

Curso Académico: ( 2023 / 2024 )

Fecha de revisión: 09-02-2024

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Matemáticas

Coordinador/a: BERNAL MARTINEZ, FRANCISCO MANUEL

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : 4 Cuatrimestre :

**REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)**

Álgebra Lineal (Curso 1 - Cuatrimestre 1)  
Cálculo Diferencial (Curso 1 - Cuatrimestre 1)  
Programación (Curso 1 - Cuatrimestre 1)  
Cálculo Integral (Curso 1 - Cuatrimestre 2)  
Cálculo Numérico (Curso 2 - Cuatrimestre 1)  
Probabilidad (Curso 2 - Cuatrimestre 2)  
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (Curso 3 - Cuatrimestre 1)  
Ecuaciones en derivadas parciales (Curso 3 - Cuatrimestre 2)

**COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE**

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.

CG1. Que los estudiantes sean capaces de demostrar conocimiento y comprensión de conceptos de matemáticas, estadística y computación y aplicarlos a la resolución de problemas en ciencia e ingeniería con capacidad de análisis y síntesis.

CG2. Que los estudiantes puedan formular en lenguaje matemático problemas que se planteen en los ámbitos de la ciencia, la ingeniería, la economía y otras ciencias sociales.

CG3. Que los estudiantes puedan resolver computacionalmente con ayuda de las herramientas informáticas más avanzadas los modelos matemáticos que surjan de aplicaciones en la ciencia, la ingeniería, la economía y otras ciencias sociales.

CG4. Que los estudiantes demuestren que pueden analizar e interpretar las soluciones obtenidas con ayuda de la informática de los problemas asociados a modelos matemáticos del mundo real, discriminando los comportamientos más relevantes para cada aplicación.

CG5. Que los estudiantes puedan sintetizar las conclusiones obtenidas del análisis de modelos matemáticos provenientes de aplicaciones del mundo real y comunicarlas de forma verbal y escrita en inglés, de manera clara, convincente y en un lenguaje accesible para un público general.

CG6. Que los estudiantes sepan buscar y utilizar los recursos bibliográficos, en soporte físico o digital, necesarios para plantear y resolver matemática y computacionalmente problemas aplicados que surjan en entornos nuevos, poco conocidos o con información insuficiente.

CE6. Que los estudiantes hayan demostrado que conocen los resultados matemáticos fundamentales que sustentan las teorías y el desarrollo de lenguajes de programación y de sistemas inteligentes.

CE7. Que los estudiantes puedan modelar matemáticamente procesos tanto discretos como continuos que surjan en aplicaciones reales con especial énfasis en el uso de ecuaciones en diferencias y diferenciales en sus versiones deterministas y estocásticas.

CE8. Que los estudiantes sean capaces de discretizar mediante técnicas de interpolación y aproximación modelos matemáticos que describan problemas del mundo real, para resolverlos

numéricamente de manera directa o iterativa, e interpretar las soluciones obtenidas.

CE10. Que los estudiantes hayan demostrado que conocen y comprender los procedimientos algorítmicos para diseñar y construir programas que solucionen problemas matemáticos prestando especial atención al rendimiento.

RA1. Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado una comprensión de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el campo de la matemática aplicada y computación con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento.

RA2. Poder, mediante argumentos o procedimientos elaborados y sustentados por ellos mismos, aplicar sus conocimientos, la comprensión de estos y sus capacidades de resolución de problemas en ámbitos laborales complejos o profesionales y especializados que requieren el uso de ideas creativas e innovadoras.

RA3. Tener la capacidad de recopilar e interpretar datos e informaciones sobre las que fundamentar sus conclusiones incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, la reflexión sobre asuntos de índole social, científica o ética en el ámbito de su campo de estudio.

RA4. Ser capaces de desenvolverse en situaciones complejas o que requieran el desarrollo de nuevas soluciones tanto en el ámbito académico como laboral o profesional dentro de su campo de estudio.

RA5. Saber comunicar a todo tipo de audiencias (especializadas o no) de manera clara y precisa, conocimientos, metodologías, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de su campo de estudio.

RA6. Ser capaces de identificar sus propias necesidades formativas en su campo de estudio y entorno laboral o profesional y de organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en todo tipo de contextos (estructurados o no).

RA7. Disponer de la madurez profesional necesaria para elegir y valorar los objetivos de su trabajo de una manera reflexiva, creativa, autodeterminada y responsable, en beneficio de la sociedad.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Primera parte: introducción al cálculo estocástico

- 1.1 Repaso de probabilidad; función característica
- 1.2 Ley de los Grandes Números & Teorema del Límite Central
- 1.3 Movimiento browniano; proceso de Wiener; puente browniano
- 1.4 Integral estocástica; cálculo de Itô
- 1.5 Ecuación diferencial estocástica; ejemplos paradigmáticos; martingalas
- 1.6 Método de Euler-Maruyama; convergencia en sentido débil y fuerte
- 1.7 Métodos numéricos avanzados para EDEs
- 1.8 Fórmula de Feynman-Kac

Segunda parte: valoración de opciones vainilla

- 2.1 Opciones financieras; arbitraje; cobertura
- 2.2 Ecuación de Black-Scholes; solución analítica
- 2.3 Resolución numérica por diferencias finitas
- 2.4 Resolución numérica mediante simulaciones Montecarlo; probabilidad neutral al riesgo
- 2.5 Calibración; volatilidad implícita
- 2.6 Griegas

Tercera parte: valoración de opciones avanzadas

- 3.1 Modelos de volatilidad local; modelo de Heston
- 3.2 Reducción de varianza
- 3.3 Cestas de opciones
- 3.4 Opciones dependientes del camino
- 3.5 Opciones americanas

Cuarta parte: optimización de carteras

- 4.1 Optimización con restricciones; condiciones KKT; programación lineal & cuadrática; dualidad
- 4.2 Optimización de una cartera de bonos
- 4.3 Análisis media-varianza de Markowitz; índice de Sharpe; modelo de valoración de activos financieros (CAPM)

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

AF1.CLASES TEÓRICO-PRÁCTICAS. Conocimientos que deben adquirir los alumnos.Estos recibirán las notas de clase y tendrán textos básicos de referencia para facilitar el seguimiento de las clases y el desarrollo del trabajo posterior.Se resolverán ejercicios, prácticas problemas por parte del alumno y se realizarán talleres y prueba de evaluación para adquirir las capacidades necesarias.Para asignaturas de

6 ECTS se dedicarán 44 horas como norma general con un 100% de presencialidad.(excepto aquellas que no tengan examen que dedicarán 48 horas)

AF2.TUTORÍAS. Asistencia individualizada (tutorías individuales) o en grupo (tutorías colectivas) a los estudiantes por parte del profesor. Para asignaturas de 6 créditos se dedicarán 4 horas con un 100% de presencialidad.

AF3.TRABAJO INDIVIDUAL O EN GRUPO DEL ESTUDIANTE. Para asignaturas de 6 créditos se dedicarán 98 horas 0% presencialidad.

AF8.TALLERES Y LABORATORIOS. Para asignaturas de 3 créditos se dedicarán 4 horas con un 100% de presencialidad. Para las asignaturas de 6 créditos se dedicarán 8 horas con un 100% de presencialidad.

MD1.CLASE TEORÍA. Exposiciones en clase del profesor con soporte de medios informáticos y audiovisuales, en las que se desarrollan los conceptos principales de la materia y se proporcionan los materiales y la bibliografía para complementar el aprendizaje de los alumnos.

MD2.PRÁCTICAS. Resolución de casos prácticos, problemas, etc. planteados por el profesor de manera individual o en grupo.

MD3.TUTORÍAS. Asistencia individualizada (tutorías individuales) o en grupo (tutorías colectivas) a los estudiantes por parte del profesor. Para asignaturas de 6 créditos se dedicarán 4 horas con un 100% de presencialidad.

MD6.PRÁCTICAS DE LABORATORIO. Docencia aplicada/experimental a talleres y laboratorios bajo la supervisión de un tutor.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

SE1.EXAMEN FINAL. En el que se valorarán de forma global los conocimientos, destrezas y capacidades adquiridas a lo largo del curso. El porcentaje de valoración varía para cada asignatura en un rango entre el 60% y el 0%.

SE2.EVALUACIÓN CONTINUA. En ella se valorarán los trabajos, presentaciones, actuación en debates, exposiciones en clase, ejercicios, prácticas y trabajo en los talleres a lo largo del curso. El porcentaje de valoración varía para cada asignatura en un rango entre el 40 y el 100 % de la nota final.

**Peso porcentual del Examen Final:** 40

**Peso porcentual del resto de la evaluación:** 60

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Cornelis W. Oosterlee & Lech A. Grzelak Mathematical Modeling and Computation in Finance: With Exercises and Python and MATLAB Computer Codes, World Scientific Publishing Europe Ltd., 2019
- Emmanuel Gobet Monte-Carlo Methods and Stochastic Processes From Linear to Non-Linear, Chapman & Hall, 2020
- Lawrence C. Evans An Introduction to Stochastic Differential Equations, AMS American Mathematical Society, 2013
- Paolo Brandimarte Numerical methods in finance and economics: a MATLAB-based introduction, John Wiley & Sons, 2006
- Paul Wilmott, Sam Howison & Jeff Dewynne The Mathematics of Financial Derivatives: A Student Introduction, Cambridge University Press, 1995
- Peter E. Kloeden, Eckhard Platen Numerical Solution of Stochastic Differential Equations, Springer-Verlag, 1992
- Steven Shreve Stochastic Calculus for Finance II: Continuous-Time Models, Springer, 2013