

**Guía docente de la asignatura**

|  |  |                      |          |
|--|--|----------------------|----------|
| <b>Asignatura</b>                              | Procesos Estocásticos  |                      |          |
| <b>Materia</b>                                 | Técnicas Estadísticas  |                      |          |
| <b>Módulo</b>                                  | No hay   |                      |          |
| <b>Titulación</b>                              | GRADO EN ESTADÍSTICA   |                      |          |
| <b>Plan</b>                                    | 549  | <b>Código</b>        | 47104    |
| <b>Periodo de impartición</b>                  | Primer cuatrimestre  | <b>Tipo/Carácter</b> | Optativo |
| <b>Nivel/Ciclo</b>                             | Grado  | <b>Curso</b>         | Cuarto   |
| <b>Créditos ECTS</b>                           | 6  |                      |          |
| <b>Lengua en que se imparte</b>                | Español, con parte del material en inglés.                                     |                      |          |
| <b>Profesor/es responsable/s</b>               | Lourdes Barba Escribá  |                      |          |
| <b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b> | <a href="mailto:lbarba@eio.uva.es">lbarba@eio.uva.es</a><br>Teléfono: Ext.5872 |                      |          |
| <b>Horario de tutorías</b>                     | Lunes, martes, jueves y viernes de 13 a 14. Miércoles, de 12 a 14.             |                      |          |
| <b>Departamento</b>                            | Estadística e Investigación Operativa  |                      |          |

**1. Situación / Sentido de la Asignatura****1.1 Contextualización**

Una vez asentadas las bases conceptuales, e introducidas las principales técnicas, modelos y métodos estadísticos, a través de las asignaturas básicas y obligatorias de primero, segundo y tercero, se completa la formación del estudiante en diversos aspectos avanzados mediante las asignaturas optativas del cuarto curso. En todas ellas el enfoque es eminentemente aplicado.

**1.2 Relación con otras materias**

La asignatura está encuadrada en la Materia de Técnicas Estadísticas, que constituye el centro de la titulación. Se apoya en las asignaturas de Probabilidad y Matemáticas estudiadas en los dos primeros cursos, y comparte fundamentos e ideas con otras asignaturas, en particular con el Análisis de Series Temporales. Se relaciona asimismo con la Computación al utilizar la simulación de modelos, y con la Investigación Operativa en los aspectos de optimización de sistemas, comparación de políticas y toma de decisiones.



### 1.3 Prerrequisitos

---

En la memoria de verificación del plan de estudios, dentro de la ficha correspondiente a la asignatura, se señalan como requisitos previos “Un curso básico de estadística y un nivel general de conocimientos matemáticos”. Más concretamente, para poder seguir la asignatura se requiere el conocimiento del cálculo de probabilidades básico e ideas generales de modelización, así como un nivel mínimo de inglés técnico.

## 2. Competencias

---

Se incluyen a continuación las que aparecen en la memoria de verificación del plan de estudios.

### 2.1 Generales

---

G1. Capacidad para la gestión de la información: Incluye la capacidad para la búsqueda, manejo y exposición de información relevante de diversas fuentes, así como el manejo de las herramientas TIC necesarias.

G2. Capacidad para la abstracción y el razonamiento crítico: El modelado y análisis de datos de problemas reales exige una elevada capacidad de abstracción, y el razonamiento crítico es necesario para hacer interpretaciones y establecer conclusiones y soluciones con rigor científico.

G3. Capacidad para la puesta al día y el auto-aprendizaje: Incluye la capacidad para la búsqueda de recursos que permitan la solución de nuevos problemas o de nuevas técnicas, en un medio científico y tecnológico en continua evolución.

### 2.2 Específicas

---

E1. Recogida y tratamiento de datos: Incluye la capacidad para decidir sobre el diseño del procedimiento de obtención de datos. Capacidad para la búsqueda de información de fuentes diversas y para la elaboración de cuestionarios. Capacidad para manejar bases de datos y para llevar a cabo el tratamiento de los mismos.

E2. Descripción y síntesis de datos: Esta competencia es la que permitirá describir numéricamente y mediante gráficos diferentes características de interés de variables e individuos de los datos objeto de estudio, localización, escala, diferentes tipos de asociación, outliers,...

E3. Ajuste de modelos estadísticos y de investigación operativa: Incluye la capacidad para crear o reconocer un modelo adecuado al problema objeto de estudio. Capacidad para el ajuste del modelo mediante las herramientas adecuadas.

E4. Análisis de resultados, interpretación y validación de modelos: Incluye la capacidad para la selección y validación de un modelo. Capacidad para la interpretación de los modelos ajustados y las diferencias entre ellos.

E5. Extracción de conclusiones: Incluye la capacidad para interpretar los resultados del ajuste de un modelo seleccionado en términos del problema objeto de estudio, viendo su utilidad y/o proponiendo la necesidad de otras orientaciones del estudio.

E6. Presentación y comunicación de resultados: Incluye la capacidad para presentar los resultados de los análisis realizados, junto a las posibles soluciones a los problemas planteados por los demandantes del estudio en contextos diversos.



### 2.3 Transversales

#### Instrumentales

- I1. Capacidad de análisis y síntesis
- I2. Capacidad de gestión de la información
- I3. Capacidad de organización y planificación
- I4. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- I5. Resolución de problemas
- I6. Comunicación oral y escrita en lengua nativa
- I7. Conocimiento de lenguas extranjeras
- I8. Toma de decisiones

#### Personales

- P2. Razonamiento crítico
- P3. Habilidades en las relaciones interpersonales
- P4. Compromiso ético

#### Sistémicas

- S1. Aprendizaje autónomo
- S2. Adaptación a nuevas situaciones
- S3. Motivación por el trabajo bien hecho
- S4. Iniciativa y espíritu emprendedor
- S5. Creatividad

### 3. Objetivos

Conocimiento de modelos estocásticos de gran utilidad práctica, como cadenas de markov, martingalas, colas y procesos de renovación, y capacidad para el ajuste de los mismos en situaciones reales.

### 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES | HORAS     | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES           | HORAS     |
|--------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|
| Clases teórico-prácticas | 40        | Estudio y trabajo autónomo individual | 90        |
| Laboratorios             | 5         |                                       |           |
| Seminarios-Tutorías      | 10        |                                       |           |
| Otras actividades        | 5         |                                       |           |
| <b>Total presencial</b>  | <b>60</b> | <b>Total no presencial</b>            | <b>90</b> |



## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Procesos Estocásticos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

#### a. Contextualización y justificación

(Ver 1.1).

En esta asignatura se estudian los fundamentos de los procesos estocásticos, como modelos para situaciones reales, analizando su comportamiento y recorriendo diversas áreas de aplicación.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Conocimiento de modelos estocásticos de gran utilidad práctica, como cadenas de Markov, martingalas, colas y procesos de renovación, y capacidad para el ajuste de los mismos en situaciones reales.

#### c. Contenidos

Modelos estocásticos. Cadenas de Markov a tiempo discreto. Martingalas. Procesos de Poisson. Procesos de Markov. Colas. Procesos de Renovación.

#### Temas a desarrollar:

##### 1. Cadenas de Markov

Propiedad de Markov. Probabilidades de transición. Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov. Clasificación de estados. Comportamiento límite y distribuciones estacionarias. Distribuciones y tiempos de salida. Aplicaciones. Proceso de Ramificación.

##### 2. Procesos de Poisson

La distribución exponencial. Definición y características del proceso de Poisson. La ley de los sucesos raros. Procesos no homogéneos. Procesos compuestos. Superposición y descomposición. La distribución uniforme y otras distribuciones asociadas al proceso de Poisson.

##### 3. Cadenas de Markov a tiempo continuo

Probabilidades de transición. Intensidad de cambio de estado. Procesos de nacimiento y muerte. Ecuaciones prospectivas y retrospectivas. Comportamiento límite. Colas.

##### 4. Renovación

Procesos de renovación. Función de renovación. Comportamiento asintótico de los procesos de Renovación. Aplicaciones.



## 5. *Martingalas*

Esperanza condicionada. Propiedades de las martingalas. Aplicaciones.

### d. Métodos docentes

---

Las clases consistirán básicamente en lecciones impartidas por la profesora, dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos y prácticos y a la resolución de problemas o ejercicios. A veces se utilizará la lección magistral y otras, sobre todo en aspectos aplicados, se procurará una mayor implicación del alumno. El estudio de los temas se motivará mediante la exposición de situaciones prácticas y ejemplos, en los que se ponga de manifiesto la necesidad o utilidad de los modelos, técnicas o procedimientos a estudiar.

Al comienzo de cada tema se informará a los alumnos de los capítulos concretos de la bibliografía más adecuados para su estudio. También se les facilitará, principalmente a través del campus virtual, el material de apoyo utilizado para la explicación de la teoría y de algunos ejemplos que se desarrollarán en las clases.

Con frecuencia se propondrá a los alumnos la realización de ejercicios, con el fin de afianzar los conceptos y poner en práctica los métodos estudiados. La profesora solicitará la entrega de algunos de estos ejercicios para su corrección y evaluación. Serán posteriormente devueltos a los estudiantes y comentados en clase, incidiendo especialmente en los puntos oscuros detectados.

En otras ocasiones, las cuestiones propuestas serán la base para el debate a realizar en los seminarios planificados, para los que se distribuirá a los alumnos en grupos, si fuera necesario. El objetivo es facilitar la comunicación entre los estudiantes y la profesora, y poner de manifiesto la marcha del aprendizaje, detectando y tratando de resolver las dificultades encontradas en el mismo. La participación en dichos seminarios será tenida en cuenta en la calificación de los alumnos.

Las clases con ordenador en el laboratorio permitirán la adquisición de habilidades prácticas y servirán también para afianzar los conocimientos teóricos.

En el Campus Virtual los estudiantes encontrarán el material necesario para el seguimiento de la asignatura, así como las fechas de entrega de los trabajos evaluables.

Todas las tareas del alumno serán orientadas por la profesora en las sesiones de tutoría en grupo reducido. Con respecto a las tutorías individualizadas, se atenderá a los estudiantes para discutir cuestiones concretas en relación con sus tareas o para tratar de resolver cualquier otra dificultad del alumno o grupo de alumnos relacionada con la asignatura.

### e. Plan de trabajo

---

#### Actividades formativas:

- **Clases de “teoría”.** Dedicadas a guiar al alumno a través de los elementos básicos de la materia mediante la exposición sintética por la profesora de los aspectos más relevantes o complicados que sean precisos para la adquisición de las competencias específicas. Para su impartición en el aula, la profesora se apoyará en los diversos medios disponibles: audiovisuales, pizarra, proyector, páginas web,... Las clases de “teoría” juegan un papel crucial en la enseñanza de cualquier disciplina científica, también de ésta, de índole aplicado. Se olvida en demasiadas ocasiones que sin conocimiento teórico, sin desarrollo de la capacidad de abstracción, resulta imposible la resolución de un problema real mediante la aplicación de procedimiento científico alguno. Por ello



consideramos que las clases de teoría constituyen un elemento fundamental de nuestro entorno educativo, siendo en ellas necesaria una **participación muy activa del alumno, exigiendo de éste la máxima atención para obtener de la exposición realizada por la profesora el mayor aprovechamiento**. Además, en todas las disciplinas científicas es en las clases de teoría donde podríamos decir que el aprendizaje resulta más eficaz, si lo medimos en términos de horas de dedicación respecto de la relevancia o dificultad de los conocimientos que se adquieren, que se refieren a las partes fundamentales, aquellas que abren las puertas a los recursos más complejos que ofrece la disciplina. No obstante, la actividad docente no está centrada en las clases teóricas, sino en la adquisición por el estudiante de las competencias descritas para esta titulación de Grado en Estadística, para lo cual se tendrá en cuenta la situación de partida del estudiante, y se guardará el debido equilibrio con otras actividades igualmente necesarias.

- **Clases de problemas y/o ejercicios.** Desarrolladas con la ayuda de la profesora, aunque con una participación muy activa de los alumnos mediante la resolución de problemas y el debate, presentación y análisis de resultados. Estas clases de problemas tendrán lugar en el aula o en el laboratorio de estadística con ayuda del ordenador. Las sesiones de problemas pueden ser, en ocasiones, simultaneadas con las sesiones teóricas, por cuanto son complementarias.

- **Laboratorio.** En la sala de ordenadores, los estudiantes, con la ayuda de la profesora, profundizarán en aspectos teórico-prácticos y desarrollarán algunas de las competencias de la asignatura. La actividad de los estudiantes en el laboratorio es clave en toda la titulación. Además de las clases prácticas a las que asisten los estudiantes en el laboratorio, estos tendrán acceso al mismo fuera de las horas de clase. El desarrollo de las competencias relacionadas con las TIC se conseguirá en buena medida a través de esta actividad.

- **Realización de Trabajos propuestos.** El estudiante se enfrentará a la resolución y presentación de ejercicios relacionados con la materia, para facilitar la adquisición de competencias tanto específicas como genéricas y como parte del sistema de evaluación continua.

- **Exámenes parciales.** Permitirán medir de forma individualizada el rendimiento de los estudiantes, así como el nivel de desarrollo de competencias. Se realizarán en horas de clase.

- **Seminarios.** El estudiante participará en seminarios organizados por la profesora, destinados fundamentalmente a la adquisición de competencias específicas de la materia y competencias genéricas como la capacidad de abstracción y el razonamiento crítico, así como al desarrollo de habilidades en las relaciones interpersonales y la capacidad de comunicación. En los seminarios se presentarán y discutirán diversas cuestiones, ejercicios o problemas sobre los aspectos más relevantes o de mayor dificultad de la materia.

- **Tutorías personalizadas.** En ellas el estudiante, bien solo o en grupo muy reducido, podrá recibir de la profesora cuantas aclaraciones sean pertinentes en relación con el estudio de la materia o la realización de trabajos. Las tutorías individualizadas podrán ser atendidas tanto en el horario fijado oficialmente como a cualquier otra hora, previa cita con el profesor.

- **Estudio y trabajo personal.** En este apartado se engloban la mayor parte de las actividades no presenciales cuya realización es fundamental en cualquier proceso de aprendizaje para afianzar la adquisición de las competencias propias de la titulación. Se incluyen aquí el estudio personal, la práctica autónoma con herramientas informáticas, la resolución individual de problemas, la realización de trabajos y preparación de



exposiciones de los mismos, la preparación de seminarios y exámenes... y en general la realización de todas las actividades llevadas a cabo sin la presencia de la profesora. El tiempo que un estudiante debiera dedicar a estas actividades no presenciales se estima en torno al 60% de la dedicación total que establece el sistema de créditos ECTS, que asigna 25 horas por crédito. (Ver la tabla del apartado 4).

• **Examen final.** Constituye el último elemento del proceso de evaluación de la adquisición de competencias del estudiante. El alumno tendrá que dar respuesta a varias cuestiones teóricas y prácticas así como resolver ejercicios similares a los trabajados durante el curso, en un tiempo máximo de tres horas. Tendrá lugar el día establecido en el calendario oficial publicado.

Convocatoria Extraordinaria: Tendrá lugar el día del mes de Julio que se fije en el calendario oficial publicado.

---

## f. Evaluación

---

Según se indica en la memoria de verificación del título, por lo general, en las asignaturas del GEST la evaluación será continua. La adopción del sistema de evaluación continua permite beneficiarse de su faceta formativa, por cuanto supone de estímulo de una dedicación constante y de una mayor implicación del estudiante en su formación, lo que, además, le permite valorar su situación en relación con los objetivos que se hubiera marcado. También tiene implicaciones en la actividad docente del profesor, ya que la evaluación continua le permite conocer la progresión de cada estudiante y por tanto modificar sus estrategias para mejorar la adquisición de competencias. Por otro lado, la evaluación continua tiene, al final del proceso, la función de acreditar que el estudiante ha invertido con éxito sus créditos en las actividades de aprendizaje.

Las asignaturas encuadradas en la Materia de Técnicas Estadísticas son el centro de la titulación, determinando sus contenidos la naturaleza del título. Tienen un marcado carácter aplicado, por cuanto en ellas se exponen los diferentes métodos y modelos que los graduados deberán manejar. Se evaluará de forma continua la adquisición de las competencias específicas a través de, principalmente, seminarios, la elaboración y presentación de trabajos prácticos y la realización de pruebas parciales y exámenes.

### **Criterios de evaluación y calificación para la asignatura de “Procesos Estocásticos”:**

#### **Primera convocatoria (ordinaria): EVALUACIÓN CONTÍNUA**

La calificación de cada alumno se hará mediante evaluación continua de las diferentes actividades programadas en la asignatura: entrega de trabajos, participación en seminarios y prácticas, realización de exámenes parcial y final.

- La participación habitual en las clases, seminarios y prácticas de la asignatura se puntuará globalmente con una calificación **S**, en una escala de 0 a 10, teniendo en cuenta el trabajo realizado a lo largo de todo el curso, la actitud y el interés manifestado por aprender.
- En las fechas señaladas en el calendario general de actividades de 4º del Grado en Estadística, (ver <http://www.eio.uva.es/docencia/grado/>) se recogerán los trabajos propuestos a los estudiantes con la antelación suficiente. Cada uno de ellos se corregirá y calificará, en una escala de 0 a 10, informando a los estudiantes del resultado obtenido, así como de los errores cometidos, en su caso. La nota media **T** de



todos estos trabajos se utilizará directamente en la calificación final de la asignatura en la primera convocatoria, según se indica más abajo.

- Asimismo en la fecha señalada en el calendario general de actividades se realizará un examen parcial que se calificará, en una escala de 0 a 10, con una puntuación **P**, informando a los estudiantes del resultado obtenido, así como de los errores cometidos, en su caso.
- El examen final realizado en la convocatoria ordinaria recibirá una puntuación **E**, en una escala de 0 a 10. Que **E** sea mayor o igual que 3 será una condición necesaria para aprobar la asignatura.

La calificación final de la asignatura será  $C = (S/10) + (T*2/10) + (P*3/10) + (E*4/10)$ .

### Segunda convocatoria (extraordinaria):

En esta convocatoria la calificación será la del examen global correspondiente.

La calificación final de la asignatura se hará sobre 10, con un decimal y su correspondencia cualitativa.

---

### g. Bibliografía básica

- \* DURRET, R. *Essentials of Stochastic Processes*. Springer, 1999. (2nd edition, Springer 2012)
- \* BLASCO y PÉREZ-DÍAZ. *Modelos aleatorios en Ingeniería*. Paraninfo, 2015.
- \* TAYLOR y KARLIN. *An Introduction to Stochastic Modeling*. Academic Press, 1993
- \* KULKARNI, V. G. *Modeling and analysis of Stochastic Systems*. Chapman & Hall. 1995 (Second edition CRC press)
- \* ROSS, S. *Stochastic Processes*. Wiley, 1996
- \* NORRIS, JAMES R. *Markov Chains*. Cambridge University Press, 1999
- \* RESNICK, SIDNEY. *Adventures in stochastic processes*. Birkhäuser, 2002 (3rd printing)

---

### h. Bibliografía complementaria

- GUT, ALLAN. *An Intermediate Course in Probability*. Springer-Verlag., 1995.
- GUT, ALLAN. *Probability. A graduate course*. Springer, 2005.
- GRIMMETT & STIRZAKER. *Probability and Random Processes*. Oxford. 1992.
- GRINSTEAD & SNELL. *Introduction to probability*. (Disponible en [http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching\\_aids/books\\_articles/probability\\_book/book.html](http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book.html))
- TIJMS, H. C. *A first course in stochastic models*. Wiley 2003.
- Toda la bibliografía recomendada está a disposición de los alumnos, tanto en la biblioteca de la Facultad como en la biblioteca del Departamento de Estadística.





## i. Recursos necesarios

En el campus virtual de la Uva, <http://campusvirtual.uva.es/>, o en su defecto, en la página web de la profesora, <http://www.eio.uva.es/~lourdes> se encontrará a disposición de los alumnos diverso material que será utilizado a lo largo del curso.

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

### Primera convocatoria (Evaluación continua):

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO                           | PESO EN LA NOTA FINAL |
|---|-----------------------|
| Participación en clases, seminarios y prácticas (S) | 10%                   |
| Tareas entregadas en las fechas previstas (T)       | 20%                   |
| Examen parcial (P)                                  | 30%                   |
| Examen final (E)                                    | 40%                   |

### Segunda convocatoria: EXAMEN FINAL 100%

## 8. Consideraciones finales

En la página web del Departamento se encontrará diversa información acerca del Grado en Estadística, en particular el calendario completo de actividades y de exámenes y los horarios. (<http://www.eio.uva.es/docencia/grado/>).