



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Estadística espacial

Asignatura	Estadística espacial			
Código	V03M184V01204			
Titulación	Máster Universitario en Técnicas Estadísticas			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	García Soidan, María del Pilar Hortensia			
Profesorado	Cotos Yáñez, Tomas Raimundo García Soidan, María del Pilar Hortensia			
Correo-e	pgarcia@uvigo.es			
Web	<a href="http://pgarcia.webs.uvigo.es">http://pgarcia.webs.uvigo.es</a>			
Descripción general	En esta materia trata de dar a conocer los conceptos y técnicas básicas de la Geoestadística, centrándose particularmente en la estimación del variograma y la predicción mediante las técnicas kriging. Se aborda también la dependencia espacial multivariante y los distintos métodos de predicción cokriging y kriging espacio-temporal. Además se hace una introducción al análisis de procesos puntuales y datos agregados.			

## Competencias

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado.
A2	Saber aplicar los conocimientos avanzados adquiridos, integrándolos en la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A3	Adquirir conocimientos que permitan enfrentarse, de forma autónoma a la formulación de juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
A4	Saber comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
B2	Desarrollar autonomía para identificar, modelar y resolver problemas complejos de la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares.
B3	Desarrollar la capacidad para realizar estudios y tareas de investigación y transmitir los resultados a públicos especializados, académicos y generalistas.
B4	Integrar conocimientos avanzados y enfrentarse a la toma de decisiones a partir de información científica y técnica.
B5	Desarrollar la capacidad de aplicación de algoritmos y técnicas de resolución de problemas complejos en el ámbito de la estadística y la investigación operativa, manejando el software especializado adecuado.
C2	Desarrollar autonomía para la resolución práctica de problemas complejos surgidos en aplicaciones reales y para la interpretación de los resultados de cara a la ayuda en la toma de decisiones.
C3	Adquirir conocimientos avanzados de los fundamentos teóricos subyacentes a las distintas metodologías de la estadística y la investigación operativa, que permitan su desarrollo profesional especializado.
C4	Adquirir las destrezas necesarias en el manejo teórico-práctico de la teoría de la probabilidad y las variables aleatorias que permitan su desarrollo profesional en el ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.
C6	Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas específicamente a la ayuda en la toma de decisiones, y desarrollar la capacidad de reflexión para evaluar y decidir entre distintas perspectivas en contextos complejos.
C8	Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de las técnicas destinadas a la realización de inferencias y contrastes relativos a variables y parámetros de un modelo estadístico, y saber aplicarlos con autonomía suficiente un contexto científico, tecnológico o profesional.

C9	Conocer y saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnológicos o profesionales, técnicas de aprendizaje automático y técnicas de análisis de datos de alta dimensión (big data).
C10	Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos "en la nube".
D1	Desarrollar firmes capacidades de razonamiento, análisis crítico y autocrítico, así como de argumentación y de síntesis, en contextos especializados y multidisciplinares.
D2	Desarrollar destrezas avanzadas en el manejo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tanto para la obtención de información como para la difusión del conocimiento, en un ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.
D3	Ser capaz de resolver problemas complejos en entornos nuevos mediante la aplicación integrada de los conocimientos.
D4	Desarrollar una sólida capacidad de organización y planificación del estudio, asumiendo la responsabilidad de su propio desarrollo profesional, para la realización de trabajos en equipo y de forma autónoma.
D5	Desarrollar capacidades para el aprendizaje y la integración en el trabajo en equipos multidisciplinares, en los ámbitos científico/académico, tecnológico y profesional.

### Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Capacidad de aplicación de la metodología adecuada para el modelado de datos espaciales	B2 C4 C6
Capacidad de manejo de software informático para la aplicación de las técnicas y metodología para datos espaciales	A1 C2 C9 D2
Capacidad de realización de una investigación para lo modelado de datos espaciales, con la planificación y diseño de los procedimientos idóneos	B3 C8 C10 D4
Capacidad de interpretación correcta de los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología para datos espaciales	A3 A4
Capacidad de comprensión y valoración de la validez de una investigación realizada en el contexto espacial (propia o realizada por terceros)	B4 D1 D5
Capacidad de valoración de la viabilidad de noticias técnicas de análisis de datos espaciales	A2 B5 C3 D3

### Contenidos

Tema	
Tema 1. Introducción. Elementos notables de Estadística Espacial.	Datos espaciales. Limitaciones del análisis exploratorio. Proceso estocástico espacial. Tipos de estacionariedad. El variograma y la función de covarianza. Descomposición a pequeña y gran escala.
Tema 2. Análisis estructural: Estimación del variograma.	Estimadores clásicos del variograma: empírico y robustos. Modelos paramétricos válidos. Métodos de ajuste. Estimadores no paramétricos de tipo núcleo. Variograma indicador. Validación cruzada.
Tema 3. Métodos de predicción.	Predictores kriging lineales: simple, ordinario y universal. Kriging residual y log-normal. Kriging indicador. Dependencia espacial multivariante. Cokriging.
Tema 4. Modelos espacio-temporales.	Aproximación espacial multivariante. Dependencia espacio-temporal. Modelos válidos de variograma espacio-temporal. Kriging espacio-temporal.
Tema 5. Otros contenidos de Estadística Espacial.	Procesos puntuales. Aleatoriedad espacial. Procesos de Poisson homogéneos y no homogéneos. Datos agregados. Vecindario y matriz de pesos. Autocorrelación espacial. Modelos espaciales gaussianos autorregresivos.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	14	16	30
Estudio de casos	7	6	13
Prácticas con apoyo de las TIC	19	14	33
Resolución de problemas	2	12	14

Examen de preguntas objetivas	1	20	21
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	12	14

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del docente de los contenidos teóricos de la materia objeto de estudio
Estudio de casos	Estudio de ejemplos de aplicación de los contenidos teóricos, como complemento a la lección magistral
Prácticas con apoyo de las TIC	Resolución de ejercicios de aplicación de los contenidos estudiados, mediante programas informáticos y con tutorización docente.
Resolución de problemas	Resolución de ejercicios que el/la alumno/a debe desarrollar de forma presencial y autónoma en las clases prácticas en el aula de informática

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Explicación de los contenidos teóricos y resolución de dudas
Estudio de casos	Explicación de los ejemplos de aplicación y resolución de dudas
Prácticas con apoyo de las TIC	Explicación de las herramientas informáticas necesarias para la implementación de las técnicas estudiadas, resolución de dudas y seguimiento del trabajo desarrollado por el/la alumno/a

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Resolución de problemas	Prueba de resolución de ejercicios que el/la alumno/a debe desarrollar de forma presencial y autónoma en las clases prácticas, para la evaluación del nivel alcanzado en las competencias correspondientes	25	A3 B3 C4 D2 B5 C6 D3 C8
Examen de preguntas objetivas	Prueba de resolución de cuestiones de tipo test o de respuesta corta sobre los contenidos teóricos y casos estudiados, para la evaluación de las competencias adquiridas	50	A1 B4 C3 D4 A3 C6 D5 C9 C10
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba de resolución de ejercicios que el/la alumno/a debe desarrollar en la fecha de convocatoria oficial de examen de esta materia, para la evaluación del nivel alcanzado en las competencias correspondientes	25	A2 B2 C2 D1 A4 B3 C4 D2 B5 C6 D3 C8

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

Se considerará que el/la estudiante se presenta a la evaluación si participa en actividades que le permitan obtener al menos un 50% de la evaluación final.

#### A) Convocatoria ordinaria

A.1) Evaluación continua (25%): Se propondrá una prueba con distintos ejercicios relativos a los temas 1 y 2, que cada estudiante deberá realizar de forma individual en una sesión presencial fijada con esta finalidad. La evaluación continua solamente se podrá tener en cuenta para el cálculo de la nota final si se supera, es decir, si se obtiene en ella una valoración de un mínimo de 5 puntos, en una escala de 0 a 10. En caso contrario, se deberá realizar la recuperación correspondiente en el examen final.

A.2) Examen final (75%): En la convocatoria ordinaria, el examen final constará de dos pruebas, una para la parte teórica y otra para la parte práctica, según se indica a continuación:

a) Para la evaluación de la docencia teórica se propondrá un examen con preguntas de tipo test y/o respuesta corta, que tendrá un peso del 50% en la nota final.

b) Para la evaluación de la parte práctica, se realizará un examen con distintos ejercicios que deberán resolverse utilizando el programa R. El examen final de la parte práctica tendrá dos modalidades:

- Para las personas que hayan superado la evaluación continua, el examen tendrá un peso del 25% en la nota final y abarcará los temas 3, 4 y 5.

- Para las personas que no hayan superado la evaluación continua, el examen tendrá un peso del 50% en la nota final y abarcará toda la materia.

Para superar la materia en la convocatoria ordinaria es necesario alcanzar una nota final de un mínimo de 5 puntos, en una escala de 0 a 10, y conseguir un mínimo de 4 puntos, en una escala de 0 a 10, en cada una de las pruebas del examen final.

#### B) Convocatoria extraordinaria

En la evaluación de la convocatoria extraordinaria se seguirán los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria. De este modo, se mantendrá la nota de la evaluación continua, en el caso de que se hubiese superado. Asimismo, el examen final constará de las mismas pruebas y modalidades que en la convocatoria ordinaria, según se hubiese superado o no la evaluación continua.

---

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Bivand R.S., Pebesma E.J. y Gómez-Rubio V., **Applied Spatial Data Analysis with R**, Springer Science, 2008

Chilès J.P. y Delfiner P., **Geostatistics. Modeling spatial uncertainty**, Wiley, New York, 1999

Christakos G., **Random field models in earth sciences**, Dover Publications, Mineola (New York), 2005

Cressie N., **Statistics for spatial data**, Wiley, New York, 1993

Diggle P.J., **Statistical analysis of spatial point patterns**, Oxford University Press, New York, 2003

Fernández-Casal R. y Cotos-Yáñez T.R., **Geoestadística: Introducción y ejemplos. Capítulo 7 (páginas 135-152).**

**Sistemas de Información Medioambiental**, Netbiblo D.L., 2005

R Development Core Team, **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 3.3.3 (2017-03-06)**, 2016

Samper Calvete F.J. y Carrera Ramírez J., **Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea**, CIMNE, Barcelona, 1996

Waller L.A. y Gotway C.A., **Applied spatial statistics for public health data**, Wiley, New Jersey, 2004

#### Bibliografía Complementaria

Fernández-Casal R., **Geoestadística Espacio-temporal. Modelos flexibles de variogramas anisotrópicos no separables. Tesis doctoral**, Universidad de Santiago de Compostela, 2003

Fischer M.M. y Wang J., **Spatial Data Analysis. Models, methods and techniques**, Springer, London, 2011

Gaetan C. y Guyon X., **Spatial Statistics and Modeling**, Springer, London, 2010

Goovaerts P., **Geostatistics for natural resources evaluation**, Oxford University Press, Oxford, 1997

Isaaks E.H. y Srivastava R.M., **Applied Geostatistics**, Oxford University Press, New York, 1989

Journel A.G. y Huijbregts C.J., **Mining Geostatistics**, Blackburn Press, Cadwell (New Jersey), 2003

Montero Lorenzo J.M. y Larraz Iribas B., **Introducción a la Geoestadística lineal**, Netbiblo D.L., 2008

---

### Recomendaciones

#### Otros comentarios

Esta materia está dirigida a alumnos/as que dispongan de conocimientos básicos de inferencia estadística y del lenguaje de programación R.

---

### Plan de Contingencias

#### Descripción

En caso de que concurren circunstancias excepcionales, las adaptaciones serían idénticas tanto para impartir enseñanza mixta como enseñanza no presencial, según se indica a continuación.

En ambos casos (enseñanza mixta o no presencial), las clases se impartirían por campus remoto, tanto para la teoría como para la práctica de la materia, de modo que no sería precisa ninguna modificación en la metodología docente, ni en los contenidos a impartir, ni en la bibliografía.

En ambos casos (enseñanza mixta o no presencial), el examen de preguntas objetivas (50%) se sustituiría por un trabajo individual autónomo (25%) y un examen oral corto que se realizaría por campus remoto (25%). Se mantendrían las restantes actividades de evaluación, si bien se realizarían como pruebas en línea con examen por correo electrónico en tiempo limitado y con apuntes.