



E.T.S. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos y
de Ingeniería de Minas
Universidad Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura:
Estadística Aplicada
(Applied Statistics)

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

1. Datos de la asignatura

Nombre	Estadística Aplicada				
Materia*	Fundamentos Matemáticos e Informáticos				
Módulo*	Módulo de Formación Básica(I)				
Código	516101002				
Titulación	Grado en Ingeniería Civil				
Plan de estudios	2010				
Centro	E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
Tipo	Asignatura Básica				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	1	Curso	1º
Idioma	Castellano				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:
<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>



2. Datos del profesorado

Profesor responsable	María del Carmen Bueso Sánchez		
Departamento	Matemática Aplicada y Estadística		
Área de conocimiento	Estadística e Investigación Operativa		
Ubicación del despacho	Campus La Muralla, Antiguo Hospital de Marina, Planta Baja, Despacho B015		
Teléfono	968 33 89 06	Fax	968 33 89 16
Correo electrónico	mcarmen.bueso@upct.es		
URL / WEB	http://www.dmae.upct.es/		
Horario de atención / Tutorías	Consultar en http://www.dmae.upct.es		
Ubicación durante las tutorías	A determinar a comienzo del curso		

Titulación	Licenciada/Doctora en Ciencias Matemáticas
Vinculación con la UPCT	Profesora Titular de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	2000
Nº de quinquenios (si procede)	5
Líneas de investigación (si procede)	Modelos estocásticos espacio-temporales, inferencia y diseño de muestreo, desde 1992. Estadística aplicada, modelización e inferencia para fenómenos de tipo físico-químicos y medioambientales, desde 2004.
Nº de sexenios (si procede)	4
Experiencia profesional (si procede)	
Otros temas de interés	Prospección y análisis de datos de la Universidad Politécnica de Cartagena.



Profesor	Juan Antonio Vives Valero		
Departamento	Matemática Aplicada y Estadística		
Área de conocimiento	Estadística e Investigación Operativa		
Ubicación del despacho	Campus La Muralla, Antiguo Hospital de Marina, Planta Baja, Despacho B033		
Teléfono	868 071095	Fax	968 33 89 16
Correo electrónico	juan.vives@upct.es		
URL / WEB	http://www.dmae.upct.es/		
Horario de atención / Tutorías	Consultar en http://www.dmae.upct.es		
Ubicación durante las tutorías	A determinar a comienzo del curso		

Titulación	Licenciado en Ciencias Matemáticas
Vinculación con la UPCT	Profesor Asociado a Tiempo Parcial
Año de ingreso en la UPCT	2009
Nº de quinquenios (si procede)	
Líneas de investigación (si procede)	Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional (si procede)	Profesor Titular de Enseñanza Secundaria
Otros temas de interés	Innovación Docente

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura "Estadística Aplicada" es una asignatura con un carácter eminentemente aplicado y tiene como objetivo que los alumnos de ingeniería civil adquieran los conocimientos necesarios para comprender y estudiar los fenómenos no deterministas, así como para poder aplicar las técnicas estadísticas a la exploración y análisis de conjuntos de datos numerosos.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura "Estadística Aplicada" se ha diseñado teniendo en cuenta el perfil profesional del ingeniero en obra civil. Como consecuencia, el objetivo de la misma es formar a los alumnos para que puedan aplicar y ampliar sin dificultad los aspectos puntuales que requiera de esta disciplina en su futura actividad profesional.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura "Estadística Aplicada" junto con las asignaturas "Matemáticas", "Ampliación de Matemáticas" e "Informática y Cálculo Numérico" comprenden la materia "Fundamentos Matemáticos e Informáticos" dentro del Módulo de Formación Básica. Los conocimientos adquiridos en estas asignaturas permitirán que el alumno pueda comprender algunos de los problemas matemáticos que se planteen en otras asignaturas posteriores. Asimismo, facilitarán el seguimiento de asignaturas que requieran conocimientos informáticos.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Al tratarse de una asignatura básica que utiliza bastantes herramientas matemáticas, será de gran utilidad que los alumnos hayan obtenido previamente los siguientes conocimientos mínimos para un correcto seguimiento de la asignatura: funciones de variable real, cálculo diferencial e integral en una variable, funciones de varias variables y cálculo diferencial e integral en varias variables.

3.6. Medidas especiales previstas

El alumno que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales deberá comunicarlo al profesorado al inicio del cuatrimestre.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

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.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización. Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Diseñar y emprender proyectos innovadores.

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

1. Conocer las técnicas descriptivas de clasificación y obtención de información a través de parámetros que caractericen el conjunto de datos objeto de estudio.
2. Conocer los principios generales de la teoría de la probabilidad.
3. Analizar e identificar los modelos de distribuciones de probabilidad que subyacen más frecuentemente.
4. Conocer los principios y aplicaciones de la inferencia estadística (técnicas de estimación de parámetros, intervalos de confianza y contrastes de hipótesis paramétricos y test de bondad de ajuste).
5. Aplicar las técnicas de mínimos cuadrados para obtener relaciones lineales o no lineales entre conjuntos de datos observados de manera simultánea.
6. Poseer destrezas en el manejo de tablas estadísticas, así como de software específico para la exploración y análisis de datos.
7. Aplicar a problemas reales los conocimientos adquiridos en esta asignatura diseñando proyectos innovadores para su correcta resolución.

** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf



5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Estadística Descriptiva. Probabilidad. Modelos probabilísticos. Gráficos de Control. Inferencia estadística. Test de Bondad de Ajuste (Test Ji-cuadrado y Kolmogorov). Modelos de regresión aplicados a ingeniería.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UNIDAD DIDÁCTICA I: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA PROBABILIDAD

Tema 1. Estadística Descriptiva.

1. Generalidades.
2. Tabla de frecuencias. Representación gráfica.
3. Síntesis numérica de una variable estadística unidimensional.
4. Diagrama de caja-bigotes.

Tema 2. Fundamentos de la Probabilidad.

1. Espacio muestral.
2. Concepto de probabilidad. Definición axiomática.
3. Probabilidad condicionada. Independencia de sucesos.
4. Teorema de la Probabilidad Total. Teorema de Bayes.

UNIDAD DIDÁCTICA II: VARIABLES ALEATORIAS

Tema 3. Variables Aleatorias.

1. Concepto de variable aleatoria. Función de distribución. Propiedades.
2. Tipos de variables aleatorias: variable aleatoria discreta y variable aleatoria continua.
3. Características de una variable aleatoria: esperanza matemática.
4. Desigualdad de Tchebychev.

Tema 4. Vectores Aleatorios.

1. Distribución conjunta.
2. Distribuciones marginales y condicionadas.
3. Independencia de variables aleatorias.

Tema 5. Distribuciones Discretas de Probabilidad.

1. Distribución uniforme discreta.
2. Distribución de Bernoulli. Distribución binomial.
3. Distribución de Poisson.

Tema 6. Distribuciones Continuas de Probabilidad.

1. Distribución uniforme.
2. Distribución exponencial.
3. Distribución normal. Distribuciones asociadas a la distribución normal.

UNIDAD DIDÁCTICA III: INFERENCIA ESTADÍSTICA

Tema 7. Muestreo y Distribuciones de Muestreo.

1. Muestra aleatoria simple. Distribución de la muestra.
2. Concepto de estadístico.
3. Estudio de la media y la varianza muestrales.
4. Muestreo en poblaciones normales. Teorema Central del Límite.
5. Nociones básicas aplicadas al control estadístico de procesos.

Tema 8. Introducción a la Teoría de Estimación.

1. Conceptos básicos.
2. Estimación puntual. Propiedades de los estimadores.
3. Estimación por intervalos de confianza. Construcción de intervalos de confianza.
4. Intervalos de confianza para los parámetros de distribuciones normales.



Tema 9. Contraste de Hipótesis.

1. Planteamiento general de un problema de contraste de hipótesis.
2. Conceptos básicos. Tipos de errores. Regla de decisión.
3. Contrastes de hipótesis sobre los parámetros de las distribuciones más usuales.
4. Tests de bondad de ajuste: Test Ji-cuadrado y Test de Kolmogorov.

UNIDAD DIDÁCTICA IV: MODELOS DE REGRESIÓN

Tema 10. Modelo de Regresión Lineal Simple.

1. Formulación del modelo. Hipótesis del modelo.
2. Estimación de los parámetros.
3. Construcción de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis sobre los parámetros del modelo.
4. Predicción.
5. Validación del modelo.

Tema 11. Modelo de Regresión Lineal Múltiple.

1. Formulación del modelo. Hipótesis del modelo.
2. Estimación e inferencia para los parámetros del modelo.
3. Predicción.
4. Validación del modelo.
5. Selección de variables en regresión lineal múltiple.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Práctica 1. Introducción al software de prácticas. Manejo de ficheros de datos.

Se presenta el software de prácticas. Se aprende, por una parte, a introducir datos y crear nuestro propio conjunto de datos y, por otra, a importar datos desde un fichero de texto.

Práctica 2. Estadística descriptiva.

Se obtienen representaciones gráficas del conjunto de datos que permiten visualizar el comportamiento global de las variables en estudio. Además, se calculan resúmenes numéricos para el total del conjunto de datos y distinguiendo subgrupos definidos por variables de tipo factor.

Práctica 3. Distribuciones asociadas a variables aleatorias.

Para distintos modelos de distribuciones, se representan gráficamente la función de densidad (para v.a. continua), puntual de probabilidad (para v.a. discreta) o la función de distribución, se calculan probabilidades y cuantiles asociados a varios modelos discretos y continuos.

Práctica 4. Simulación de un proceso de muestreo. Estimación puntual y estimación por intervalos de confianza para la media. Gráficos de control.

Se simula un proceso de muestreo, considerando muestras de diferentes tamaños. A partir de los datos muestrales, se construyen intervalos de confianza y se comprueba cómo afecta el tamaño muestral a las estimaciones obtenidas.

Práctica 5. Contrastes de hipótesis.

Se realizan diferentes contrastes de hipótesis paramétricas admitiendo la hipótesis de normalidad para las poblaciones en estudio. En particular, se centra la práctica en los test de hipótesis para la media de una población y para la diferencia de medias de dos poblaciones. Por último, se realizan los contrastes no paramétricos de bondad de ajuste.

Práctica 6. Modelos de regresión.

Se ilustra cómo ajustar el modelo de regresión lineal para predecir una variable dependiente a partir de otras variables relacionadas. Se presentan diferentes procedimientos para la selección de las variables que estarán presentes en el modelo. Finalmente, se introducen los pasos a seguir para la validación de las hipótesis impuestas en el modelo.

Práctica 7. Análisis de conjuntos de datos numerosos.

Se analizan conjuntos de datos aplicando las técnicas estadísticas introducidas a lo largo



del curso.

Las prácticas se desarrollarán en las aulas de informática del centro y se hará uso del entorno de programación R para el análisis de datos.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I. DESCRIPTIVE STATISTICS AND PROBABILITY

- 1. Descriptive statistics.**
- 2. Introduction to Probability Theory.**

II. RANDOM VARIABLES

- 3. Random Variables.**
- 4. Random Vectors.**
- 5. Discrete Univariate Distributions.**
- 6. Continuous Univariate Distributions.**

III. STATISTICAL INFERENCE

- 7. Sampling and sampling distributions.**
- 8. Introduction to Estimation Theory.**
- 9. Hypothesis Testing.**

IV. REGRESSION MODELS

- 10. Simple Linear Regression Model.**
- 11. Multiple Linear Regression Model.**

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

UNIDAD DIDÁCTICA I: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA PROBABILIAD

Conocer las representaciones gráficas y las medidas numéricas que resumen la información contenida en el conjunto de datos objeto de estudio.



Conocer los principios generales de la teoría de la probabilidad.
Construir y aplicar árboles de decisión como herramienta para la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.

UNIDAD DIDÁCTICA II: VARIABLES ALEATORIAS

Conocer el concepto de variable aleatoria.

Conocer las características más relevantes de algunos modelos clásicos de probabilidad.

Identificar situaciones de independencia e interdependencia estadística entre un conjunto de dos o más variables aleatorias.

UNIDAD DIDÁCTICA III: INFERENCIA ESTADÍSTICA

Conocer los fundamentos y técnicas básicas del muestreo estadístico.

Conocer los principios y aplicaciones de la inferencia estadística (técnicas de estimación de parámetros, intervalos de confianza y contrastes de hipótesis paramétricos y test de bondad de ajuste).

Aplicar las técnicas básicas del control de procesos productivos y manejar los distintos criterios que indican la falta de control del proceso.

UNIDAD DIDÁCTICA IV: MODELOS DE REGRESIÓN

Aplicar las técnicas de mínimos cuadrados para obtener relaciones lineales o no lineales entre conjuntos de datos observados de manera simultánea.

Conocer los modelos de regresión lineal (simple y múltiple) y las hipótesis asociadas a este tipo de modelos.

Validar el modelo, detectando y corrigiendo las posibles violaciones en las distintas hipótesis de partida.

Conocer y aplicar las técnicas de selección del mejor modelo así como decidir o proponer modelos adecuados.



6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	Presencial: Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	27
		No presencial: Estudio de la materia.	27
Clase de problemas. Resolución de ejercicios y problemas tipo	Se resolverán ejercicios y problemas tipo. Se enfatizará en la forma de plantear los métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas y/o situaciones reales para que los alumnos las resuelvan de manera individual o en pequeños grupos, siendo guiados paso a paso por el profesor.	Presencial: Participación activa. Resolución de ejercicios y problemas. Planteamiento de dudas.	21
		No presencial: Resolución de los ejercicios y problemas propuestos por el profesor.	57
Clases prácticas. Sesiones en el aula de informática	Las sesiones prácticas en el aula de informática son fundamentales para la aplicación de las técnicas estadísticas al análisis de conjuntos de datos reales que suelen involucrar un elevado número de observaciones. En estas sesiones prácticas se introducirá al alumno en el manejo de software específico necesario para la aplicación de los procedimientos estadísticos desarrollados en clase.	Presencial: Asistencia a las sesiones de prácticas programadas a lo largo del curso. Participación activa.	12
		No presencial: Realización de las tareas propuestas por el profesor.	22,5
Actividades de evaluación sumativa	Se realizarán varias pruebas escritas individuales. Estas pruebas están distribuidas a lo largo del curso y permiten comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	Presencial: Realización de las pruebas escritas.	6
		No presencial:	
Tutorías individuales y de grupo	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios, problemas y prácticas de ordenador. Tienen como objetivo realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje.	Presencial: Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	3
		No presencial: Planteamiento de dudas por correo electrónico.	1
Examen	Evaluación escrita (examen oficial).	Presencial: Realización del examen.	3,5
		No presencial:	
			180



6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	X	X		X						
Clase de problemas. Resolución de ejercicios y problemas tipo			X	X	X	X				
Clases prácticas. Sesiones en el aula de informática						X	X			
Actividades de evaluación sumativa	X	X	X	X	X	X	X			
Tutorías individuales y de grupo			X		X		X			
Examen	X	X	X	X	X	X	X			



7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen final	X		<p>Se realizará un examen final que constará de dos partes.</p> <p>La primera parte consistirá en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas sin hacer uso del ordenador, con un peso relativo del 80%. En esta parte se evaluará la comprensión de los conceptos, así como la adquisición de las habilidades previstas.</p> <p>En la segunda parte se resolverán problemas reales haciendo uso del software de prácticas de ordenador, con un peso relativo del 20%. En esta parte se evaluará la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos a la práctica, así como la capacidad de diseñar proyectos innovadores que conduzcan a la correcta resolución de los problemas planteados. Asimismo, también se evaluará la habilidad en el manejo del software estadístico.</p>	80%	1-7
Prueba escrita individual	X		<p>Se realizarán varias pruebas escritas individuales, distribuidas a lo largo del curso. Se evaluará la comprensión de los conceptos, así como la adquisición de las habilidades previstas.</p>	20%	1-6

El alumno superará la asignatura si la puntuación final, sumando todas las puntuaciones obtenidas en las distintas técnicas, es igual o superior a 5 sobre 10.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por éste, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

Dicha prueba supondrá el 100% de la nota final. Para ello, se incluirán cuestiones adicionales en el examen final tanto en la parte de teoría-problemas como en la parte de prácticas, siendo en este caso la ponderación del 84% y 16%, respectivamente. Aquellos alumnos que se presenten en las convocatorias extraordinarias de junio y de septiembre podrán optar por realizar esta prueba global de evaluación.



7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Resolución de ejercicios y problemas propuestos en clase y en el Aula Virtual.
- Realización de pruebas escritas individuales distribuidas a lo largo del curso.
- Tutorías individuales y de grupo.



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Arriaza-Gómez, A. *et al.* (2008). *Estadística Básica con R y R-Commander*. Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones, Cádiz. <http://knuth.uca.es/ebrcmdr>.

Devore, J. L. (2001). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. S.A. Thomson Paraninfo.

Kessler, M. (2008). *Métodos Estadísticos de la Ingeniería*. Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Gráficas F. Gómez, S.L., Cartagena. <http://hdl.handle.net/10317/1351>.

Montgomery, D.C., Runger, G.C. (2005). *Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería*. Limusa Wiley, México, 2ª edición.

8.2. Bibliografía complementaria*

Peña Sánchez-Rivera, D. (1999). *Estadística. Modelos y Métodos I. Fundamentos*. Alianza Editorial, Madrid.

Peña Sánchez-Rivera, D. (2002). *Regresión y Diseño de Experimentos*. Alianza Editorial, Madrid.

Walpole, R.E., Myers, R. (1992). *Probabilidad y Estadística*. Editorial McGraw-Hill.

8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula virtual de la asignatura accesible para todos los alumnos matriculados a través de la dirección web <https://aulavirtual.upct.es/>

