

Curso Académico: (2023 / 2024)

Fecha de revisión: 26-04-2023

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Matemáticas

Coordinador/a: BERNAL MARTINEZ, FRANCISCO MANUEL

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1 Cuatrimestre : 2

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Cálculo I
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
Ecuaciones en Derivadas Parciales
Probabilidad
Programación básica

OBJETIVOS

CB6, CB7, CB9, CB10
CG1, CG2, CG3, CG5, CG6
CE1, CE3, CE5, CE6, CE7, CE8, CE9, CE11

Entender los aspectos básicos de la modelización estocástica: modelos en tiempo discreto; descripciones del movimiento aleatorio; movimiento Browniano, modelos de Einstein y Langevin
Familiarizarse con los procesos estocásticos en tiempo continuo, particularmente el proceso de Wiener.
Entender la motivación y sutilezas tras las definiciones de integrales estocásticas, así como la definición y propiedades de las ecuaciones diferenciales estocásticas
Familiarizarse con el cálculo de Itô y su relación con las ecuaciones en derivadas parciales mediante la fórmula de Feynman-Kac
Entender y ser capaz de programar los métodos numéricos básicos para ecuaciones diferenciales estocásticas y simulaciones de Langevin, así como la naturaleza de los errores numéricos
Conocer las aplicaciones paradigmáticas de las ecuaciones diferenciales estocásticas en finanzas y en biología

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; modelos de Einstein y Langevin
- 1.4 Proceso de Wiener e integral estocástica
- 1.5 Ecuaciones diferenciales estocásticas y cálculo de Itô; ejemplos paradigmáticos
- 1.6 Método de Euler-Maruyama; convergencia en sentido fuerte y débil
- 1.7 Fórmula de Feynman-Kac

Segunda parte: aplicaciones en biología

- 2.1 Modelos estocásticos de población
- 2.2 Modelos estocásticos de epidemias

Tercera parte: aplicaciones en finanzas

- 3.1 Opciones financieras; arbitraje; cobertura
- 3.2 Ecuación de Black-Scholes; martingalas; probabilidad neutral al riesgo
- 3.3 Solución analítica; por diferencias finitas; por simulación estocástica
- 3.4 Volatilidad implícita; modelo de Heston y otros modelos avanzados

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Las horas lectivas se dedicarán a las siguientes actividades formativas dirigidas:

* Clases magistrales/ expositivas: Tienen por objetivo desarrollar las competencias específicas cognitivas de la materia, que los alumnos deben adquirir. Para facilitar su desarrollo los alumnos recibirán las notas de clase y tendrán textos básicos de referencia que les permitan completar y profundizar en aquellos temas en los cuales estén más interesados.

* Clases Prácticas: Son clases de resolución de problemas, prácticas en aula informática o de exposición por parte de los alumnos. Estas clases ayudan a desarrollar las competencias específicas.

Adicionalmente, se dedicarán 2 horas a actividades formativas tutorizadas. Estas actividades supervisadas consisten en actividades de enseñanza-aprendizaje tanto de contenido formativo teórico como práctico que, aunque se pueden desarrollar de manera autónoma, requieren la supervisión y seguimiento, más o menos puntual, de un docente. Estas actividades pueden ser, entre otras, las siguientes: tutorías programadas, revisión de trabajos y tutorías de seguimiento.

El resto de créditos se dedican al estudio del alumno de forma autónoma o en grupo sin supervisión del docente. Durante este tiempo el estudiante realiza ejercicios y lecturas complementarias propuestas por el profesor. También realiza lecturas complementarias obtenidas mediante búsqueda bibliográfica entre el material recomendado por el profesor. Durante este tiempo el alumno puede tener acceso a aula informática

SISTEMA DE EVALUACIÓN

1) Evaluación continua: Consistirá en

- Realización y entrega de problemas propuestos
- Realización y entrega de los programas de ordenador utilizados en el caso de los problemas a resolver numéricamente
- Realización y exposición pública de trabajos en grupo (si el tiempo y el número de alumnos lo permite)

2) Evaluación final: Se comprobará el dominio y comprensión global de la asignatura mediante pruebas escritas Su porcentaje en la nota final será del 40%.

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Bengt Oksendal Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications (5th Edition), Springer-Verlag, 2014
- 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
- 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

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- J. L. García-Palacios Introduction to the theory of stochastic processes and Brownian motion problems Lecture notes for a graduate course., <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0701242.pdf>, 2004
- Crispin W. Gardiner Handbook of stochastic methods. Vol. 3., Springer, Berlin, 1985
- Linda J.S. Allen An introduction to stochastic processes with applications to biology, CRC Press, 2010