



Matemática Discreta II

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Matemática Discreta II
Materia	Matemáticas
Departamento responsable	Matemática Aplicada
Créditos ECTS	3
Carácter	Obligatoria
Titulación	Grado de Ingeniería Informática por la Universidad Politécnica de Madrid
Curso	Segundo
Especialidad	No aplica

Curso académico	2010-2011
Semestre en que se imparte	Ambos (septiembre a enero y febrero a junio)
Semestre principal	Tercero (septiembre a enero)
Idioma en que se imparte	Español
Página Web	http://www.dma.fi.upm.es/docencia/grado/2010-2011/matdiscreta2/home.html



2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Gregorio Hernández Peñalver (Coord.)	1306	gregorio@fi.upm.es
Gloria Sánchez Torrubia	1317	gsanchez@fi.upm.es
Victoria Zarzosa Rodríguez	1313	vzarzosa@fi.upm.es
Nieves Castro González	1318	nieves@fi.upm.es

3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Otros resultados de aprendizaje necesarios	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CE-1	Conocer profundamente los cimientos esenciales y fundacionales de la informática, abarcando tanto conceptos y teorías abstractos como los valores y los principios profesionales, subrayando los aspectos esenciales de la disciplina que permanecen inalterables ante el cambio tecnológico.	3
CE-3	Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes.	3
CE-4	Capacidad para describir una solución de forma abstracta.	3
CE-6	Comprender intelectualmente el papel central que tienen los algoritmos y las estructuras de datos, así como una apreciación del mismo.	3
CE-53	Capacidad de trabajar de forma efectiva como individuo y como miembro de un equipo.	3
CE-54	Capacidad de organizar su propio trabajo de forma independiente.	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento
Nivel de adquisición 2: Comprensión
Nivel de adquisición 3: Aplicación
Nivel de adquisición 4: Análisis y Síntesis



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Conocer, comprender y aplicar los conceptos, técnicas y algoritmos básicos de la teoría de grafos. Conocer y saber aplicar las técnicas de las funciones generatrices.	CE-1, CE-4, CE-6 CE-53 CE-54	3
RA2	Modelizar matemáticamente, con herramientas de teoría de grafos y funciones generatrices, problemas reales y aplicar diferentes técnicas y software matemático para resolverlos.	CE-3 CE-4 CE-53 CE-54	3



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Reconocer los elementos característicos de un grafo	RA1
I2	Deducir propiedades de un grafo a partir de su matriz de adyacencia	RA1
I3	Distinguir si dos grafos son isomorfos	RA1
I4	Interpretar la conectividad en términos de tolerancia a fallos y de caminos disjuntos	RA1
I5	Reconocer si un grafo es un árbol	RA1
I6	Describir las propiedades de los árboles	RA1
I7	Hallar el código de Prüfer de un árbol etiquetado	RA1
I8	Construir el árbol correspondiente a un código dado	RA1
I9	Resolver problemas de decisión utilizando árboles con raíz	RA2
I10	Describir los diferentes procesos de exploración de un grafo en términos de árboles	RA2
I11	Aplicar los algoritmos de Prim y Kruskal para construir el árbol generador de peso mínimo de un grafo ponderado	RA2
I12	Describir algunos criterios de optimización de árboles	RA2
I13	Reconocer si un grafo es orientable	RA1
I14	Aplicar la búsqueda en profundidad para orientar un grafo	RA1
I15	Definir distancia entre vértices y caminos de longitud mínima en un grafo ponderado	RA1
I16	Aplicar el algoritmo de Dijkstra para calcular caminos de longitud mínima en grafos ponderados	RA1
I17	Aplicar los algoritmos de Bellman-Ford y Floyd para calcular distancias en grafos ponderados	RA1
I18	Calcular el centro y diámetro de un grafo	RA1



INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I19	Aplicar las nociones de centralidad de un grafo para resolver problemas de ubicación de servicios	RA2
I20	Reconocer si un grafo es euleriano o hamiltoniano	RA1
I21	Describir condiciones necesarias o suficientes para decidir si un grafo es euleriano o hamiltoniano	RA1
I22	Aplicar el algoritmo de Fleury para construir recorridos eulerianos	RA1
I23	Utilizar los recorridos eulerianos en el problema de la conversión de señales analógicas a digitales	RA2
I24	Presentar el “Problema del Viajante” incidiendo en la complejidad de su resolución exacta	
I25	Describir algoritmos aproximados para la resolución del “Problema del Viajante”	RA2
I26	Analizar la bondad de las soluciones aproximadas a los problemas	RA2
I27	Caracterizar los grafos planares	RA1
I28	Detectar si un grafo es planar	RA1
I29	Utilizar la fórmula de Euler de los grafos planos para obtener propiedades de dichos grafos	RA1
I30	Conocer los parámetros de coloración e independencia en grafos	RA1
I31	Describir varios algoritmos de coloración de grafos	RA1
I32	Explicar el significado del “Teorema de los cuatro colores”	RA1
I33	Interpretar un problema en términos de grafos analizando qué concepto de grafos permite obtener una solución al mismo	RA2
I34	Comparar el crecimiento de funciones con la notación de Knuth	RA1
I35	Comprender la diferencia entre complejidad de un algoritmo y de un problema	RA1
I36	Analizar la complejidad de algoritmos básicos	RA1



INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I37	Distinguir entre problemas de la clase P y de la clase NP	RA1
I38	Describir el significado de la NP-completitud	RA1
I39	Expresar problemas de recuento en términos de funciones generatrices	RA1
I40	Manejar expresiones algebraicas como series de potencias	RA1
I41	Resolver problemas de recuento y relaciones de recurrencia utilizando funciones generatrices	RA1
I42	Aplicar las funciones generatrices a problemas de particiones y de análisis de complejidad	RA1

EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Resolución y entrega de ejercicios propuestos	Semanas 1 a 14	Aula	15%*
Realización de ejercicios en laboratorio	Semanas 2, 5, 6, 9 y 10	Sala de ordenadores	10%
Prueba de evaluación escrita combinando respuesta corta y larga (primera parte del temario de la asignatura)	Semana 8	Aula	30%
Prueba de evaluación escrita combinando respuesta corta y larga (segunda parte del temario de la asignatura)	Semana 15	Aula	30%
Realización y exposición pública de un trabajo en grupo	Semanas 11 a 15	Aula	15%
			Total: 100,00%

(*) Distribuido de manera homogénea entre todas las entregas



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La asignatura de Matemática Discreta II se puede aprobar en la convocatoria ordinaria (enero o junio) según una de las siguientes opciones:

i) Sistema de evaluación continua.

La calificación del alumno será la que resulte en la suma correspondiente del cuadro de evaluación sumativa anterior. Será condición indispensable para la evaluación continua la entrega de, al menos, el 80% de los ejercicios propuestos tanto en clase como en el laboratorio y la participación activa en el trabajo en grupo. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

ii) Sistema de “sólo prueba final”

El Sistema de evaluación mediante sólo prueba final sólo se ofrecerá si así lo exige la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación en la UPM que esté vigente en el curso académico 2010-2011, y el procedimiento para optar por este sistema estará sujeto a lo que establezca en su caso Jefatura de Estudios de conformidad con lo que estipule dicha Normativa.

Los alumnos que sigan esta opción deberán realizar una única prueba de todo el temario de la asignatura.

El sistema de evaluación para la Convocatoria Extraordinaria de julio será el mismo indicado en el epígrafe anterior.



6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Nociones básicas de grafos	1.1 Nociones generales. Representación de grafos	I1, I2
	1.2 Subgrafos. Operaciones con grafos	I1, I2
	1.3 Isomorfismo de grafos	I3
	1.4 Trazado de grafos. Grafos planos	I28
	1.5 Fórmula de Euler y consecuencias	I28, I29
	1.6 Teorema de Kuratowski	I27
Tema 2: Caminos, conectividad, árboles y distancias	2.1 Recorridos y caminos en grafos	I4
	2.2 Conexión. Vértices-corte y aristas-puente. Conectividad por vértices y aristas	I4
	2.3 Árboles. Árboles con raíz. Búsquedas en grafos	I5, I6, I9, I13, I14
	2.4 Enumeración de árboles etiquetados. Fórmula de Cayley. Código de Prüfer	I17, I18
	2.5 Árbol generador de peso mínimo: Algoritmos de Prim y Kruskal	I11, I12, I33
	2.6 Distancias en grafos. Centro y diámetro.	I15, I18, I19
	2.7 Caminos mínimos: Algoritmos de Dijkstra, Bellman-Ford y Floyd	I16, I17, I33
Tema 3: Complejidad de algoritmos	3.1 Notación de Knuth. Crecimiento de funciones	I34
	3.2 Complejidad de algoritmos. Complejidad de problemas	I35
	3.3 Análisis de la complejidad de algoritmos básicos	I36



	3.4 Clases P y NP de problemas	I37
	3.5 Problemas NP-completos	I38
Tema 4: Recorridos en grafos	4.1 Grafos eulerianos. Caracterización	I20, I21
	4.2 Algoritmos de construcción de recorridos eulerianos. Problema del cartero	I22, I23, I33
	4.3 Grafos hamiltonianos. Propiedades	I20, I21
	4.4 Problema del viajante. Algoritmos aproximados	I24, I25, I26, I33
Tema 5: Coloración de grafos	5.1 Independencia, recubrimiento y coloración. Número cromático	I30, I33
	5.2 Algoritmos de coloración de vértices	I31
	5.3 Coloración de aristas	I30, I31
	5.4 Coloración de mapas. Teorema de los cuatro colores	I32
Tema 6: Funciones generatrices	6.1 Funciones generatrices y problemas de recuento	I39, I42
	6.2 Series de potencias. Propiedades algebraicas. Fracciones simples	I40
	6.3 Resolución de relaciones de recurrencia por funciones generatrices	I41

7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza










MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	<i>Hablar a los estudiantes</i>
	Seminarios-Talleres	<i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes</i>
	Clases Prácticas	<i>Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar</i>
	Prácticas Externas	<i>Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional</i>
	Tutorías	<i>Atención personalizada a los estudiantes</i>
	Trabajo en grupo	<i>Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos</i>
	Trabajo autónomo	<i>Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje</i>

Tabla 5. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORIA	Método expositivo / Lección magistral
CLASES PRÁCTICAS	Resolución de ejercicios y problemas Aprendizaje basado en problemas
SEMINARIOS-TALLERES	Resolución de ejercicios y problemas
TRABAJO AUTONOMO	Resolución de ejercicios y problemas
TRABAJOS EN GRUPO	Aprendizaje cooperativo
TUTORÍAS	Atención personalizada a los estudiantes



8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	Referencias básicas
	N. Biggs: "Discrete Mathematics", 2nd ed. Oxford Univ. Press, 2002
	J. Gross, J. Yellen: "Graph Theory and its Applications". CRC Press, 2nd ed. 2005
	G. Hernández, "Grafos: Teoría y Algoritmos". Servicio de Publicaciones, Facultad de Informática, UPM, 2006
	Libros de consulta
	G. Chartrand, P. Zhang: "Introduction to Graph Theory". McGraw-Hill, 2005
	García Merayo, F., Hernández, G. y Nevot, A.: "Problemas resueltos de Matemática Discreta". Ed. Thomson-Paraninfo, 2003
	R. Grimaldi: Matemáticas Discreta y Combinatoria, Addison-Wesley, 1997
	W. Kocay, D. Kreher: "Graphs, Algorithms and Optimization". Chapman & Hall/CRC, 2005
	J. Matousek, J. Nešetřil: "Invitación a la matemática discreta". Reverté, 2008
D. B. West: "Introduction to Graph Theory". Prentice Hall, 2001.	
H. Wilf: "Generatingfunctionology", 3rd ed. A. K. Peters, 2005	
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura (http://www.dma.fi.upm.es/docencia/grado/2010-2011/matdiscreta2/home.html)
	Sitio Moodle de la asignatura (http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual/)
EQUIPAMIENTO	Laboratorio asignado por Jefatura de Estudios
	Aula asignada por Jefatura de Estudios
	Sala de trabajo en grupo



9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 2 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Realización de prácticas de ordenador (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 3 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 4 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 5 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios 1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Realización de prácticas de ordenador (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 6 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Realización de prácticas de ordenador (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 7 (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (4 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 8 (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Prueba de evaluación escrita de la primera parte del temario de la asignatura (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 9 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Realización de prácticas de ordenador (1 hora) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 10 (5 horas, 20')	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Tutoría inicial (20') 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 11 (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (1 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Realización de prácticas de ordenador (1 hora) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos. Preparación trabajo en grupo. (4 horas) 		<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 12 (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos. Preparación trabajo en grupo. (4 horas) 		<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 13 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos. Preparación trabajo en grupo. (3 horas) 		<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 14 (6 horas, 20')	<ul style="list-style-type: none"> Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio y ejercicios. Resolución y entrega de ejercicios propuestos (4 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Tutoría previa a la presentación (20') 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none">
Semana 15 (5 horas, 20')	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio (3 horas) 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del trabajo (20') 	<ul style="list-style-type: none"> Prueba de evaluación escrita de la segunda parte del temario de la asignatura (2 horas) 	<ul style="list-style-type: none">

En total 81 horas: 23 horas de clase en el aula, 5 de laboratorio, 48 de estudio, 4 de pruebas de evaluación, 40' de tutorías, 20' de presentación del trabajo en grupo.

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FACULTAD DE INFORMÁTICA
Campus de Montegancedo
Boadilla del Monte. 28660 Madrid