, chimenea y horizontales. Presas de núcleo diferenciado: Sección tipo, filtros, drenes, núcleos verticales e inclinados, agrietamiento de núcleos. Materiales. Ensayos. Construcción.

Tema 10. Presas de pantalla

Presas de pantalla de hormigón. Presas de

pantalla asfáltica. Presas de núcleo asfáltico. Materiales. Ensayos. Construcción

Tema 11. Cálculo de la estabilidad

Filtración en presas de materiales sueltos y su influencia en el comportamiento de la presa. Situaciones de cálculo: embalse lleno, desembalse rápido y durante la construcción. Coeficientes de seguridad. Cálculo de presiones intersticiales. Métodos de equilibrio límite para cálculo de la estabilidad y grado de adecuación al cálculo de presas. Dimensionamiento de taludes. Modelación matemática del comportamiento tenso-deformacional.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Viaje de 5 días completos con visitas guiadas a diversas presas y obras anejas. Este viaje es conjunto con la asignatura de Presas II.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

ÁLVAREZ, A. (1981); *Apuntes de proyecto y construcción de presas*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

VALLARINO, E. (2006); *Tratado básico de presas*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

CNEG (2003); *Guías técnicas de seguridad de presas*, Comité Español de Grandes Presas y Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

USBR (1987); *Design of Small Dams*, U.S. Bureau of Reclamation, Denver.

Presas II [6465]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de esta asignatura es procurar una alta especialización del alumno en lo que se refiere a determinados aspectos de la ingeniería

de presas, así como incidir en temas de explotación, seguridad y adecuación medioambiental de estas obras..

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Aliviaderos

Partes de un aliviadero. Tipología. Embocadura de vertido frontal. Canal de descarga en lámina libre. Obras de restitución del agua al río: trampolín de lanzamiento; cuenco de resalto hidráulico; trampolín sumergido; cuencos de

colchón. Aliviaderos de vertido lateral. Aliviaderos en túnel. Aliviaderos en pozo. Aliviaderos escalonados. Aliviaderos no convencionales. Adaptación entre aliviadero y cuerpo de presa. Modelos reducidos.

Tema 2. Desagües y tomas

Caracterización general. Funciones. Cota de



entrada. Capacidad de desagüe. Elementos de un desagüe de fondo y de una toma. Operación. Rejillas. Embocadura. Conducto. Obras de restitución del agua al cauce. Tipología de dispositivos de cierre: válvulas y compuertas. Aireación: cálculo y dispositivos de aireación.

Tema 3. El desvío del río

Determinación de la capacidad del desvío. Planteamiento del desvío por fases. Elementos del desvío: ataguía; contraataguía; túnel, canal o galería. Cierre vertical y cierre horizontal del río. Secuencia de trabajo. Creación de recintos. Criterios de elección del tipo de desvío.

Tema 4. Cálculo de presas por el método de los elementos finitos

Planteamiento del método de los elementos finitos. Discretización y mallado. Tipos de elementos. Funciones de forma. Matriz de rigidez. Determinación y resolución del sistema de ecuaciones. Particularidades de la aplicación del método al cálculo de presas. Proceso de cálculo de una presa por elementos finitos.

Tema 5. El cimiento

Comportamiento y caracterización del cimiento. Efecto del cimiento sobre el comportamiento de la presa. Estudios del terreno. Excavación y tratamientos superficiales. Drenaje e impermeabilización. Refuerzo del cimiento.

Tema 7. Recrecimientos y refuerzos

Problemática de los recrecimientos. Recrecimiento de presas de gravedad: afectando al paramento de aguas arriba; afectando al paramento de aguas abajo; recrecimiento discontinuo. Recrecimiento de presas de contrafuertes. Recrecimiento de presas arco de simple o doble curvatura. Recrecimiento de presas de materiales sueltos. Recrecimiento de aliviaderos. Refuerzo de

presas.

Tema 8. Seguridad de presas

Accidentes y roturas. Patología de presas. Envejecimiento. Reacción árido-álcali. Otras causas de deterioro. Auscultación: Objetivos; fases de diseño y explotación; instrumentación y magnitudes a controlar según el tipo de presa y cimiento; ubicación de la instrumentación; frecuencia de las medidas; automatización. Gestión de la seguridad.

Tema 9. Las presas y el medio ambiente

Tipología de impactos. Efectos sobre el medio físico y socioeconómico. Evaluación de impactos. Medidas preventivas y correctoras del impacto ambiental. Gestión medioambiental de la presa y su entorno.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Viaje de 5 días completos con visitas guiadas a diversas presas y obras anejas. Este viaje es conjunto con la asignatura de Presas I.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

ÁLVAREZ, A. (1981); *Apuntes de proyecto y construcción de presas*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

VALLARINO, E. (2006); *Tratado básico de presas*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

CNEG (2003); *Guías técnicas de seguridad de presas*, Comité Español de Grandes Presas y Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

USBR (1987); *Design of Small Dams*, U.S. Bureau of Reclamation, Denver.

Ingeniería Civil de Centrales [6456]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Esta asignatura se enfoca como la culminación de la formación especializada del alumno en materia de Ingeniería Energética. El objetivo docente es facilitar a los alumnos los conocimientos básicos necesarios para la redacción del proyecto y el proceso de construcción de los elementos de ingeniería civil en una Central Térmica de producción de energía eléctrica, en los dos casos de utilización de combustibles fósiles o nucleares. En particular se pretende dotar al alumno de la

capacidad suficiente para desarrollar totalmente las competencias en lo que se refiere a (1) conocer los recursos energéticos, sus características, distribución, explotación y mercado, (2) conocer la geometría de los dos sistemas fundamentales de la central: el sistema de combustible y el de agua de refrigeración, (3) adquirir criterios para distribuir los elementos de la central en el área de emplazamiento, (4) conocer los imperativos constructivos que deberán ser respetados en el proyecto, tanto en



el caso del conjunto como en el de los distintos elementos, (5) familiarizarse con la morfología y la tipología de la obra civil: cimentaciones, estructuras, cerramientos, interiores y acabados, (6) dimensionar y verificar el pedestal del turbogenerador hasta potencias medianas, (7) informarse sobre los procedimientos y técnicas de construcción de los elementos peculiares, (8) conocer otras consideraciones

generales para el proyecto: políticas, económicas y ambientales, (9) conocer los criterios de selección del emplazamiento de centrales térmicas nucleares y convencionales, (10) conocer los criterios de seguridad que condicionan el diseño de las centrales nucleares y (11) conocer las técnicas para el desmantelamiento de Centrales Nucleares.

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. ESTUDIO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Tema 1. La energía.

Unidades de medida. RDL 1296/1986 completado con RDL 1317/1989. Energía. Sectoriales. Poder calorífico: Superior. Inferior. Carbón. Petróleo. Gas. Energía eléctrica. Producción de energía. Definición. Cuantificación de la energía: Recursos. Clasificación. Reservas. Tipos: Posibles, probables y probadas. Ratios R/P. Conversión energética: Coste energético de conversión. Rendimiento de conversión. Almacenamiento de energía: Objetivos. Transporte de energía. Análisis del consumo energético: Energía primaria. Energía secundaria. El mercado energético mundial

Tema 2. Equipamiento termoeléctrico español.

Evolución de la energía secundaria en España. Estadísticas energéticas. Consumo de energía en España. Energía primaria. Energía secundaria. Análisis de la producción de energía eléctrica en España. Autoproducción. Potencia Instalada. Inversión. Dependencia pluviométrica. Desarrollo de la conversión eléctrica. Ley del sector eléctrico 54/97. Fundamentos. Organismos. Ley 34/98 del sector de hidrocarburos. Régimen especial. Resultados. Planificación energética en España para el 2002 -2011.

PARTE II. DISEÑO DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

Tema 3. Bases de diseño de una central termoeléctrica.

Introducción: Decisión económico – política. Rentabilidad. Consideraciones en la Rentabilidad de la Inversión: Factores determinantes. Escenarios. Presupuestos y costes financieros. Dimensionamiento de la central: Mano de obra. Potencia. Autoproducción. Selección de combustible: Coste. Acceso. Residuos. Medioambiente. Selección del emplazamiento. Incidencia de la planta en el medioambiente: Presencia física. Efluentes de la central. Riesgo debido a accidentes. Aprovisionamiento de la central. Combustible. Agua de refrigeración.

Evacuación de los efluentes: Residuos Sólidos y Gaseosos. Caudal de agua de refrigeración. Conclusiones.

Tema 4. Emplazamiento de centrales.

Generalidades. Características de los emplazamientos de las centrales nucleares. Permiso de instalación: Normativa. Áreas de población. Clasificación de accidentes. Escala internacional de sucesos nucleares. Evaluación de accidentes potenciales. Criterios de aceptabilidad: Población. Sismicidad. Estudios meteorológicos e hidrológicos. Condiciones de cimentación. Suministro de combustible. Centrales Convencionales.

Tema 5. Sistemas fundamentales: agua de refrigeración, combustibles y productos de la combustión.

Sistema de refrigeración de una central térmica. Generalidades. Sistemas de refrigeración. Modalidades. Torres de refrigeración. Procedimientos de refrigeración. Objetivo del proyecto de un sistema de refrigeración. Tipos de bombas. Refrigeración directa: Factores a considerar. Construcción. Torres de refrigeración en circuito cerrado. Sistemas de refrigeración mixto. Circulación de combustibles y cenizas. Introducción. Combustibles sólidos. Parque de carbones: Autocombustión. Normas de apilamiento. Transporte. Combustibles fluidos: Almacenamiento. Sistemas implicados. Mantenimiento. Instalación de escorias y cenizas: Trituradores de escorias. Transportador de banda sumergida. Tratamiento de cenizas. Evacuación final de los residuos.

Tema 6. Disposición de la central:

Centrales convencionales. Introducción: Objetivos. Anteproyecto. Tipos de centrales. Clasificación. Disposición básica de la central. Disposición de los elementos. Objetivos del proyecto. Disposición del grupo turbo-generador. Disposición del control de la central. Tuberías de alta presión. Disposición del edificio de la caldera. Disposición del edificio de turbinas. Cuadro auxiliar. Puente Grúa. Oficinas y servicios. Volumen construido.

**Tema 7. Disposición de la central: Centrales nucleares**

Tipos de centrales: Clasificación. Moderador-refrigerante. Potencia. Refrigeración. Edificios de la central nuclear: Sala de turbinas, Sistema de combustible, Edificio del reactor, Edificio del combustible y auxiliar, Disposición de la central, Situación de los edificios. Edificio del reactor: Arquitectura, Objetivos, Contenidos. Vasija del reactor: Funciones, Arquitectura, Cierre, PWR, BWR, Barras moderadoras. Sistemas de seguridad de emergencia: Objetivo, BWR. Edificio de contención. Pozo seco. Arquitectura. Funciones. Cámara de suspensión. Orificios de venteo y pared del rebosadero. Piscina de amortiguación. PWR. Sistemas. Piscina superior. Ubicación. Objetivo. Comportamientos. Sistema de combustible. Edificio de combustible. Sistema de generador de vapor. Edificio auxiliar.

Tema 8. Cimentaciones

Objetivo. Investigación del suelo. Informe geotécnico. Relación entre la cimentación y la disposición. Asiento diferencial. Bases aisladas de pilares. Zapatas emparrilladas. Cimientos flotantes. Cimientos celulares. Cimentación por

pilotes. Ensayo de pilotes. Cimientos superficiales para cierres. Cimentación del edificio de calderas. Cimentación de la casa de máquinas. Canales de cenizas y pozos de cenizas. Pozos de descarga de carbones. Chimenea. Investigación del suelo. Pozos. Sondas. Sondeos a percusión y brocas. Ensayos de penetración y cohesión. Ensayo de aspás

Tema 9. Pedestal del grupo turbogenerador

Métodos de cálculo de la cimentación del turboalternador.

Tema 11 Superestructuras.**Tema 12 Criterios de seguridad nuclear.****Tema 13 Edificio de contención.****Tema 14 Evacuación de residuos radioactivos.****Tema 15 Desmantelamiento de Centrales Nucleares.****VIAJE DE PRÁCTICAS**

Se visitará, una central termoeléctrica convencional y una nuclear, examinando las líneas generales de su proyecto.

Instalaciones Eléctricas [6437]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende profundizar en la capacidad del alumno para: (1) describir la configuración y componentes principales de las líneas eléctricas; (2) comprender el funcionamiento de las líneas en régimen permanente, los procedimientos principales de regulación de tensión y los efectos del campo electromagnético de las líneas; (3) realizar el dimensionamiento y comprobación de las líneas de una instalación de distribución; (4) realizar el cálculo eléctrico y mecánico de los conductores de una línea, aplicando el Reglamento correspondiente; (5) calcular las corrientes de cortocircuito en una instalación de distribución; (6) conocer los sistemas auxiliares de alimentación de energía eléctrica y los

accionamientos a velocidad variable; (7) definir un sistema de protecciones adecuado para una instalación de distribución, con los ajustes correspondientes; (8) comprender los aspectos esenciales de la protección frente a sobretensiones en instalaciones de distribución; (9) comprender el funcionamiento de las instalaciones de puesta a tierra y realizar su dimensionado; (10) comprender los procedimientos de protección frente a contactos en una instalación de distribución; (11) comprender el funcionamiento de los sistemas lógicos y conocer las características esenciales de los autómatas programables; (12) conocer la configuración general y elementos esenciales de un centro de transformación.

Programa**CLASES TEÓRICAS****Tema 1. Líneas eléctricas**

Tipos de líneas y conductores eléctricos. Líneas aéreas: consideraciones generales; elementos utilizados en las líneas aéreas. Reglamento

LAAT. Líneas subterráneas: cables aislados; tipos de instalación. Norma NTE-IER "Red Exterior".

Tema 2. Estudio del régimen permanente

Parámetros de las líneas. Circuito equivalente.



Línea corta. Regulación de la tensión. Efectos del campo electromagnético de las líneas.

Tema 3. Cálculos eléctricos de las líneas

Densidad de corriente en los conductores; intensidad admisible en régimen permanente; intensidad admisible de corta duración. Caídas de tensión: consideraciones generales; cálculo de una instalación industrial; cálculo de distribuidores. Tipos de solicitaciones dieléctricas. Sobretensiones atmosféricas. Nivel de aislamiento. Distancias de seguridad. Resistencia de difusión de las puestas a tierra.

Tema 4. Cálculo mecánico de las líneas aéreas

Estudio mecánico del hilo tendido. Tensiones, flecha y longitud de arco de catenaria. Líneas con vanos especiales. Vano de regulación. Acciones a considerar en el cálculo de líneas. Ecuación del cambio de condiciones de un hilo tendido. Abacos de Blondel. Aplicación del Reglamento. Tensión de cada día. Tablas de tendido. Trazado y replanteo de las líneas eléctricas. Distribución de apoyos.

Tema 5. Cálculo de corrientes de cortocircuito

Sistema de valores por unidad (p.u.). Potencia de cortocircuito. Análisis del cortocircuito trifásico. Valores característicos de la corriente de cortocircuito. Efectos de las corrientes de cortocircuito: esfuerzos electrodinámicos; efectos térmicos. Análisis de fallos asimétricos.

Tema 6. Protecciones

Protección frente a sobreintensidades. Aparatos de corte: características, tipos, selectividad. Protección frente a sobrecargas. Protección frente a cortocircuitos. Selección de los dispositivos de protección. Protección frente a sobretensiones: protección exterior, protección interior.

Tema 7. Instalaciones de puesta a tierra

Conceptos básicos. Parámetros de una instalación de puesta a tierra. Tipos de puesta a tierra. Esquemas de distribución. Estimación de la resistencia de una puesta a tierra. Criterios de dimensionamiento de las instalaciones de puesta a tierra. Separación entre las distintas tomas de tierra. Fenómenos de corrosión. Medidas en instalaciones de puesta a tierra.

Tema 8. Protección frente a contactos

Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica. Criterios de seguridad. Contactos directos e indirectos. Protección frente a contactos directos. Protección frente a contactos indirectos por corte automático de la alimentación: esquemas TT, TN e IT. Protección frente a contactos indirectos sin corte automático de la alimentación.

Tema 9. Automatismos

Sistemas lógicos. Automatas programables.

Tema 10. Centros de transformación

Clasificación. Disposición general. Tipos de celdas. Aparataje y equipos. Dimensionamiento. Reglamento: instrucciones MIE-RAT.

CLASES PRÁCTICAS

- 1. Accionamientos.** Alimentaciones de emergencia
- 2. Líneas eléctricas.** Cálculo eléctrico y cálculo mecánico
- 3. Protección frente a sobreintensidades.** Protección frente a contactos indirectos

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

FRAILE, J.J., HERRERO, N., SÁNCHEZ, J.A., WILHELMI, J.R. (2004); *Líneas e Instalaciones Eléctricas*, Servicio de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SEIP, G.G. (1989); *Instalaciones eléctricas*, 3 volúmenes, Siemens.

RAS, E. (1975); *Teoría de líneas eléctricas*, Marcombo.

MAYOL I BADIA, A. (1987); *Automatas programables*, Marcombo.

ASSOCIATION GÉNÉRALE DES HYGIÉNISTES ET TECHNICIENS MUNICIPAUX (1991); *Les stations de pompage d'eau*, Lavoisier-Tec&Doc.



Investigación, Explotación y Gestión de las Aguas

Subterráneas [6419]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

La asignatura profundiza en el conocimiento de los recursos hidráulicos subterráneos. Su objetivo es proporcionar una visión global de las cuestiones tanto teóricas como de índole práctica relacionadas con este tipo de recurso, haciendo hincapié en el estudio del flujo, por ser el aspecto que más frecuentemente aparece en la práctica ingenieril. El alumno deberá alcanzar

unos conocimientos teórico-prácticos suficientes para abordar cualquier problema que, directa o indirectamente, tenga relación con las aguas subterráneas; en sentido más amplio: evaluación de recursos y abastecimientos, problemas de drenaje, problemas de contaminación, etc..

Programa

CLASES TEÓRICAS

Tema 1. Aguas subterráneas y acuíferos. Las aguas subterráneas y el ciclo hidrológico

Conceptos básicos. Distribución del agua en un perfil vertical del terreno. Clasificación de acuíferos. Funcionamiento hidrodinámico. Formas de gestión. Recursos y reservas. El ciclo hidrológico y las aguas subterráneas. Recarga natural.

Tema 2. Flujo en medios porosos. Redes de flujo y superficies piezométricas

Concepto de potencial. La ley de Darcy. Parámetros hidrogeológicos. Anisotropía y heterogeneidad. Dibujo de una red de flujo. Cálculo de caudales y subpresiones. Mapas de isopiezas. Las aguas subterráneas en las obras públicas

Tema 3. Hidráulica de captaciones

Régimen permanente (Thiem, Jacob, De Glee). Régimen variable (Método de Theis, Corrección de Dupuit, Método de Jacob). Método de Hantush. Campos de pozos. Acuíferos y pozos reales. Captaciones horizontales. Práctica en la realización de ensayos de bombeo. Técnicas de construcción de pozos

Tema 4. Geología y aguas subterráneas

Hidrogeología de terrenos cristalinos, metamórficos y volcánicos. Hidrogeología de terrenos sedimentarios no consolidados y consolidados. El karst. El agua subterránea y los procesos geológicos.

Tema 5. Relaciones aguas superficiales-subterráneas

Relaciones río-acuífero. Manantiales. Modelos analíticos de funcionamiento. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas. Desarrollo sostenible y aguas subterráneas.

Tema 6. Hidrogeoquímica. Calidad y contaminación de las aguas subterráneas

El ciclo hidrogeoquímico. Leyes y factores que regulan el contenido químico de las aguas subterráneas. Isótopos. Origen y formas de contaminación. Comportamiento de los acuíferos y contaminantes. El transporte de masa de contaminantes. Perímetros de protección. Mapas de vulnerabilidad. Acuíferos costeros.

Tema 7. Modelos matemáticos de simulación de acuíferos

Tipos de problemas a resolver. Condiciones iniciales y de contorno. Deducción de las ecuaciones discretizadas por el método de diferencias finitas: el MODFLOW. Calibración.

Tema 8. Métodos de estudio, evaluación y explotación de acuíferos

Tipos de estudio. Inventarios de puntos de agua. Métodos geológicos, geofísicos, etc. Contenido de un estudio hidrogeológico. Análisis de costes del agua subterránea. Aspectos legales de las aguas subterráneas.

Tema 9. Las aguas subterráneas en España

Recursos. Reservas. Uso del agua subterránea. Descripción de masas de agua por cuencas hidrográficas. Balances. Funcionamiento hidrogeológico. Calidad.

VIAJE DE PRÁCTICAS

Se realizarán dos viajes de prácticas en los que se visitarán en campo diversos tipos de acuíferos y sistemas de explotación de agua subterránea, maquinaria, ensayos de bombeo, etc.

**BIBLIOGRAFÍA** (5 referencias principales)**CUSTODIO, E. Y LLAMAS, M.R. (1976);***Hidrogeología Subterránea*, Omega (reedición 1983), Barcelona.**DOMÉNICO, P.A. AND SCHWARTZ, F.W.****(1990);** *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley and Sons, New York.**FREEZE, A.R. AND CHERRY, J.A. (1979);***Groundwater*, Prentice-Hall, Int. Inglowood Cliffs. New York.**MARTÍNEZ ALFARO, P.; MARTÍNEZ, P. Y****CASTAÑO, S. (2006);** *Fundamentos de Hidrogeología*, Mundi Prensa.**SANZ, E. (2004);** *Hidráulica subterránea**aplicada*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.**Aprovechamientos Hidroeléctricos** [6435]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de esta asignatura es especializar al alumno en la planificación, proyecto, construcción, explotación y mantenimiento de centrales hidroeléctricas, desarrollando sus competencias en lo que se refiere a: (1) concebir, estudiar la viabilidad y anteproyectar aprovechamientos hidroeléctricos, (2) planificar,

promover y gestionar los correspondientes proyectos, (3) redactar el proyecto de construcción centrales hidroeléctricas, (4) dirigir la construcción de las mismas, y (5) gestionar, conservar, explotar y reparar los aprovechamientos hidroeléctricos.

Programa**CLASES TEÓRICAS****PARTE I. PLANTEAMIENTOS GENERALES****Tema 1. Conceptos básicos.**

Potencial bruto. Saltos de pie de presa. Saltos en derivación o fluyentes. Salto con presa y conducción en presión. Potencia y energía efectivas. Problemas derivados de la variabilidad de caudales. Componentes de un aprovechamiento hidroeléctrico. La energía hidroeléctrica y el medio ambiente. Mercado eléctrico. Tendencia actual. Valoración de los proyectos hidroeléctricos.

Tema 2. Dimensionamiento de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Proceso de definición de un proyecto hidroeléctrico. Criterios de evaluación. Criterios de dimensionamiento. Centrales fluyentes. Centrales con regulación. Capacidad de embalse. Potencia instalada. Centrales con embalse de uso múltiple. Optimización de la conducción. Conducción en lámina libre. Conducciones en presión. Captaciones. Evaluación de proyectos. Influencia del mercado. Estudio financiero.

PARTE II. OBRAS DE TOMA Y CONDUCCIÓN**Tema 3. Tomas.**

Tipología. Ubicación. Embocadura. Desarenadores. Rejas. Limpiarrejas. Transición. Sección de compuertas. Pérdida de

carga. Sumergencia.

Tema 4. Canales y túneles en presión

Canal exterior. Canal en túnel. Acueductos y sifones. Revestimiento. Introducción. Consideraciones sobre la inclinación del revestimiento. Espesor. Juntas. Drenaje. Sección tipo. Cámara de carga. Procedimientos de excavación. Explosivos. Trazado en planta. Trazado en perfil. Sección tipo. Sostenimiento provisional. Revestimiento. Espesor. Túneles sin revestimiento.

Tema 5. Chimeneas de equilibrio y golpe de ariete.

Finalidad. Funcionamiento. Cierre. Apertura. Consideraciones sobre el dimensionamiento. Tipos de maniobra. Chimenea simple. Chimenea con cámaras. Chimenea con estrangulamiento. Chimenea diferencial. Cámaras de aire comprimido. Chimeneas en la descarga. Cálculo analítico. Cálculo numérico. Estrangulamiento óptimo. Ecuaciones generales del golpe de ariete. Ecuaciones simplificadas. Cierre rápido. Cierre lento. Apertura lenta. Método de las características. Válvula en la descarga y válvulas intermedias. Transitorios ocasionados por las turbinas.

Tema 6. Tuberías en presión

Materiales. Criterios de dimensionamiento. Trazado. Apoyos. Macizos de anclaje. Piezas especiales. Codos. Bifurcaciones. Control de calidad. Protección anticorrosiva.

**PARTE III. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS****Tema 7. Dimensionamiento y selección de turbinas**

Análisis energético. Velocidad específica. Velocidad síncrona. Velocidad de embalamiento. Cavitación. Tipos de turbinas. Turbinas Pelton. Turbinas Francis. Turbinas Kaplan. Turbinas bulbo. Turbinas Deriaz. Selección del tipo de turbina. Disposición. Dimensionamiento de las turbinas. Comparación de turbinas.

Tema 8. Alternadores, equipos y sistemas auxiliares

Componentes principales. Rotor. Estator. Eje. Cojinetes. Crucetas. Frenos. Refrigeración. Sistema de excitación. Montaje. Válvulas de protección. Ataguía en la descarga. Equipo de elevación. Sistema de agua de refrigeración. Sistema de drenaje. Sistema de aire comprimido.

Tema 9. Centrales.

Tipología. Número de grupos. Centrales exteriores. Centrales de pie de presa. Centrales separadas de la presa. Centrales subterráneas. Centrales en pozo. Centrales reversibles. Configuración general de un esquema reversible. Minicentrales. Minicentrales de

nueva planta. Rehabilitación o ampliación de aprovechamientos existentes. Aprovechamiento de infraestructuras existentes

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

GRANADOS, A. et al., (2000); *Problemas de Obras Hidráulicas*; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

MARTIN CARRASCO, F.J. y GARROTE, L., (2005); *Diseño y Optimización de Obras Hidráulicas*; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

CUESTA, L., VALLARINO, E. (2000); *Aprovechamientos Hidroeléctricos, 2 volúmenes*; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Madrid.

Ingeniería Nuclear [6455]

6º curso, optativa de especialidad, semestral, 3 h/semana, 45 h/año, 4,5 créditos.

Objetivos docentes

El objetivo de la asignatura es especializar al alumno en el aprovechamiento de la energía nuclear en la solución de los problemas anteriores y posteriores que se derivan de su operación. Se profundiza en el conocimiento de las características de las centrales nucleares,

tanto en su diseño como en su construcción, así como las obras de ingeniería relacionadas con el ciclo del combustible nuclear: fabricación del combustible nuclear, transporte, residuos radiactivos y desmantelamiento de centrales nucleares, etc.

Programa**CLASES TEÓRICAS****PARTE I. FÍSICA NUCLEAR****Tema 1. Conceptos básicos**

Introducción. Modelo clásico. Relatividad. Teoría cuántica.

Tema 2. Estructura de la materia

Átomos. Sistemas atómicos. Núcleo atómico. Modelo nuclear.

Tema 3. Radiaciones ionizantes

Rayos X. electrones. Iones positivos. Teoría de la desintegración radiactiva. Partículas alfa.

Partículas beta. Radiación gamma. Neutrones. Partículas fundamentales.

Tema 4. Interacción de la radiación con la materia

Interacción de partículas cargadas con la materia. Interacción de la radiación con la materia. Atenuación, dispersión y absorción de fotones. Interacción de neutrones con la materia.

Tema 5. Dosis y Exposición

Generalidades sobre magnitudes radiológicas. Dosimetría. Radio protección. Cálculo de dosis. Límite de dosis. Efectos de la radiación.



PARTE II. TEORÍA DE REACTORES

Tema 6. Fundamentos de las Centrales Nucleares

Centrales nucleares. Reactor crítico y mantenimiento de la criticidad. Control del flujo de neutrones. Refrigeración del reactor.

Tema 7. Física del núcleo

Reactividad. Neutrones de fisión. Fracción efectiva de neutrones retardados. Ecuación exponencial de potencia. Ecuación de la velocidad de arranque. Transitorios del flujo neutrónico.

Tema 8. Dinámica de reactores

Pérdidas de neutrones en el ciclo de fisión. Fórmula de los seis factores. Elementos del control de reactores. Operaciones de control. Venenos incontrolados. Reserva reactiva. Neutrones diferidos. Multiplicación subcrítica.

Tema 9. Termohidráulica

Visión global. Fundamentos de transferencia de calos. Factor relativo de generación de potencia. Factores que afectan a la distribución de potencia.

PARTE III. CENTRALES NUCLEARES

Tema 10. Sistema de refrigeración del reactor

Descripción general. Vasija del reactor. Diseño de la vasija a la irradiación de neutrones. bomba de refrigeración del reactor. Generador de vapor. Tuberías del sistema..

Tema 11. Estructura interna del reactor

Estructura interna del reactor. Conjunto de estructuras del soporte inferior. Conjunto de estructuras del soporte superior. Estructuras del soporte de la instrumentación. Elemento combustible (pastillas de combustible, varillas de combustible).

Tema 12. Tipos de reactores Nucleares.

Reactor BWR, Reactor PWR, Reactores avanzados, reactores rápidos, reactores de alta temperatura.

13. Ciclo del combustible nuclear

El Uranio. Mercado del uranio. Proceso de extracción. Proceso de concentración. Proceso de conversión. Proceso de enriquecimiento. Otros procesos de enriquecimiento. Fabricación del combustible.

PARTE IV. ORIGEN Y GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

Tema 14. Residuos radiactivos

Origen y naturaleza de residuos radiactivos. Clasificación de residuos radiactivos. Residuos en el ciclo de producción de energía nuclear. Producción de residuos en España.

Tema 15. Gestión de residuos radiactivos

Fases de la gestión. Segregación y recepción. Almacenamiento previo. Tratamiento. Solidificación. Envasado. Almacenamiento temporal. Almacenamiento definitivo. Transporte de residuos.

Tema 16. Almacenamiento de residuos de baja y media actividad

Residuos radiactivos de baja y media actividad. Acondicionamiento de los residuos de baja y media. Sistemas de almacenamiento. Almacenamiento de residuos de baja y media actividad. El Cabril

Tema 17. Almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad

Residuos de alta actividad. Opciones de gestión. Almacenamiento geológico profundo principios generales. Funcionamiento a largo plazo de un almacenamiento geológico profundo. Situación internacional del almacenamiento geológico profundo. Evaluación de la seguridad de un almacenamiento geológico profundo.

PARTE V. DESMANTELAMIENTO Y CLAUSURA DE INSTALACIONES NUCLEARES Y RADIATIVAS

Tema 18. Desmantelamiento y clausura

Conceptos básicos Niveles de clausura. Proyecto de desmantelamiento.

Tema 19. Desmantelamiento y clausura de instalaciones en España

Desmantelamiento y clausura en la minería del Uranio. Desmantelamiento y clausura de la FUA. Desmantelamiento y clausura de Centrales Nucleares: Vandellós I

PARTE VI. FUSIÓN NUCLEAR

Tema 20: Fusión Nuclear. Proyecto ITER

Fusión nuclear. Fusión por confinamiento magnético. Fusión por confinamiento inercial. Proyecto ITER.