

**Guía docente de la asignatura**

Asignatura	MODELOS LINEALES		
Materia	TÉCNICAS ESTADÍSTICAS		
Titulación	GRADO EN ESTADÍSTICA/ INDAT		
Plan	549 / 551	Código	47096
Periodo de impartición	Segundo Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatorio
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	Tercero
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Español, utilizando parte del material en inglés.		
Profesor/es responsable/s	Lourdes Barba Escribá		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	lbarba@eio.uva.es Teléfono: Ext. 5872		
Horario de tutorías	Lunes, de 13 a 14. Martes, de 11 a 12. Miércoles, de 12 a 14. Viernes, de 11 a 13.		
Departamento	Estadística e Investigación Operativa		

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

Una vez asentadas las bases conceptuales de la estadística, a través de las asignaturas de primero y segundo, se entra en el desarrollo de las diferentes técnicas, modelos, métodos y procedimientos estadísticos con un enfoque eminentemente aplicado. Aquí se sitúan los **modelos lineales** como herramienta básica y a la vez potente dentro de la metodología estadística, jugando un papel fundamental los procedimientos de Regresión y la técnica de Análisis de la varianza que constituyen la base de la asignatura.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se encaja en el plan de estudios dentro de la materia 2, denominada "Técnicas Estadísticas", en la que se reúnen los contenidos estadísticos avanzados de la titulación, articulados en 18 asignaturas. "Modelos Lineales" es una de las 6 obligatorias, continuación natural y ampliación de otra de ellas, "Regresión y Anova", que se imparte en el primer cuatrimestre. Ahora se profundiza en el estudio de la regresión múltiple, con diversas herramientas de diagnóstico, selección, construcción y validación de modelos, y se amplía el panorama de la modelización introduciendo nuevas ideas y técnicas.



1.3 Prerrequisitos

Para poder seguir la asignatura se requiere el conocimiento del cálculo de probabilidades básico y el manejo de distribuciones, especialmente la normal y las relacionadas con ella. Es imprescindible el conocimiento de los procedimientos estadísticos de estimación, contraste de hipótesis y construcción de intervalos de confianza. También son necesarios conocimientos básicos de álgebra y cálculo, así como un nivel mínimo de inglés técnico. Es conveniente haber cursado la asignatura del primer cuatrimestre "Regresión y Anova".

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 los modelos de regresión lineal, incluyendo el ajuste, el análisis y la validación de dichos modelos, junto con la interpretación de resultados, en diversas áreas de aplicación.

4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas-seminarios de aula (A)	10		
Laboratorios (L)	20		
Total presencial	60	Total no presencial	90

5. Bloques temáticos

La asignatura comprende un único bloque temático.

**Bloque 1: Modelos lineales**

Carga de trabajo en créditos ECTS:

6

a. Contextualización y justificación

(Ver 1.1).

En esta asignatura se estudian los fundamentos de la teoría y aplicación de los modelos lineales, que constituyen sin duda una herramienta básica y a la vez potente dentro de la metodología estadística. El propósito es analizar si existe, o no, alguna relación entre ciertas variables, y en caso afirmativo, expresarla de la forma más precisa posible.

Se tratará de describir la variabilidad de una cierta magnitud observable mediante una o más variables explicativas, que se cree que pueden estar relacionadas con la primera. Dicha descripción se hará mediante un modelo que habrá que ajustar y verificar, y que servirá para hacer predicciones o simplemente explicar un cierto fenómeno, en campos tan diversos como la experimentación industrial, la medicina, la economía o la psicología. Se estudiarán datos de todos estos campos y otros muchos, con el fin de extraer información de los mismos, especialmente mediante procedimientos de Regresión.

b. Objetivos de aprendizaje

(Ver apartado 3).

- Estudio de modelos estadísticos, su utilidad y limitaciones, centrándose en los modelos de regresión lineal.
- Manejo de paquetes estadísticos de cierta potencia, como SAS, incidiendo en el tratamiento de conjuntos de datos mediante procedimientos de regresión y análisis de la varianza.
- Interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos anteriores.

c. Contenidos

Modelos de regresión lineal. Estimación, inferencia y predicción. Construcción, selección, diagnóstico y validación. Análisis de residuos. Modelos polinómicos. Uso de transformaciones. Mínimos cuadrados ponderados. Regresión con variables cualitativas. Análisis de la covarianza.

Temas a desarrollar:

1- El modelo de regresión lineal múltiple.

El modelo y sus hipótesis. Fases en el ajuste. Formulación matricial.

Estimación de parámetros y su interpretación.

El contraste de regresión. Análisis de la varianza. Coeficiente de determinación normal y ajustado.

Otras inferencias sobre los parámetros. Intervalos de confianza. Predicción.

Sumas de cuadrados parciales y contrastes F parciales.

Coeficientes de determinación y de correlación parcial.

2- Diagnóstico del modelo de regresión.

Análisis crítico del modelo y su uso. Interpretación de resultados según el origen de los datos.



Gráficos de diagnóstico. Análisis de los residuos. Residuos estudentizados. Gráficos de residuos parciales. Observaciones atípicas e influyentes.
Robustez del modelo y medidas de influencia. Efecto palanca. Estadísticos de influencia.
Transformaciones sobre las variables dirigidas a mejorar el ajuste. Otras alternativas.
Mínimos cuadrados ponderados y generalizados. Estimación robusta.

3- Multicolinealidad.

El problema de la multicolinealidad: Sus efectos, su detección y su tratamiento.
El factor de incremento de la varianza. Regresión Ridge. Regresión sobre componentes principales.

4- Selección y validación de modelos.

Problemas de especificación del modelo. Falta de ajuste.
Métodos de selección de variables.
Estadísticos de diagnóstico. El estadístico Cp de Mallows.
Criterios de Información.
Métodos Forward, Backward, Stepwise y otros.
Validación del modelo. Validación cruzada. Remuestreo.
Otras alternativas de regularización y selección. Lasso, red elástica.

5- Otros modelos de regresión

Ajuste de curvas. Modelos polinómicos. Superficies de respuesta.
Regresión con variables cualitativas.
Modelos con variables ficticias.
Modelos con variables ficticias y continuas. El análisis de la covarianza.

d. Métodos docentes

Las clases de pizarra 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 el acceso al material expuesto, tanto teórico como práctico.

Con frecuencia se propondrá a los alumnos la realización de ejercicios, individualmente o en pequeños grupos, 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 y sus prácticas: Conjuntos de datos, guiones para las prácticas, problemas propuestos, etc., así como las fechas de entrega de los trabajos evaluables.

Todas las tareas del alumno (estudio, trabajos, programas de ordenador, lecturas, exposiciones, ejercicios, prácticas...) serán orientadas por la profesora en las sesiones de tutoría en grupo reducido. Con respecto a las tutorías individualizadas o en grupo muy reducido, 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. Serán impartidas generalmente en el aula, en la que la profesora se podrá apoyar en medios 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 con apoyo de material proporcionado por la profesora, o en el laboratorio de estadística con ayuda, además, del ordenador. Las sesiones de problemas pueden ser, en ocasiones, simultaneadas con las sesiones teóricas, por cuanto son complementarias.
- **Laboratorio.** En las salas 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 esta asignatura como en toda la titulación. A través de las prácticas de



laboratorio, fijarán algunos conceptos teóricos y aprenderán el manejo de alguno de los principales paquetes de programas estadísticos existentes, siguiendo las recomendaciones de las asociaciones estadísticas internacionales más prestigiosas y atendiendo a las demandas de los empleadores, enfrentándose a la resolución de problemas reales. 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 en grupo.** Los estudiantes deberán realizar por grupos dos trabajos relacionados con la materia, que serán presentados en las fechas fijadas al comienzo del curso, para facilitar la adquisición de competencias tanto específicas como genéricas y como parte del sistema de evaluación continua.

- **Presentación de trabajos.** Aunque la presentación se hará habitualmente de forma escrita, algunos trabajos serán presentados también mediante una exposición oral. El desarrollo de estas competencias genéricas es fundamental para el buen ejercicio de la profesión.

- **Examen parcial.** Los estudiantes realizarán, hacia la mitad del curso, un examen parcial que les permitirá medir su rendimiento en el estudio, y evaluar la adquisición de competencias específicas.

- **Seminarios.** El estudiante participará en seminarios organizados por la profesora, destinados fundamentalmente al desarrollo 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 algunos de los trabajos realizados por los estudiantes, así como otras cuestiones o aspectos de la materia, más relevantes o de mayor dificultad.

- **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, la realización de trabajos dirigidos o la presentación de los mismos. 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 específicas por el estudiante. El alumno tendrá que dar respuesta a varias cuestiones teóricas y prácticas así como interpretar los resultados de análisis llevados a cabo sobre algún conjunto de datos. Tendrá lugar el día que se fije en el calendario oficial publicado por la Facultad.



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 “Modelos Lineales”:

Primera convocatoria (ordinaria): EVALUACIÓN CONTÍNUA

La calificación de cada alumno se hará mediante evaluación continua de las diferentes actividades programadas en la asignatura: Presentación 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 docentes, (ver <http://www.eio.uva.es/docencia/grado/>) se recogerán los dos trabajos propuestos a los estudiantes con la antelación suficiente. Cada uno de ellos se corregirá y calificará, en una escala de 0 a 10, teniendo en cuenta además de los contenidos la presentación, informando a los estudiantes del resultado obtenido, así como de los errores cometidos, en su caso. La nota media **T** de 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): EXAMEN GLOBAL

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



g. Bibliografía básica

- FREUND, R. J. - WILSON, W. J. - SA, P. Regression analysis. Statistical modeling of a response variable. 2ª Ed. (2006)
- MONTGOMERY, D. C. - PECK, E. A. - VINING, G. G. Introduction to linear regression analysis. 4ª Ed. (2006).
- MONTGOMERY, D. C. - PECK, E. A. - VINING, G. G. Introducción al análisis de regresión lineal. 3ª Ed (2006).
- VILAR, J.M. (2006). Modelos estadísticos Aplicados. Univ. da Coruña.

h. Bibliografía complementaria

- AGRESTI, A. –FINLAY, B. Statistical methods for the social sciences. (1997)
- BOX, HUNTER y HUNTER. (1989). *Estadística para experimentadores*. Ed. Reverté.
- CHATERJEE, S. y PRICE, B. (1991). *Regression Analysis by Example*. Wiley.
- DRAPER & SMITH. (1980) *Applied Regression*. Wiley.
- EVANS, M. J. Y ROSENTHAL, J. S. (2005) *Probabilidad y estadística*. Reverté.
- FREUND, R. J. - WILSON, W. J. - MOHR, D. Statistical methods. 3ª Ed. (2010)
- NETER, J., KUTNER, M.H., NACHTSHEIM, C.J. y WASSERMAN, W. (2005). Applied Linear Statistical Models, McGrawHill. (Con CD-Rom).
- PEÑA, D. (2002). Regresión y diseño de experimentos. Alianza editorial.
- PEÑA, D. (1989). Estadística 2. Modelos Lineales y Series Temporales. Editorial Alianza Universidad Textos, 2ª edición revisada.
- Manual de SAS:
<http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/bookshelf/misc/statistician.html>
- PÉREZ, C. (2001). *El Sistema estadístico SAS*. Prentice Hall.

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.

6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Modelos lineales	6	2º cuatrimestre



7. Tabla resumen de los instrumentos, procedimientos y sistemas de evaluación/calificación

Primera convocatoria : EVALUACIÓN CONTÍNUA

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL
Participación en clases, seminarios y prácticas (S)	10%
Tareas presentadas 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 encuentra diversa información acerca del Grado en Estadística, así como acerca del Programa de Estudios Conjunto de Grado en Ingeniería Informática y Grado en Estadística (INDAT). En particular el calendario de actividades y los horarios. (<http://www.eio.uva.es/docencia/grado/>)