

# Estadística Multivariante (Prácticas)

Grados en: Física y Matemáticas; Ingeniería Informática y Matemáticas; Matemáticas  
(4º Curso - 1er semestre 2023-2024)

Prof. Dr. José Luis Romero Béjar



Departamento de Estadística e Investigación Operativa  
Facultad de Ciencias (Despacho 10)

Periodo de docencia: 11/09/2023 a 22/12/2023

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

## Teoría

- José Miguel Angulo Ibáñez.

## Prácticas

- José Luis Romero Béjar.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- **Horario**
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

## Prácticas

- **Grupo B:** Jueves 17:00-18:00 (Aula M01).

## Observaciones

- Se sugiere al alumnado **traer su propio dispositivo** portátil para un correcto aprovechamiento de la clase práctica.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- **Materiales**

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

## Recursos para el alumnado

- Las **entradas bibliográficas** al final de este documento son válidas como complemento a las clases teóricas y prácticas.
- **Documentos en formato digital:**
  - Diapositivas con el esquema de las sesiones prácticas.
  - Código fuente de prácticas de elaboración específica para esta asignatura.
  - Enunciados de las prácticas.
  - Cualquier otro material que el profesor considere oportuno.

## Observaciones

- Se limitará el uso de papel a situaciones extraordinarias, dando prioridad al formato digital.
- El material elaborado por el profesor y otra documentación se compartirá con el alumnado a través de la plataforma **PRADO**.
- Todas las actividades propuestas, de entrega obligatoria y/o voluntaria, serán entregadas por el alumnado a través de la plataforma **PRADO**.
- **MUY IMPORTANTE**. Junto con la comunicación en las sesiones presenciales, la única otra **vía de comunicación es a través de la plataforma PRADO**.
- **No se atenderán emails con consultas o entrega de actividades que no provengan de la plataforma mencionada.**



## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

### Sistema de evaluación de las clases prácticas

Se priorizará la **evaluación continua**. La puntuación máxima de la parte de prácticas es del 25% de la calificación final del curso. A continuación se desglosa como se consigue esta puntuación.

- **40%**: asistencia a clase.
- **10%**: participación y resolución voluntaria de ejercicios propuestos.
- **10%**: realización de un ejercicio práctico evaluable tipo test en horario de clase.
- **40%**: realización de un trabajo individual o grupal (máximo tres personas) sobre varias propuestas planteadas por el profesor.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

## Horario de tutorías

- Días y horas: según lo publicado en el directorio de la Ugr siguiendo el siguiente enlace: [José Luis Romero Béjar](#).
- Las tutorías podrán ser individuales o grupales.
- En un principio, se realizarán de **forma presencial**, salvo casos excepcionales que considere el profesor o por petición expresa del alumnado, en cuyo caso se utilizará la sala de Google Meet, cuyo enlace de acceso está disponible en el espacio de PRADO para esta asignatura.

## Observaciones

- **El horario de tutoría es flexible.**
- El alumnado debe realizar una **petición previa** vía email desde la plataforma **PRADO**.
- La petición vía email debe **indicar un día y hora** propuesto para la tutoría, así como el **objeto a tratar** en la misma.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- **Temario**
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

### Temario desarrollado en la parte de prácticas

En las distintas sesiones de prácticas se abordarán aspectos formales y aplicados referidos a los **temas 3, 4, 5 y 6** de la guía docente.

- **Tema 3.** Análisis de componentes principales.
- **Tema 4.** Análisis factorial.
- **Tema 5.** Análisis discriminante.
- **Tema 6.** Análisis clúster.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

Fecha	Contenidos de la sesión
14/09/2023	<p><b>Presentación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción al lenguaje R: <b>consola de R</b> e interfaz gráfica <b>RStudio</b>.</li> <li>- <b>Hablar</b> con los datos. ¡Desafío para el alumnado!</li> </ul>
21/09/2023	<p><b>Tema 3.</b> Introducción al análisis de componentes principales (ACP).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos formales: supuestos y obtención analítica de las componentes principales.</li> </ul>
28/09/2023	<p><b>Práctica 1.1:</b> ACP con el lenguaje R.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta práctica se realizará la verificación de supuestos necesarios, obtención de las componentes principales, elección del número óptimo y se obtendrán algunas salidas gráficas bi-plot.</li> </ul>
05/10/2023	<p><b>Práctica 1.2:</b> ACP con el lenguaje R.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta práctica se afianzará la anterior y se introducirán distintos métodos para la elección del número óptimo de componentes principales, así como gráficos bi-plot más informativos.</li> </ul>
19/10/2023	<p><b>Tema 4.</b> Introducción al análisis factorial (AF).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos formales: variables latentes, supuestos, planteamiento y ecuación fundamental.</li> </ul>
26/10/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos para la obtención de factores latentes: método de los factores principales y de máxima verosimilitud.</li> <li>- Simplificando la representación de la realidad: rotación de factores.</li> </ul> <p><b>Práctica 2:</b> AF con el lenguaje R.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta práctica se realizará la verificación de supuestos previos, obtención de factores latentes, decisión sobre el número adecuado de factores y representación más simple mediante rotaciones varimax. Se introducirán <b>nuevas herramientas visuales</b> para analizar correlaciones, etc.</li> </ul>
02/11/2023	<p><b>Práctica 2:</b> AF con en el lenguaje R (continuación).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Test de auto-evaluación en PRADO (10-15 minutos).</li> </ul> <p><b>Actividad final evaluable:</b> <b>propuesta y planteamiento.</b></p>



Fecha	Contenidos de la sesión
09/11/2023	<p><b>Tema 6.</b> Introducción al análisis clúster (AC).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendizaje no supervisado: planteamiento del problema.</li> <li>- Inconvenientes y aplicabilidad.</li> </ul>
16/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos jerárquicos. Ejemplo numérico con el método de Ward.</li> <li>- Métodos no jerárquicos: algoritmo k-means.</li> </ul>
23/11/2023	<p><b>Práctica 3.</b> AC con el lenguaje R.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta práctica se ilustrará un ejemplo de aplicación de un algoritmo jerárquico con la interpretación del dendograma de salida. Se enfrentará el mismo ejemplo a través del enfoque no jerárquico con el algoritmo k-means. También se presentarán <b>nuevas herramientas visuales</b> (heatmaps, etc.) que ayudarán a la identificación del número adecuado de clústers.</li> </ul>
30/11/2023	<p><b>Tema 5.</b> Introducción al análisis discriminante (AD).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendizaje supervisado: planteamiento del problema.</li> <li>- Aspectos formales del AD lineal (ADL) y cuadrático (ADC): enfoques de Bayes y Fisher.</li> </ul>
14/12/2023	<p><b>Práctica 4:</b> AD con lenguaje R.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta práctica se enfrentará un problema de clasificación ajustando sendos modelos discriminante lineal y cuadrático. Para ello se verificarán los supuestos, se ajustarán los modelos, se realizará una validación cruzada primaria, se obtendrán medidas de validez (sensibilidad, especificidad, VPP, VPN, curva ROC) y se realizará inferencia sobre los modelos obtenidos.</li> </ul>
21/12/2023	<p><b>Seminario:</b> otras técnicas multivariantes aplicadas al aprendizaje supervisado como regresión logística, árboles de decisión, support vector machine (SVM), etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Actividad final evaluable:</b> recomendaciones finales para la entrega.</li> </ul>

## Obervaciones finales

- Las parte práctica de la asignatura representa 1.5 créditos ECTS que corresponden a 13 sesiones de una hora de clase presencial.
- Teniendo en cuenta los festivos, hay programadas 13 sesiones de clase.
- Las prácticas **terminan el 21 de diciembre de 2023** porque se ha considerado **no lectivo** el día 7 de diciembre de 2023. Si no lo fuera, terminarían el día 14 de diciembre de 2023.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

- [1] Anderson, T.W. (2003, 3ª ed.). An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. John Wiley & Sons.
- [2] Gutiérrez, R. y González, A. (1991). Estadística Multivariable. Introducción al Análisis Multivariante. Servicio de Reprografía de la Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- [3] Härdle, W.K. y Simar, L. (2015, 4ª ed.). Applied Multivariate Statistical Analysis. Springer.
- [4] Johnson, R.A. y Wichern, D.W. (1988). Applied Multivariate Analysis. Prentice Hall International, Inc.
- [5] Rencher, A.C. y Christensen, W.F. (2012, 3ª ed.). Methods of Multivariate Analysis. John Wiley & Sons.
- [6] Timm, N.H. (2002). Applied Multivariate Analysis. Springer.
- [7] Baillo, A. y Grané, A. (2008). 100 Problemas Resueltos de Estadística Multivariante. Delta Publicaciones.
- [8] Fujikoshi, Y., Ulyanov, V.V. y Shimizu, R. (2010). Multivariate Statistics. High-Dimensional and Large-Sample Approximations. John Wiley & Sons.
- [9] Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. (2000, 5ª ed.). Análisis Multivariante. Prentice Hall.
- [10] Härdle, W.K. y Hlávka, Z. (2015, 2ª ed.). Multivariate Statistics. Exercises and Solutions. Springer.
- [11] Tusell, F. (2016). Análisis Multivariante.
- [12] Zelterman, D. (2015). Applied Multivariate Statistics with R. Springer.

## 1 Información relevante de la asignatura

- Profesores
- Horario
- Materiales

## 2 Evaluación y tutorías

- Evaluación
- Tutorías

## 3 Contenidos

- Temario
- Cronograma tentativo

## 4 Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Enlaces recomendados

## Enlaces recomendados

- 1 [R project for Statistical Computing.](#)
- 2 [RStudio.](#)
- 3 [Libro \[11\] en formato pdf.](#)
- 4 [Plataforma PRADO Ugr.](#)
- 5 [Librería digital de la editorial Springer.](#)
- 6 [Librería digital de ScienceDirect.](#)