

## **GUÍA DOCENTE**

# **TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESPACIAL APLICADAS A LA CONSERVACIÓN**

## **MÁSTER U. EN TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA**

**CURSO 2026-27**

Fecha de publicación: 02-07-2026

| I.-Identificación de la Asignatura |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| Tipo                               | OBLIGATORIA          |
| Período de impartición             | 1 curso, 1S semestre |
| Nº de créditos                     | 3                    |
| Idioma en el que se imparte        | Castellano           |

| II.-Presentación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Los objetivos de la asignatura son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las principales técnicas para el análisis de datos ecológicos espacialmente explícitos, así como sus aplicaciones en el ámbito de la caracterización y conservación de la diversidad biológica. Los resultados de aprendizaje de esta competencia permitirán a los alumnos tener la base conceptual apropiada para poder decidir qué técnica es más idónea para las distintos tipos de datos que se suelen manejar en este ámbito.</li> <li>• Manejar software para análisis de datos ecológicos espacialmente explícitos. Los resultados de aprendizaje de esta competencia permitirán a los alumnos el analizar datos con distintas herramientas.</li> <li>• Analizar distintos estudios de caso para conocer cómo se aplican distintas técnicas analíticas en condiciones reales. Los resultados de aprendizaje de esta competencia permitirán a los alumnos conocer a fondo la casuística necesaria para análisis datos ecológicos reales de forma satisfactoria.</li> </ul> <p><b>Requisitos previos:</b> dominio de aspectos fundamentales de Estadística y de la lengua inglesa a nivel de comprensión lectora.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> lectura intensiva de artículos científicos relacionados con la asignatura. Desarrollo de otros ejemplos prácticos similares a los realizados en clase.</p> |
| II.B-Presentación en inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>The course objectives are as follows: -To understand the main techniques for analyzing spatially explicit ecological data, as well as their applications in characterizing and conserving biodiversity. The learning outcomes associated with this competency will provide students with the conceptual foundation needed to determine the most suitable technique for the various types of data typically handled in this field. - To use software for the analysis of spatially explicit ecological data. The learning outcomes associated with this competency will enable students to analyze data using various software tools. - To analyze case studies to understand how different analytical techniques are applied in real-world scenarios. The learning outcomes associated with this competency will give students a thorough understanding of the practical considerations required to successfully analyze real ecological data. <b>**Prerequisites:**</b> Mastery of fundamental statistical concepts and English reading comprehension skills. <b>**Recommendations:**</b> Intensive reading of scientific articles related to the course; working through practical examples similar to those covered in class</p>                                                                                                                                                                                      |



### III.-Resultados de Aprendizaje

CON3. Conocer análisis estadísticos avanzados aplicados a estudios de biodiversidad y conservación

HAB4. Calcular índices y procedimientos relacionados con la diversidad genética, poblacional y de comunidades y aplicar técnicas estadísticas avanzadas para el análisis de datos ecológicos

COM4. Aplicar los análisis estadísticos adecuados para evaluar hipótesis enmarcadas en la caracterización de la biodiversidad y su conservación en entornos multidisciplinares relacionados con su área de estudio

- Leyenda para las titulaciones no adaptadas al RD 822/21: **CB** - competencias básicas, **CG** - competencias generales, **CE** - competencias específicas, **CT** - competencias transversales.
- Leyenda para las titulaciones adaptadas al RD 822/21: **CON** - conocimientos, **COM** - competencias, **HAB** - habilidades.



#### IV.-Contenido

##### IV.A.-Temario de la asignatura

###### **Tema 1. Introducción a los modelos mixtos (LMM y GLMM).**

Necesidad y justificación de los modelos mixtos. Efectos fijos y aleatorios. Diferentes tipos de modelos jerárquicos. Ajuste de (G)LMMs. Inferencia. Diferentes formas de tratar con los efectos aleatorios. Incorporación de la dependencia espacial en modelos mixtos. Ejemplos y aplicaciones en ecología y conservación.

###### **Tema 2. Introducción a los datos espacialmente explícitos. Cuantificación y corrección de la autocorrelación espacial.**

Tipos de datos espacialmente explícitos. Problemas asociados a los datos espacialmente explícitos: escala, autocorrelación, estacionaridad, isotropía. Modelos de dependencia espacial: autocorrelación inherente e inducida. Métodos para definir relaciones espaciales. Métodos para detectar problemas de autocorrelación espacial en la modelización estadística: cartografía de residuos, test de autocorrelación espacial (Moran, Mantel), correlogramas. Métodos para corregir los problemas de la dependencia espacial: modificación del diseño de muestreo, ajuste de los grados de libertad, inclusión de predictores relevantes. Inclusión de dependencia espacial en los modelos estadísticos: superficie de tendencia, términos autorregresivos, autocovariables, autovectores espaciales. Inclusión de la dependencia espacial en la estructura del error de los modelos. Ejemplos y aplicaciones en ecología y conservación.

###### **Tema 3. Introducción a los métodos geoestadísticos.**

Propiedades de los datos geoestadísticos. Ejemplos. Fundamentos de la modelización geoestadística. Algoritmos sencillos de interpolación geoestadística: análisis de superficies de tendencia; ponderación por el inverso de la distancia; suavizado espacial con funciones núcleo; interpolación basada en polígonos de Voronoi. Interpolación basada en modelos de regresión: modelos de distribución de especies. Kriging: fundamentos. Variograma muestral. Variograma teórico: ajuste. Interpolación mediante kriging. Tipos de kriging: ordinario; simple; universal; en bloques; indicador. Validación cruzada. Anisotropía: variograma direccional. Modelos de correogionalización: cokriging. Interpolación espacio-temporal. Inclusión de la dependencia espacial de los errores en modelos estadísticos mediante variogramas: modelos GLS. Ejemplos y aplicaciones en ecología y conservación.

###### **Tema 4. Introducción al análisis de patrones de puntos.**

Tipos de patrones de puntos: univariados, multivariados, marcados, multivariados marcados. Descripción de la estructura de un patrón de puntos: intensidad de primer y de segundo orden. Funciones sumario: K de Ripley, función de correlación de par, función de distribución de distancias al vecino más próximo; versiones para patrones multivariados y para patrones inhomogéneos. Funciones sumario para patrones marcados: función de correlación de marca; función de variograma de marca. Test de hipótesis sencillas: CSR, independencia, etiquetado aleatorio. Modelización de procesos de puntos: procesos de Poisson; procesos de Cox; procesos de agrupamiento (*cluster*); procesos de Gibbs. Procesos de puntos espacio-temporales: propiedades. Procesos de Poisson espacio-temporales. Otros procesos espacio-temporales. Análisis de patrones de puntos en redes lineales. Ejemplos y aplicaciones en ecología y conservación.

##### IV.B.-Actividades formativas

| Tipo                                       | Descripción                                                                                                          |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Asistencia a clases teóricas               | Exposición por el profesor del contenido de los diferentes temas.                                                    |
| Resolución de ejercicios, problemas, casos | Resolución de casos prácticos relacionados con el temario. 1 ó 2 ejercicios por tema resueltos de manera individual. |
| Realización de pruebas                     | Evaluación final.                                                                                                    |
| Prácticas                                  | Prácticas con ordenador de análisis de datos espaciales.                                                             |
| Presentaciones orales                      | Exposición de estudios de casos por parte de los alumnos.                                                            |



**V.-Tiempo de trabajo del alumnado (30h grado y 25h máster)**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Clases teóricas                                                               | 12 |
| Clases de resolución de ejercicios, problemas, casos, etc.                    | 10 |
| Prácticas en laboratorios experimentales, tecnológicos, clínicos, campo, etc. | 0  |
| Realización de pruebas                                                        | 2  |
| Tutorías académicas                                                           | 6  |
| Actividades relacionadas: jornadas, seminarios, etc.                          | 0  |
| Preparación de clases teóricas                                                | 20 |
| Preparación de prácticas/ejercicios/casos                                     | 20 |
| Preparación de pruebas                                                        | 5  |
| Total de horas de trabajo del alumnado                                        | 75 |

**VI.-Metodología y plan de trabajo**

| Tipo                                       | Periodo               | Contenido                                                                                                            |
|--------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Clases Teóricas                            | Semana 7 a Semana 10  | Exposición por el profesor del contenido de los diferentes temas.                                                    |
| Prácticas                                  | Semana 7 a Semana 10  | Prácticas con ordenador de análisis de datos espaciales.                                                             |
| Seminarios                                 | Semana 10 a Semana 10 | Exposición de estudios de casos por parte de los alumnos.                                                            |
| Resolución de ejercicios, problemas, casos | Semana 7 a Semana 10  | Resolución de casos prácticos relacionados con el temario. 1 ó 2 ejercicios por tema resueltos de manera individual. |
| Pruebas                                    | Semana 10 a Semana 10 | Evaluación final.                                                                                                    |



## VII.-Método de evaluación

El modelo de evaluación general es la evaluación continua, tal como establece el Reglamento de evaluación de los resultados de aprendizaje de la Universidad Rey Juan Carlos.

Deberán utilizarse todos los sistemas de evaluación establecidos para la asignatura en la memoria de la titulación, excepto aquellos que tuviesen una ponderación mínima del 0%, que podrán utilizarse en los cursos académicos en los que el profesorado lo considere oportuno. Cada uno de los sistemas de evaluación podrá ser aplicado mediante una o más actividades de evaluación, coherentes con ese sistema. Ninguna de las actividades de evaluación podrá superar individualmente el 60% de la calificación global de la asignatura.

La suma de las actividades de evaluación no revaluables no podrá superar el 40% de la calificación global de la asignatura y, en general, no deberían tener nota mínima (salvo en el caso de actividades de carácter práctico en las que, estrictamente, no pudieran reproducirse en la convocatoria extraordinaria las condiciones de evaluación de la convocatoria ordinaria).

El alumnado que no consiga superar la asignatura en la convocatoria ordinaria, o no se hayan presentado, podrán presentarse a la convocatoria extraordinaria únicamente a las actividades de evaluación revaluables no superadas.

El uso de herramientas basadas en inteligencia artificial está prohibido en cualquier ejercicio y prueba de evaluación de la asignatura salvo que el profesor lo indique de forma explícita en el enunciado o en el material de esta. En caso de que esté permitido, se darán indicaciones precisas de qué usos están permitidos y cuáles no.

La distribución y características de las actividades de evaluación son las que se describen a continuación.

### VII.A.- Descripción de las actividades de evaluación y su ponderación

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN Y SU PONDERACIÓN

##### Pruebas de evaluación.

- **Exposición individual de estudio de caso (E04).** Ponderación **10 %**. Contenido: presentación del resumen de un artículo científico suministrado por el profesor. Nota mínima 5,0. Reevaluable.
- **Ejercicios de casos prácticos (E03).** Ponderación: **40 %**. Contenido: Entrega en la fecha convenida del resultado de los ejercicios prácticos iniciados en clase. En cualquier caso, la entrega de los ejercicios se realizará a través del Aula Virtual. Sin nota mínima. No reevaluable.
- **Examen final (E01).** Ponderación: **50%**. Contenido: Teoría y prácticas de la asignatura. Fecha: ver calendario académico. Nota mínima: 5,0. Reevaluable.

##### Normativa.

- Es obligatoria la asistencia a todas (100%) las actividades prácticas. Dado que estas actividades sólo se realizan una vez en cada curso académico, el alumno que falte a alguna de ellas deberá esperar al siguiente curso para poder realizarlas y superar la asignatura. Para las clases teóricas y seminarios, la asistencia mínima es del 80%.

##### Contenido re-evaluable

- Examen final
- Exposición individual de estudio de caso

### VII.B.- Evaluación del alumnado con dispensa académica de asistencia a clase

La concesión de Dispensa Académica de Asistencia a Clase (DAAC) no implica que se quede automáticamente eximido de participar en las actividades de evaluación continua ni en las actividades formativas presenciales de asistencia obligatoria establecidas en la guía docente. Una vez concedida la dispensa, el alumnado deberá contactar con el docente, que podría proponerle las adaptaciones que considere convenientes, siempre que garanticen la adquisición y adecuada evaluación de los resultados de aprendizaje previstos. El alumnado deberá mantener a lo largo de curso una comunicación fluida con el docente para que este le proporcione información sobre las fechas en que se realizarán esas actividades formativas y de evaluación, en caso de que su programación no estuviese ya fijada y a disposición del alumnado en el momento de la concesión de la dispensa.

Asignatura con posibilidad de dispensa: Sí

### VII.C.- Revisión y reclamación de las actividades de evaluación



Se realizará conforme al Reglamento de evaluación de los resultados de aprendizaje de la Universidad Rey Juan Carlos.

#### **VII.D.- Alumnado con discapacidad o necesidades educativas especiales**

Con el fin de garantizar la igualdad de oportunidades, la no discriminación, la accesibilidad universal y la mayor garantía de éxito académico, las adaptaciones curriculares para alumnado con discapacidad o con necesidades educativas especiales serán pautadas por la Unidad de Atención a Personas con Discapacidad, de acuerdo con la normativa que regula el servicio de Atención a Estudiantes con Discapacidad, aprobada por Consejo de Gobierno de la Universidad Rey Juan Carlos.

Para que esas adaptaciones puedan realizarse, será requisito la emisión de un informe de adaptaciones curriculares por parte de dicha Unidad, por lo que el alumnado con discapacidad o necesidades educativas especiales deberán contactar con este servicio para analizar conjuntamente las distintas opciones.

#### **VII.E.- Conducta académica, integridad y honestidad académica**

La Universidad Rey Juan Carlos está plenamente comprometida con los más altos estándares de integridad y honestidad académica, por lo que estudiar en la URJC supone asumir y suscribir los valores de integridad y la honestidad académica recogidos en el Código Ético de la Universidad.

Para acompañar este proceso, la Universidad dispone de la Normativa de Convivencia de la Universidad Rey Juan Carlos y de diferentes herramientas (antiplagio, supervisión) que ofrecen una garantía colectiva para el completo desarrollo de estos valores esenciales.

Las herramientas basadas en inteligencia artificial pueden mejorar la experiencia de aprendizaje, pero debe utilizarse de forma ética, legal, honesta y transparente. Por este motivo, deben seguirse las recomendaciones de uso adecuado indicadas por los docentes de la asignatura.



## VIII.-Recursos y materiales didácticos

### Bibliografía básica

- Baddeley, Turner & Rubak (2015). *Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R* - CRC Press.
- Bivand, Pebesma & Gómez-Rubio (2013). *Applied Spatial Data Analysis with R* . Springer
- Borcard, Gillet & Legendre (2018). *Numerical Ecology with R*. 2nd. Ed. Springer
- Cayuela & De la Cruz (2022). *Análisis de datos ecológicos en R*. Mundiprensa.
- De la Cruz & Maestre (2013) *Avances en el Análisis Espacial de Datos Ecológicos: Aspectos Metodológicos y Aplicados*. ECESPA-Asociación Española de Ecología Terrestre. <http://www.bubok.es/libros/225830/Avances-en-el-Analisis-Espacial-de-Datos-Ecologicos-Aspectos-Metodologicos-y-AplicadosMóstoles>.
- Fletcher & Fortin (2018). *Spatial Ecology and Conservation Modelling*. Applications with R. Springer.
- Gelman & Hill (2006). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models* . Cambridge University Press.
- Harrison et al. (2018), A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. *PeerJ* 6:e4794; DOI 10.7717/peerj.4794
- Hijmans (2019). *Spatial Data Science with R*. <https://www.rspatial.org>
- Ives (2018). *Mixed and Phylogenetic Models: A Conceptual Introduction to Correlated Data*. Lean Pub. Libro gratuito disponible en <https://leanpub.com/correlateddata>
- Legendre & Legendre (2012) *Numerical Ecology*, 3rd ed. Elsevier.
- Lovelace, Nowosad & Muenchow (2018) *Geocomputation with R*. CRC Press. Libro electrónico disponible en <https://geocompr.robinlovelace.net/>
- Maestre, Escudero & Bonet (2008). *Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: métodos y aplicaciones* . Universidad Rey Juan Carlos, Madrid
- Pebesma & Bivand (2019) *Spatial Data Science*. <https://www.r-spatial.org/book/>
- Webster & Oliver (2007). *Geostatistics for Environmental Scientists*. Wiley
- Wiegand & Moloney (2013) *Handbook of Spatial Point-Pattern Analysis in Ecology*. Chapman & Hall/CRC Applied Environmental Statistics

### Bibliografía complementaria

- Bates et al. (2015) Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1). doi: 10.18637/jss.v067.i01
- Bivand et al. (2017). A comparison of estimation methods for multilevel models of spatially structured data. *Spatial statistics* 21: 440-449. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spasta.2017.01.002>
- Bolker et al. (2020) *GLMM FAQ*. <https://bbolker.github.io/mixedmodels-misc/glmmFAQ.html>
- Brooks et al. (2018). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R journal* 9(2): 378-400.
- Diggle & Ribeiro (2007) *Model-based Geostatistics*. Springer
- Diggle (2013). *Statistical Analysis of Spatial and Spatio-Temporal Point Patterns*, 3rd ed. Chapman & Hall/CRC Monographs.
- Fortin & Dale (2014). *Spatial Analysis: A Guide for Ecologists* . 2nd Ed. Cambridge University Press.
- Gelfand, Diggle, Guttorp & Fuentes (2010) *Handbook of Spatial Statistics*. Chapman & Hall/CRC Handbooks of Modern Statistical Methods
- Gräler, Pebesma & Heuvelink, (2016). Spatio-Temporal Interpolation using gstat. *The R Journal* 8(1): 204-218
- Illian, Penttinen, Stoyan & Stoyan (2008) *Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns*. Wiley.



Kuznetsova et al. (2017) lmerTest package: tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software* 82(13). doi: 10.18637/jss.v082.i13

Lenth (2020). *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*. R package version 1.4.6. <https://CRAN.Rproject.org/package=emmeans>

Li (2022). *Spatial Predictive Modelling with R*. CRC Press.

OSullivan & Perry (2013) *Spatial Simulation: Exploring Pattern and Process*. Wiley

Wikle , Zammit-Mangion & Cressie (2019). *Spatio-Temporal Statistics with R*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL. PDF disponible en <https://spacetimewithr.org/>

Zuur et al. (2009). *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer.

Bolker et al. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 24(3):127–135 DOI 10.1016/j.tree.2008.10.008.

| IX.-Profesorado                       |                                                                                                     |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre y apellidos                    | MARCELINO DE LA CRUZ ROT                                                                            |
| Correo electrónico                    | marcelino.delacruz@urjc.es                                                                          |
| Departamento                          | Biología                                                                                            |
| Campus de impartición                 | Móstoles                                                                                            |
| Categoría                             | Catedrático/a de Universidad                                                                        |
| Titulación académica                  | Doctor                                                                                              |
| Responsable de asignatura             | Si                                                                                                  |
| Horario de tutorías                   | Para consultar las tutorías póngase en contacto con el/la profesor/a a través de correo electrónico |
| Nº de Quinquenios                     | 5                                                                                                   |
| Nº de Sexenios                        | 3                                                                                                   |
| Nº de Sexenios de transferencia       | 0                                                                                                   |
| Nº de evaluaciones positivas Docencia | 3                                                                                                   |