

El grado de Ingeniería Matemática consta de cuatro cursos académicos (8 semestres, 240 ECTS). Tiene en común con los grados de Matemáticas (0803), Matemáticas y Estadística (0801, en proceso de extinción) y Matemáticas y Ciencia de Datos (081F, en proceso de implantación) los dos primeros cursos (120 ECTS) de formación básica y contenidos iniciales.

Primer curso (60 ECTS obligatorios)			
Código	Asignaturas	ECTS	Semestre
800682	Matemáticas básicas (MB)	9	1º
800680	Álgebra lineal (AL)	18	1º y 2º
800681	Análisis de variable real (AR)	18	1º y 2º
800683	Informática (IN)	7.5	1º y 2º
800684	Elementos de matemáticas y aplicaciones (EM)	7.5	1º y 2º

Segundo curso (60 ECTS obligatorios)					
Tercer semestre (30 ECTS)			Cuarto semestre (30 ECTS)		
Código	Asignaturas	ECTS	Código	Asignaturas	ECTS
800687	Cálculo diferencial (CD)	6	800688	Cálculo integral (CI)	6
800694	Geometría lineal (GL)	6	800691	Elementos de ecuaciones diferenciales ordinarias (ED)	6
800693	Probabilidad (P)	6	800685	Estadística (E)	6
800689	Métodos numéricos (MN)	6	800690	Investigación operativa (IO)	6
800692	Estructuras algebraicas (EA)	6	800686	Física: Mecánica y Ondas (F)	6

Tercer curso (60 ECTS: 48 ECTS obligatorios y 12 ECTS optativos)				
Quinto y Sexto semestre				
Asignaturas obligatorias	Ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias (ECDF)	5º semestre	800695	6 ECTS
	Álgebra aplicada y criptografía (CRIP)	5º semestre	800697	6 ECTS
	Geometría diferencial y aplicaciones (GDA)	5º semestre	800698	6 ECTS
	Cálculo científico (CC)	5º semestre	800700	6 ECTS
	Estadística aplicada (EAP)	5º semestre	800702	6 ECTS
	Programación matemática (PM)	6º semestre	800699	6 ECTS
	Ampliación de métodos numéricos (AMNU)	6º semestre	800696	6 ECTS
	Variable compleja y análisis de Fourier (VCAF)	6º semestre	800701	6 ECTS
Asignaturas optativas (Elegir 2 de 3)	Teoría de errores (TERR)		800703	6 ECTS
	Optimización en redes (ORED)		800705	6 ECTS
	Termodinámica y electromagnetismo (TERMO)		800704	6 ECTS

<b>Cuarto curso (60 ECTS: 48 ECTS optativos y 12 ECTS de Trabajo de Fin de Grado)</b>		
<b>Séptimo y Octavo semestre</b>		
<b>Itinerarios</b>	<b>Economatemática</b>	30 ECTS
	<b>Tecnomatemática</b>	30 ECTS
	<b>Geodesia</b>	30 ECTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>2 asignaturas optativas no cursadas de este Grado incluidas en este documento, que pueden ser de tercer curso o de cuarto curso de cualquier itinerario. Una de ellas también puede ser Prácticas curriculares o académicas.</li> </ul>		12 ECTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 asignatura optativa de este Grado no cursada, o</li> <li>1 asignatura optativa de otro Grado ofertada a este por la Facultad de CC. Matemáticas o por otra Facultad de la UCM (la oferta pueda cambiar cada curso; se indica en el fichero de horarios del curso respectivo), o</li> <li>Prácticas curriculares o académicas ajustadas a la normativa del Centro, o</li> <li>Reconocimiento de créditos por diversas actividades tales como: idiomas, actividades culturales, de cooperación o de representación estudiantil, etc.</li> </ul>		6 ECTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo de Fin de Grado (TFG) (800706)</li> </ul>		12 ECTS

**Itinerario: ECONOMATEMÁTICA**

<b>Asignaturas optativas</b> (Elegir 5 de 6)	Taller de economatemática (TECO)	800714	6 ECTS
	Simulación de sistemas logísticos (SLOG)	800715	6 ECTS
	Modelos de gestión y producción (MOGP)	800716	6 ECTS
	Gestión de datos (GDAT)	800717	6 ECTS
	Minería de datos (MDAT)	800718	6 ECTS
	Matemática financiera (MTFI)	800713	6 ECTS

**Itinerario: TECNOMATEMÁTICA**

<b>Asignaturas optativas</b> (Elegir 5 de 6)	Cálculo estocástico (CEST)	800707	6 ECTS
	Modelización y resolución de problemas con ecuaciones en derivadas parciales (MEDP)	800708	6 ECTS
	Modelización en física matemática: medios continuos (MMCC)	800709	6 ECTS
	Simulación numérica (SMNU)	800710	6 ECTS
	Técnicas de optimización y control (OPCR)	800711	6 ECTS
	Taller de tecnomatemática (TTEC)	800712	6 ECTS

**Itinerario: GEODESIA**

<b>Asignaturas optativas</b> (Elegir 5 de 6)	Modelización y resolución de problemas con ecuaciones en derivadas parciales (MEDP)	800708	6 ECTS
	Campo de gravedad y aplicaciones (GRAV)	800722	6 ECTS
	Redes geodésicas (REDG)	800721	6 ECTS
	Satélites artificiales y GNSS (GNSS)	800724	6 ECTS
	Dinámica espacial (DESP)	800720	6 ECTS
	Cartografía y geomática (CART)	800719	6 ECTS

## Grado en INGENIERÍA MATEMÁTICA

### CONTENIDOS

#### PRIMER CURSO

##### **Matemáticas básicas**

- Lenguaje matemático.
- Métodos de demostración y resolución de problemas.
- Conjuntos, aplicaciones, relaciones de equivalencia y de orden.
- Números naturales, inducción, cardinales.
- Combinatoria básica, permutaciones.
- Aritmética.
- Números complejos.

##### **Álgebra lineal**

- Sistemas de ecuaciones lineales.
- Espacios vectoriales.
- Clasificación de endomorfismos.
- Formas cuadráticas: concepto y clasificación.
- Espacios vectoriales euclídeos.
- Espacios afines y afines euclídeos.
- Cónicas, cuádricas y movimientos.

##### **Análisis de variable real**

- Números reales.
- El cuerpo de los números complejos.
- Preliminares sobre funciones reales de variable real.
- Sucesiones de números reales.
- Series de números reales.
- Límites y continuidad de funciones reales de variable real.
- Derivadas de funciones reales de variable real.
- Aplicaciones de la derivada. Optimización.
- Integrales de funciones reales de variable real.
- Teorema Fundamental del Cálculo.
- Funciones elementales.
- Cálculo de primitivas.
- Integrales impropias.
- Aproximación por funciones polinómicas.
- Sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme.

##### **Elementos de Matemáticas y aplicaciones**

- Teoría de números (Congruencias, Teorema de Fermat, Teorema chino,  $Z_n$ , Ecuaciones diofánticas sencillas) y aplicaciones.
- Dinámica discreta (Ecuaciones en diferencias lineales de 1er y 2º orden, Bifurcación y caos) y aplicaciones.
- Trigonometría plana y esférica (Triángulos esféricos, Coordenadas sobre la esfera y el elipsoide, Sistemas de referencia y transformaciones, Determinación de posiciones terrestres) y aplicaciones.
- Geometría (Grupos de simetría y su representación, Transformaciones, Teselaciones) y aplicaciones.
- Teoría de grafos (Definiciones, grafos eulerianos y hamiltonianos, matrices asociadas a grafos,...) y aplicaciones.

## **Informática**

- Introducción al diseño y análisis de algoritmos.
- Programación estructurada: expresiones, condicionales, bucles y secuencias.
- Abstracción procedimental: subprogramas y paso de parámetros.
- Recursión.
- Tipos estructurados: arrays y registros.

## SEGUNDO CURSO

### **Cálculo diferencial**

- Conceptos topológicos de  $R^n$ .
- Sucesiones, completitud, compacidad.
- Límites, continuidad y continuidad uniforme de funciones.
- Derivadas direccionales. Diferenciabilidad.
- Derivadas de orden superior.
- Extremos de funciones de varias variables.
- Teoremas de la función inversa e implícita.
- Extremos condicionados.

### **Estructuras algebraicas**

- Teoría elemental de anillos.
- Divisibilidad. Dominios de ideales principales. Dominios euclídeos. Dominios de factorización única.
- Factorización de los anillos de polinomios en una y varias variables.
- Teoría elemental de grupos.
- Ejemplos: grupo simétrico, grupo alternado, grupo diedral, grupos finitos de orden bajo, etc.
- Acción de un grupo sobre un conjunto. Teoremas de Sylow.
- Grupos libres. Generadores y relaciones.
- Teorema de clasificación de los grupos abelianos finitamente generados.

### **Geometría lineal**

- Paralelismo en el espacio afín y puntos de infinito.
- El espacio proyectivo. Inmersión del espacio afín en el proyectivo. Coordenadas.
- Razón simple y razón doble.
- Aplicaciones afines y aplicaciones proyectivas.
- Transformaciones de Möbius.
- Cuádricas afines y cuádricas proyectivas.

### **Métodos numéricos**

- Aritmética en coma flotante. Errores.
- Álgebra matricial.
- Métodos directos e iterativos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Interpolación polinómica y con splines. Diferenciación e integración numéricas.
- Resolución de ecuaciones no lineales. Cálculo de raíces de polinomios.

### **Probabilidad**

- Espacios de probabilidad. Probabilidad condicionada e independencia de sucesos.
- Variables aleatorias unidimensionales y multidimensionales. Distribuciones y momentos. Independencia. Transformadas.
- Convergencias estocásticas. Teoremas límite.

### **Cálculo integral**

- Integración de funciones de varias variables.
- Teorema de Fubini.
- Teorema de cambio de variable.
- Derivación bajo el signo integral.
- Integrales impropias.
- Integrales de línea y superficie.
- Teoremas básicos de la integración vectorial.

### **Elementos de ecuaciones diferenciales ordinarias**

- Introducción a las ecuaciones diferenciales: solución general y problemas de valor inicial. Campos de direcciones e isoclinas. Poligonales de Euler.
- Ecuaciones y sistemas de ecuaciones lineales de primer orden. Ecuaciones lineales de orden superior. Estructura del conjunto de soluciones. Matrices fundamentales de un sistema lineal homogéneo. Método de variación de las constantes. Exponencial de una matriz. Resolución de ecuaciones diferenciales de orden superior con coeficientes constantes. Comportamiento cualitativo de las soluciones de un sistema de ecuaciones de coeficientes constantes. Diagrama de fases de sistemas planos.
- Transformada de Laplace y método de series de potencias para la resolución de ecuaciones y sistemas lineales.
- Métodos elementales de resolución de ecuaciones diferenciales. Estudio de algunos modelos sencillos de las ciencias (física, química, biología).
- Resolución numérica de ecuaciones diferenciales.

### **Estadística**

- Elementos del análisis de datos.
- Muestras y distribución de características muestrales.
- Modelos de inferencia. Estadísticos y sus propiedades básicas.
- Aproximación frecuentista: estimación por punto, por intervalo y contraste de hipótesis.
- Aproximación bayesiana: distribución final, intervalos creíbles y tests bayesianos.

### **Física**

- Mecánica newtoniana: cinemática y sistema de referencia. Leyes de Newton.
- Campo de fuerzas conservativo. Fuerza de atracción newtoniana.
- Teoría del potencial.
- Sistemas de partículas: Centro de masas y movimiento de dos cuerpos.
- Movimientos de un sólido rígido.
- Movimientos oscilatorios.
- Fenómenos ondulatorios. Interferencia. Difracción.

### **Investigación operativa**

- Problemas y modelos en Investigación Operativa.
- Programación lineal.
- Introducción a la programación entera.
- Introducción a la programación no lineal.

## TERCER CURSO

### **Ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias**

- Modelos en ecuaciones en diferencias. Sistemas lineales: Estabilidad y comportamiento a largo plazo. Sistemas no lineales: equilibrios y linealización. Modelo logístico: bifurcaciones y transición al caos.
- Modelos no lineales de ecuaciones diferenciales ordinarias. Ley de Newton y ecuaciones de la mecánica celeste. Problema de dos y tres cuerpos. Osciladores, reacciones químicas, dinámica de poblaciones. Equilibrios y estabilidad. Diagramas de fases y comportamiento a largo plazo.
- Problemas de difusión unidimensionales. Conducción de calor y difusión de materia. Separación de variables. Series y Transformada de Fourier. Transformada de Laplace y convolución.
- Oscilaciones de medios continuos unidimensionales. Amortiguamiento y disipación de energía. Transformada seno y coseno.
- Fenómenos de transporte y convección. Propagación sobre curvas características.

### **Ampliación de métodos numéricos**

- Álgebra Lineal Numérica: Factorización QR. Aproximación de los autovalores y autovectores de una matriz. Descomposición en valores singulares. Mínimos cuadrados lineales. Pseudoinversa de una matriz.
- Resolución de EDO's. Métodos monopaso. Runge-Kutta, multipaso, predicción-corrección.
- Campos de aplicación.

### **Geometría diferencial y sus aplicaciones**

- Curvas parametrizadas. Curvas polinómicas. Algoritmo de de Casteljaou y curvas de Bézier.
- Condiciones de diferenciabilidad: splines. Interpolación polinómica e interpolación con splines.
- Conceptos de geometría diferencial de curvas aplicados a los splines. Algoritmo de de Boor. Curvas racionales: NURBS. Superficies parametrizadas. Parches de Bézier. Superficies spline. Interpolación.

### **Álgebra aplicada y criptografía**

- Retículos y aplicaciones. Cuerpos finitos y factorización de polinomios.
- Criptografía y criptología. Criptosistemas de clave pública y privada. Códigos.

### **Programación matemática**

- Variantes del algoritmo del símplex. Aplicaciones económicas e industriales de la programación lineal.
- Técnicas de modelización en programación entera. Algoritmos heurísticos y exactos.
- Condiciones de optimalidad en programación no lineal.
- Algoritmos para optimización no lineal sin restricciones.
- Algoritmos para optimización no lineal con restricciones.

### **Cálculo científico**

- Lenguajes de programación científica: Fortran 95, C.
- Librerías científicas: IMSL, NAG, EISPACK, LAPACK.
- Errores, eficacia, precisión. Optimización de código.

### **Variable compleja y análisis de Fourier**

- El teorema y fórmula integral de Cauchy para funciones de variable compleja.
- Teorema de Cauchy de los residuos y aplicaciones.
- Teoría de la señal. Transformada rápida de Fourier. Filtrado de señales.
- Aplicaciones de la teoría de la señal al tratamiento de imágenes y a la compresión de audio.

### **Estadística aplicada**

- Técnicas de regresión y diseño de experimentos.
- Análisis inferencial multivariante. Técnicas multivariantes.
- Control de procesos: análisis de la calidad.
- Modelos básicos en series temporales.
- Campos de aplicación.

### **Teoría de errores**

- Método de los mínimos cuadrados. Matriz pseudoinversa de una matriz.
- Errores aleatorios y sistemáticos en la observación de magnitudes. Postulado de la media aritmética: Ley de errores según Gauss.
- Ajuste de observaciones directas.
- Ajuste de observaciones indirectas.
- Ajuste con constreñimientos en los parámetros.
- Detección de errores groseros y fiabilidad.
- Ajuste de observaciones condicionadas.
- Funciones paramétricas estimables en modelos deficientes de rango: aplicaciones geodésicas.
- Ajuste mixto: aplicaciones en fotogrametría.

### **Termodinámica y electromagnetismo**

- Temperatura y calor. Principio cero de la Termodinámica. Ecuaciones de estado. Trabajo. Primer principio de la Termodinámica. Ley de conservación de la energía interna. Maquinas térmicas. Segundo principio de la termodinámica. Entropía.
- Cargas, corrientes y campos eléctricos. Inducción magnética. Movimiento de partículas. Fuerzas y campos magnéticos. Flujo magnético. Ley de Gauss. Campos magnéticos en la materia. Magnetismo terrestre. Ley de conservación de la carga eléctrica. Ley de Faraday. Ecuaciones de Maxwell. Energía electromagnética.
- Leyes constitutivas. Ley de Ohm.

### **Optimización en redes**

- Grafos. Árboles y arborescencias.
- Problema de camino mínimo.
- Problemas de flujo (flujo máximo, flujo de coste mínimo).
- Emparejamiento y recubrimiento.
- Recorridos en grafos (ciclos euleriano y hamiltoniano, Problema del viajante).
- Problemas complejos en optimización combinatoria. Heurísticas.
- Campos de aplicación.

## CUARTO CURSO. Economatemática

### **Gestión de datos**

- Almacenamiento de datos.
- Limpieza y transformación de datos. Datos erróneos, datos ausentes.
- Técnicas de exploración y selección de datos.
- Técnicas de reducción de la dimensionalidad.
- Técnicas de agrupación.

### **Minería de datos**

- Técnicas de extracción de conocimiento (clasificación, asociación).
- Minería de datos complejos (espaciales, temporales simbólicos).
- Técnicas de evaluación.
- Campos de aplicación y casos.

### **Modelos de gestión y producción**

- Gestión de inventarios.
- Secuenciación. Planificación de proyectos.
- Gestión de líneas de espera.
- Fiabilidad, reemplazamiento y mantenimiento.

### **Simulación de sistemas logísticos**

- Tipos de simulación. Simulación Montecarlo, modelos discretos, modelos continuos.
- Generación de números aleatorios uniformes.
- Generación de variables aleatorias discretas y continuas.
- Análisis estadístico de datos simulados. Técnicas de reducción de la varianza.
- Simulación estocástica. Modelos de simulación.
- Software de simulación.
- Estudio de casos.

### **Matemática financiera**

- Modelo elemental de mercado. Distintos tipos de activos en función del riesgo. Modelo binomial en un paso. Opciones call y put.
- Valor temporal del dinero, tipos de interés. Dinámica de precios, riesgo y rendimiento esperado.
- Modelos en tiempo discreto. Principio de no arbitraje. Teorema fundamental de valoración financiera.
- Optimización de carteras. Frontera eficiente.
- Contratos forward y futuros.
- Valoración de opciones europeas. Paridad Put-Call. Opciones americanas.
- Aplicaciones a la ingeniería financiera, cobertura de riesgos.
- Tipos de interés variable y tipos de interés estocásticos en árboles binomiales.

### **Taller de economatemática**

- Se propondrán problemas que se modelizarán y resolverán teórica y computacionalmente con los conocimientos adquiridos en las asignaturas previas aplicando la metodología adecuada, se analizarán las soluciones obtenidas, su sensibilidad e implementabilidad.
- Se estudiarán aplicaciones al campo de la Economía, Industria, etc.

## CUARTO CURSO. Tecnomatemática

### **Modelización y resolución de problemas en ecuaciones en derivadas parciales**

- Ecuaciones de balance. Conservación de materia, momento y energía. Ecuaciones de conducción de calor y materia. Ley de Fourier y de Fick. Ecuaciones de la mecánica de fluidos y de la elasticidad. El papel de las condiciones de contorno e iniciales.
- Ecuaciones de difusión: Estados estacionarios. Soluciones radiales y convolución. Teoría del potencial. Resolución de problemas de evolución con difusión.
- Oscilaciones en medios continuos. Ecuaciones de campo electromagnético. Propagación de ondas.
- Modelos de Lotka-Volterra con difusión.
- Fenómenos de transporte. Ondas de choque.
- Campos de aplicación.

### **Modelización en Física Matemática: medios continuos**

- Cinemática. Leyes de conservación.
- Elasticidad. El tensor de esfuerzos. El tensor de tensiones.
- Ecuaciones del movimiento. Ecuaciones del movimiento en función de los desplazamientos.
- Elementos de cálculo tensorial. Introducción a la elasticidad.
- Introducción a la mecánica de fluidos.

### **Simulación numérica**

- Implementación del método de diferencias finitas para la resolución de la ecuación de Poisson en dominios rectangulares. Métodos implícitos explícitos y de Crank-Nicolson para la ecuación del calor en dominios rectangulares. La ecuación de ondas en dimensión uno y en dominios rectangulares. Aproximación mediante diferencias finitas.
- Implementación del método de elementos finitos para modelos estacionarios elementales: Formulación variacional discreta. Funciones base. Matrices elementales. Almacenamiento de matrices dispersas. Ensamblado y resolución mediante métodos directos e iterativos. Uso de software profesional.
- Problemas de evolución. Uso de software profesional.
- Campos de aplicación y casos.

### **Técnicas de optimización y control**

- Programación dinámica. Principio de optimalidad de Bellman.
- Introducción al Cálculo de variaciones. Ecuación de Euler.
- Control determinista. Principio de máximo de Pontryagin. Estudio analítico del caso lineal. Enfoque numérico para el caso general.
- Control estocástico. Filtro de Kalman para el problema de control en tiempo discreto. Enfoque numérico para el caso general.
- Campos de aplicación y casos.

### **Taller de tecnomatemática**

- Se propondrán problemas que se modelizarán y resolverán teórica y computacionalmente con los conocimientos adquiridos en las asignaturas previas aplicando la metodología adecuada, se analizarán las soluciones obtenidas, su sensibilidad e implementabilidad.
- Se estudiarán aplicaciones al campo de la Física, Biología, etc.

## **Cálculo estocástico**

- Movimiento Browniano elemental, modelos estocásticos de crecimiento de poblaciones, series temporales.
- Ejemplos de modelos que involucran procesos estocásticos.
- Repaso de Probabilidad y variables aleatorias: Probabilidad condicional e independencia, funciones generatrices, distribución normal multivariante.
- Procesos estocásticos: Definición y procesos básicos. El paseo aleatorio, martingalas, proceso de Poisson, procesos de ramificación.
- Cadenas de Markov, ejemplos. Distribución estacionaria.
- Cadenas de Markov en tiempo continuo: Ejemplos, ecuación forward y ecuación backward, procesos de nacimiento, distribuciones estacionarias, reversibilidad, colas, modelos.
- Difusiones: El proceso de Wiener, principio de reflexión, funciones de difusiones, martingalas.
- Introducción al cálculo estocástico: la integral estocástica, fórmula de Ito.
- Campos de aplicación.

## CUARTO CURSO. Geodesia

### **Cartografía y geomática**

- Conceptos fundamentales sobre Proyecciones cartográficas. Transformación de coordenadas. Deformaciones.
- Cartografía temática. Reconocimiento de mapas de diversas escalas. Sistemas de Información Geográfica.
- Modelización y visualización de datos espaciales. Calidad de los datos. Metadatos.
- Modelos digitales del terreno.
- Resoluciones de imágenes con sensores remotos.
- Correcciones radiométricas y correcciones geométricas. Técnicas de análisis multiespectral.

### **Dinámica espacial**

- Órbitas keplerianas. Ecuaciones del movimiento. Traza del satélite. Visibilidad desde una estación terrestre.
- Perturbaciones orbitales: tercer cuerpo, potencial terrestre, rozamiento atmosférico, radiación solar. Análisis del efecto de las perturbaciones.
- Tipos de órbitas: LEO, GEO, GTO, heliosíncronas, polares. Constelaciones de órbitas. Vuelo en formación.
- Análisis de misión. Lanzamiento de satélites. Órbita en función de los parámetros del lanzamiento. Maniobras orbitales. Transferencias orbitales. Diseño y mantenimiento de una órbita. Determinación de órbitas en función del tipo de observaciones. Análisis estadístico.
- Misiones geodésicas. Separación de señales gravimétricas.

### **Campo de gravedad y aplicaciones**

- Teoría de la figura de la Tierra. Fórmulas de Ostrogradsky y Green. Teorema de Gauss. La función geopotencial. Geoide. La función esferopotencial. Potencial normal.
- Gravimetría. Medidas absolutas y relativas de la gravedad. Reducciones y anomalías de la gravedad. Hipótesis isostáticas. Redes gravimétricas. Levantamientos gravimétricos. Predicción de anomalías gravimétricas.
- Ecuación fundamental de la Geodesia Física. La fórmula de Stokes. Determinación clásica del geoide. Método de Molodensky.
- Fórmulas de Vening-Meinesz. Desviaciones absolutas. Nivelación astrogeodésica y astrogravimétrica.
- Transformación de sistemas geodésicos.
- Métodos estadísticos en Geodesia Física.
- Mareas terrestres. Análisis armónico del potencial de marea.

### **Modelización y resolución de problemas en ecuaciones en derivadas parciales**

- Ecuaciones de balance. Conservación de materia, momento y energía. Ecuaciones de conducción de calor y materia. Ley de Fourier y de Fick. Ecuaciones de la mecánica de fluidos y de la elasticidad. El papel de las condiciones de contorno e iniciales.
- Ecuaciones de difusión: Estados estacionarios. Soluciones radiales y convolución. Teoría del potencial. Resolución de problemas de evolución con difusión.
- Oscilaciones en medios continuos. Ecuaciones de campo electromagnético. Propagación de ondas.
- Modelos de Lotka-Volterra con difusión.
- Fenómenos de transporte. Ondas de choque.
- Campos de aplicación.

### **Satélites artificiales y GNSS**

- Campo exterior de la gravedad. Gradiente de la gravedad. Geodesia inercial.
- Geodesia espacial. Geodesia por satélites. Técnicas de observación y reducción de observaciones.
- Órbitas y perturbaciones en el movimiento de un satélite. Aplicaciones geométricas de los satélites geodésicos. Aplicaciones dinámicas de los satélites geodésicos.
- Sistemas de posicionamiento global (GPS, GLONASS y GALILEO). Procesado de datos. Modelos matemáticos. Determinación de ambigüedades.
- Sistemas de aumentación: EGNOS; WAAS. Altimetría por satélites. Interferometría de muy larga base. Método y conclusiones recientes en Geodesia por satélites.

### **Redes geodésicas**

- Redes geodésicas. Medida de ángulos y de distancias. Nivelación. Instrumentos y métodos. Sistemas de altitudes. Análisis de redes altimétricas. Compensación. Cálculo de redes geodésicas sobre el elipsoide.
- Problemas geodésicos directo e inverso.
- Desviación relativa de la vertical. Acimutes Laplace.
- Compensación de redes geodésicas. Redes libres. Geodesia tridimensional. Redes tridimensionales. Geodesia diferencial espacio -temporal.

## COMPETENCIAS BASICAS Y GENERALES

### BASICAS

- CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

### GENERALES

- CG1 - Que los estudiantes comprendan y sepan utilizar el lenguaje y las herramientas matemáticas para modelizar, simular y resolver problemas, reconociendo y valorando las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados matemáticamente
- CG2 - Que los estudiantes adquieran la capacidad básica para enunciar resultados relevantes por su implicación práctica en distintos campos de la Matemática, para desarrollar nuevos métodos y para transmitir y transferirlos conocimientos adquiridos
- CG3 - Que los estudiantes conozcan los modelos, métodos y técnicas relevantes en distintas áreas de aplicación de la Ingeniería Matemática participando en la creación de nuevas tecnologías que contribuyan al desarrollo de la sociedad
- CG4 - Que los estudiantes puedan asimilar la formulación de un nuevo objeto, modelo o método matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizarlos en diferentes contextos de aplicación
- CG5 - Que los estudiantes sepan abstraer en un modelo matemático las propiedades y características esenciales de un problema real reconociendo su rango de aplicabilidad y limitaciones

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT1 - Que los estudiantes sepan: i) integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas. ii) perseguir objetivos de calidad en el desarrollo de su actividad profesional. iii) adquirir capacidad para la toma de decisiones y de dirección de recursos humanos. Que los estudiantes sean capaces de: i) mostrar creatividad, iniciativa y espíritu emprendedor para afrontar los retos de su actividad como graduado en ingeniería matemática. ii) valorar la importancia de la Ingeniería Matemática en el contexto industrial, económico, administrativo, medio ambiental y social
- CT2 - Que los estudiantes sepan incorporar a sus conductas los principios éticos que rigen la práctica profesional. Que los estudiantes adquieran: i) conciencia de los riesgos y problemas medioambientales que conlleva su ejercicio profesional. ii) capacidad de organización, planificación y ejecución. Que los estudiantes sepan desenvolverse en un contexto internacional y multicultural con el fin de conseguir la suficiente habilidad para el trabajo en grupos multidisciplinares. Que los estudiantes adquieran un alto nivel de compromiso y discernimiento ético para el ejercicio profesional y sus consecuencias
- CT3 - Que los estudiantes sean capaces de demostrar razonamiento crítico y autocrítico y de gestionar información científica y técnica de calidad, bibliografía, bases de datos especializadas y recursos accesibles a través de Internet
- CT4 - Que los estudiantes sean capaces de comenzar a elaborar y redactar informes de carácter científico y técnico. Que los estudiantes sepan: i) utilizar herramientas y los programas informáticos que facilitan el tratamiento y presentación de los resultados experimentales. ii) comunicarse en español y en inglés utilizando los medios audiovisuales más habituales. Que los estudiantes sean capaces de: i) defender los puntos de vista personales apoyándose en conocimientos científicos y técnicos. ii) expresar de forma rigurosa y clara los conocimientos adquiridos de modo que sean bien comprendidos por otros expertos o profesionales. iii) desempeñarse como graduados en Ingeniería Matemática en departamentos de desarrollo, investigación o planificación en industrias y empresas de servicios
- CT5 - Que los estudiantes sean capaces de: i) adaptarse a nuevas situaciones. ii) desarrollar la capacidad de trabajo autónomo o en equipo en respuesta a las necesidades específicas de cada situación. iii) desarrollar la capacidad de autoaprendizaje de nuevos conocimientos en el área de su especialización. iv) continuar estudios de posgrado en áreas especializadas de la aplicación de las matemáticas o multidisciplinares. v) desarrollar actividades académicas en instituciones de educación secundaria y superior



## COMPETENCIAS ESPECIFICAS

- CE1 - Que los estudiantes sepan resolver problemas y casos reales planteados en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la sociedad mediante habilidades de modelización, cálculo numérico, simulación y optimización
- CE2 - Que los estudiantes sepan proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan
- CE3 - Que los estudiantes sepan planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE4 - Que los estudiantes sepan utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para resolver problemas
- CE5 - Que los estudiantes sepan desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado
- CE6 - Que los estudiantes sepan utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos
- CE7 - Que los estudiantes sepan planificar y desarrollar proyectos en el ámbito de la Ingeniería Matemática
- CE-TFG - Que los estudiantes sean capaces de: i) plantear un tema relevante dentro del cuerpo de conocimientos de la titulación, ii) llevar a cabo una búsqueda inicial de documentación sobre el tema, iii) establecer preguntas y/o objetivos que orienten el trabajo, iv) identificar y organizar los elementos fundamentales del TFG, v) temporalizar las diferentes fases de realización del TFG, vi) seleccionar las fuentes fundamentales para la construcción del marco referencial del TFG, vii) relacionar la información extraída de las fuentes con el planteamiento propio del TFG, viii) integrar el conocimiento para construir el marco teórico, ix) recoger, analizar e interpretar los datos obtenidos, x) dominar el lenguaje especializado del campo científico, xi) presentar, tanto en forma escrita como oral, material y argumentación científica a una audiencia especializada, xii) identificar los aspectos más relevantes del trabajo, xiii) interpretar rigurosamente la información, xiv) responder significativamente a las preguntas de las personas expertas, xv) tomar conciencia del proceso seguido e integrando los ya adquiridos y xvi) reconocer y llevar a cabo buenas prácticas en el trabajo científico.



## ACTIVIDADES FORMATIVAS

- AF1: Clases teóricas
- AF2: Clases prácticas
- AF3: Tutorías
- AF4: Estudio autónomo de los contenidos
- AF5: Otras actividades
- AF6: Actividades de evaluación

## METODOLOGIAS DOCENTES

- MD1: Clases teóricas con exposición teórica por parte del profesor
- MD2: Clases prácticas de resolución de problemas individual o en grupo, tutorizada por el profesor
- MD3: Resolución individual o en grupo de problemas y entrega de algunos problemas escogidos por escrito
- MD4: Exposiciones orales por grupos de alumnos
- MD5: Elaboración de las prácticas, incluyendo memoria o preparación de la presentación oral
- MD6: Clases prácticas en aulas de informática

## SISTEMAS DE EVALUACION

- SE1: Examen o prueba objetiva
- SE2: Examen oral (no se utiliza)
- SE3: Entrega de prácticas o proyectos
- SE4: Disertación o presentación
- SE5: Prueba escrita (se considera incluido en SE1)
- SE6: Evaluación in situ mediante observación directa de trabajo y desempeño de los alumnos
- SE7: Elaboración de la memoria
- SE8: Preparación de la presentación oral (se considera incluido en SE9)
- SE9: Trabajo autónomo del alumno

		Actividades Formativas													
		AF1		AF2		AF3		AF4		AF5		AF6			
Materia	Asignaturas	h	%p	h	%p	h	%p	h	%p	h	%p	h	%p	H	ECTS
0.1	<b>MB,AL,AR</b>	300	100	150	100	45	50	609	0	0	0	21	100	1125	45
0.2	<b>IN</b>	25	100	50	100	7,5	50	102	0	0	0	3	100	188	7,5
0.3	<b>E</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
0.4	<b>F</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
1.1	<b>EM</b>	50	100	25	100	7,5	50	102	0	0	0	3	100	188	7,5
1.2	<b>CD,CI</b>	90	100	30	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
1.3	<b>MN,IO</b>	60	100	60	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
1.4	<b>ED</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
1.5	<b>EA</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
1.6	<b>P</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
1.7	<b>GL</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
2.1	<b>ECDIF, AMNU</b>	60	100	60	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
2.2	<b>GDA, CRIP</b>	60	100	60	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
2.3	<b>CC, PM</b>	60	100	60	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
2.4	<b>VCAF</b>	45	100	15	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
2.5	<b>EAP</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
3.1	<b>TERR</b>	27	100	27	100	6	50	87	0	0	0	3	100	150	6
3.2	<b>TERMO</b>	27	100	27	100	6	50	87	0	0	0	3	100	150	6
3.3	<b>ORED</b>	27	100	27	100	6	50	87	0	0	0	3	100	150	6
4.1	<b>CEST</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
4.2	<b>MEDP</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
4.3	<b>MMCC</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
4.4	<b>SMNU</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
4.5	<b>OPCR</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
4.6	<b>TTEC</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
5.1	<b>MTFI</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
5.2	<b>TECO</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
5.3	<b>SLOG, MOGP</b>	60	100	60	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
5.4	<b>GDAT, MDAT</b>	60	100	60	100	12	50	162	0	0	0	6	100	300	12
6.1	<b>CART</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
6.2	<b>DESP</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
6.3	<b>REDG</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
6.4	<b>GRAV</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
6.5	<b>MEDP</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
6.6	<b>GNSS</b>	30	100	30	100	6	50	81	0	0	0	3	100	150	6
7.1	<b>18 ECTS</b>	90	100	90	100	18	50	243	0	0	0	9	100	450	18
8.1	<b>TFG</b>					20	50	279	0			1	100	300	12

AF1: Clases teóricas

AF2: Clases prácticas

AF3: Tutorías

AF4: Estudio autónomo de los contenidos

AF5: Otras actividades

AF6: Actividades de evaluación

		Metodologías docentes					
Materia	Asignaturas	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6
0.1	MB,AL,AR	X	X	X	X		
0.2	IN	X	X			X	X
0.3	E	X	X	X	X		
0.4	F	X	X	X	X		
1.1	EM	X	X	X	X	X	
1.2	CD,CI	X	X	X			
1.3	MN,IO	X	X			X	X
1.4	ED	X	X	X	X		
1.5	EA	X	X	X			
1.6	P	X	X	X	X		
1.7	GL	X	X	X			
2.1	ECDIF, AMNU	X	X			X	X
2.2	GDA, CRIP	X	X			X	X
2.3	CC, PM	X	X			X	X
2.4	VCAF	X	X	X			
2.5	EAP	X	X			X	X
3.1	TERR	X	X			X	X
3.2	TERMO	X	X			X	X
3.3	ORED	X	X	X			
4.1	CEST	X	X			X	
4.2	MEDP	X	X			X	
4.3	MMCC	X	X			X	
4.4	SMNU	X	X			X	X
4.5	OPCR	X	X			X	X
4.6	TTEC	X	X			X	X
5.1	MTFI	X	X			X	
5.2	TECO	X	X			X	X
5.3	SLOG, MOGP	X	X			X	X
5.4	GDAT, MDAT	X	X			X	X
6.1	CART	X	X			X	
6.2	DESP	X	X			X	X
6.3	REDG	X	X	X			
6.4	GRAV	X	X			X	
6.5	MEDP	X	X			X	
6.6	GNSS	X	X			X	X
7.1	18 ECTS	X	X	X		X	X
8.1	TFG				X	X	

MD1: Clases teóricas con exposición teórica por parte del profesor

MD2: Clases prácticas de resolución de problemas individual o en grupo, tutorizada por el profesor

MD3: Resolución individual o en grupo de problemas y entrega de algunos problemas escogidos por escrito

MD4: Exposiciones orales por grupos de alumnos

MD5: Elaboración de las prácticas, incluyendo memoria o preparación de la presentación oral

MD6: Clases prácticas en aulas de informática

		Sistemas de Evaluación													
		SE1		SE3		SE4		SE6		SE7		SE9			
Materia	Asignaturas	min	max	min	max	min	max	min	max			min	max	MIN	MAX
0.1	MB,AL,AR	70	100	0	30			0	10					70	140
0.2	IN	40	60	30	50			5	15					75	125
0.3	E	60	80	20	40									80	120
0.4	F	75	95	0	10			0	10					75	115
1.1	EM	70	80					20	30					90	110
1.2	CD,CI	70	90					0	20					70	110
1.3	MN,IO	70	85	0	25			0	15					70	125
1.4	ED	50	100			0	20	0	20					50	140
1.5	EA	60	85	15	40			15	40					90	165
1.6	P	70	90					10	30					80	120
1.7	GL	60	90	10	20			10	20					80	130
2.1	ECDIF, AMNU	60	80	10	30			0	20					70	130
2.2	GDA, CRIP	60	80	10	30			0	20					70	130
2.3	CC, PM	60	80	10	30			0	20					70	130
2.4	VCAF	70	90	0	30			0	20					70	140
2.5	EAP	60	80	10	30			0	20					70	130
3.1	TERR	60	80	10	30			0	20					70	130
3.2	TERMO	60	80	10	30			0	20					70	130
3.3	ORED	60	80	10	30			0	20					70	130
4.1	CEST	60	80	10	30			0	20					70	130
4.2	MEDP	60	80	10	30			0	20					70	130
4.3	MMCC	60	80	10	30			0	20					70	130
4.4	SMNU	60	80	10	30			0	20					70	130
4.5	OPCR	60	80	10	30			0	20					70	130
4.6	TTEC	60	80	10	30			0	20					70	130
5.1	MTFI	70	90	0	30			0	20					70	140
5.2	TECO	60	80	10	30			0	20					70	130
5.3	SLOG, MOGP	60	80	10	30			0	20					70	130
5.4	GDAT, MDAT	60	80	10	30			0	20					70	130
6.1	CART	60	80	10	30			0	20					70	130
6.2	DESP	60	80	10	30			0	20					70	130
6.3	REDG	60	80	10	30			0	20					70	130
6.4	GRAV	60	80	10	30			0	20					70	130
6.5	MEDP	60	80	10	30			0	20					70	130
6.6	GNSS	60	80	10	30			0	20					70	130
7.1	18 ECTS	60	80	10	30			0	20					70	130
8.1	TFG					25	35			65	75	10	20	100	130

SE1: Examen o prueba objetiva

SE2: Examen oral (no se utiliza)

SE3: Entrega de prácticas o proyectos

SE4: Disertación o presentación

SE5: Prueba escrita (se considera incluido en SE1)

SE6: Evaluación in situ mediante observación directa de trabajo y desempeño de los alumnos

SE7: Elaboración de la memoria

SE8: Preparación de la presentación oral (se considera incluido en SE9)

SE9: Trabajo autónomo del alumno