

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	FUNDAMENTOS DE APRENDIZAJE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL		
Materia	APRENDIZAJE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL		
Módulo			
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	727	Código	48090
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	CARLOS ALBEROLA LÓPEZ IGNACIO DE MIGUEL JIMÉNEZ RAMÓN J. DURÁN BARROSO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 18 5544 / 983 18 5574 / 983 18 5557 E-MAIL: carlos.alberola@uva.es , ignacio.demiguel@uva.es , rduran@tel.uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E ING. TELEMÁTICA		
Fecha de aprobación por el Comité de Título	23/06/2026		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

El aprendizaje automático (*machine learning*) consiste en un conjunto de técnicas que permiten que un ordenador sea capaz de aprender a partir de los datos. En concreto, se dice que un programa de ordenador es capaz de aprender a realizar una tarea a partir de unos datos si mejora en sus prestaciones para realizar esa tarea conforme va aumentando el conjunto de datos que ha podido observar antes de realizar esa tarea.

Este tipo de técnicas está tomando una gran relevancia últimamente en general y, en particular, en el área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Las tendencias actuales en planificación, diseño y control de sistemas y redes de telecomunicaciones, el desarrollo de sistemas electrónicos, el procesado de señales, y el desarrollo de aplicaciones y servicios utilizan este tipo de técnicas, normalmente, en conexión con los fundamentos físicos del problema, como forma de evitar las limitaciones de los modelos teóricos que se emplean.

Así pues, la asignatura parte de los fundamentos estadísticos en los que se basa el aprendizaje a partir de datos (variables aleatorias, teoría de la estimación, tests de hipótesis) y analiza aspectos elementales del aprendizaje automático, como la teoría de la generalización, el compromiso entre sesgo y varianza, los riesgos que lleva asociado el aprendizaje automático (y cómo evitarlos), además de las técnicas de validación de modelos. En la asignatura también se estudian y aplican diversas técnicas de aprendizaje supervisado (modelos lineales, redes neuronales, SVM...) y aprendizaje no supervisado.

1.2 Relación con otras materias

Existe una relación muy estrecha con las otras asignaturas de la materia, ambas optativas, "Big Data e Inteligencia artificial en Telecomunicaciones" e "Inteligencia Artificial para Sonido e Imagen". En esas asignaturas se utilizarán los conocimientos y habilidades adquiridas en "Fundamentos de Aprendizaje e Inteligencia Artificial". Asimismo, tiene relación con "Sistemas Inteligentes de Transmisión Digital", también optativa.

1.3 Prerrequisitos

No existen requisitos previos de obligado cumplimiento para cursar la asignatura, si bien se recomienda haber cursado las asignaturas de "Señales Aleatorias y Ruido", "Programación I" y "Programación II".

2. Resultados del proceso de formación y aprendizaje

2.1 Conocimientos o contenidos

- C16. Conocer, comprender y aplicar los conceptos de aprendizaje automático e inteligencia artificial relevantes para el procesado de señales y las telecomunicaciones.
- C17. Conocer y comprender los métodos de trabajo y restricciones contextuales en el ejercicio profesional de la ingeniería de telecomunicación.

2.2 Habilidades o destrezas

- HD2 - Capacidad de aplicar los conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional, mediante la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- HD3 - Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- HD4 - Capacidad de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- HD5 - Capacidad de desarrollo y aplicación habilidades de aprendizaje que les permitan emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- HD11 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.
- HD14 - Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de Telecomunicación.
- HD15 - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- HD16 - Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- HD17 - Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- HD18 - Capacidad para trabajar en diversos entornos como laboratorios y empresas, supervisados por profesionales especializados.
- HD19 - Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y multilingüe, responsabilizándose de la dirección de actividades objeto de los proyectos del ámbito de su especialidad y consiguiendo resultados eficaces.
- HD20 - Capacidad para desarrollar metodologías y destrezas de aprendizaje autónomo eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos.
- HD24 - Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- HD25 - Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- HD26 - Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

2.3 Competencias

- SI1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.
- ST6 - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Manejar herramientas gráficas para el análisis de datos.
- Estimar parámetros de funciones mediante, al menos, los métodos de máxima verosimilitud, y mínimos cuadrados.
- Manejar los principales tests estadísticos tanto para una muestra como para varias.
- Describir y aplicar diversos modelos de aprendizaje automático supervisado y no supervisado.
- Describir y aplicar técnicas de regularización, validación y agregación en el desarrollo de sistemas basados en aprendizaje automático.
- Implementar sistemas basados en aprendizaje automático.





4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Fundamentos estadísticos del aprendizaje

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2

a. Contextualización y justificación

Véase la de la asignatura.

b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer las principales herramientas gráficas para el análisis de datos.
- Entender el problema del aprendizaje como un problema de aproximación de funciones de densidad.
- Conocer los métodos habituales de estimación de parámetros de funciones de densidad.
- Conocer los fundamentos de los tests de hipótesis y las curvas ROC.
- Conocer los fundamentos de los métodos numéricos para los estimadores de máxima verosimilitud y de mínimos cuadrados.

c. Contenidos

- El problema del aprendizaje.
- Métodos gráficos de análisis de datos.
- Clasificador Bayesiano.
- Regresión lineal y logística.
- Selección de características.
- Aplicaciones en procesamiento de señal, imagen y comunicaciones.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Resolución de prácticas

e. Plan de trabajo

La planificación detallada se entregará al comienzo de la asignatura.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Resolución y defensa de prácticas y/o trabajos.
- Examen final.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- S. Theodoridis y K. Koutroumbas, *Pattern recognition*, Fourth Edition. Elsevier, 2009.
- T. Hastie, R. Tibshirani y J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, Second Edition. Springer 2009.
- S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing. Estimation Theory*, 1st ed., Prentice-Hall Int. Ed., 1993.

g.2 Bibliografía complementaria

- C. Alberola López, *Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos: Una introducción orientada a las telecomunicaciones*, Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2004.
- B. A. Rosner, *Fundamentals of biostatistics* (Vol. 6). Belmont, CA: Thomson-Brooks/Cole, 2006.
- A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*, 3rd Ed., O'Reilly, 2022.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

- Se proporcionarán, en su caso, en el aula virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Diversa documentación de apoyo.
- Ordenador.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2 ECTS	Semanas 1 a 5 del cuatrimestre.



Bloque 2: Fundamentos de Aprendizaje Automático

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4

a. Contextualización y justificación

Véase la de la asignatura.

b. Objetivos de aprendizaje

- Explicar qué es el aprendizaje automático y qué tipos hay.
- Describir la teoría básica del aprendizaje automático y sus implicaciones prácticas en el diseño de sistemas.
- Describir y aplicar diversos modelos de aprendizaje automático supervisado y no supervisado.
- Describir y aplicar técnicas de regularización, validación y agregación en el desarrollo de sistemas basados en aprendizaje automático.
- Implementar sistemas basados en aprendizaje automático.

c. Contenidos

- Teoría de la generalización: *underfitting*, *overfitting*, sesgo y varianza.
- El modelo lineal: Clasificación y regresión lineal, y regresión logística
- Regularización
- Validación
- Redes neuronales y aprendizaje profundo (*deep learning*)
- Máquinas de vectores de soporte (SVM)
- Árboles de decisión
- *Ensemble learning*: *Bagging* y *Boosting*
- Aprendizaje no supervisado

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Resolución de prácticas

e. Plan de trabajo

La planificación detallada se entregará al comienzo de la asignatura.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Resolución y defensa de prácticas y/o cuestionarios.
- Examen final.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Y.S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail y H.T. Lin, *Learning from Data: A Short Course*, Amlbook.com, 2012.
- A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*, 3rd Ed., O'Reilly, 2022.
- M. Kuhn y K. Johnson, *Applied Predictive Modeling*, Springer, 2016.

g.2 Bibliografía complementaria

- T. Hastie, R. Tibshirani y J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, Second Edition. Springer 2009.
- I.H. Witten, E. Frank, M.A. Hall y C.J. Pal, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Fourth Edition, Morgan Kaufmann, 2016.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

- Se proporcionarán, en su caso, en el aula virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Diversa documentación de apoyo, incluyendo lecturas complementarias y vídeos didácticos.
- Ordenador.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
4 ECTS	Semanas 6 a 15 del cuatrimestre.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Véase el apartado 4d de cada bloque.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	30
Laboratorios (L)	20		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90
Total presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación de un trabajo entregable y su exposición	10%	La asignatura se superará si en el cómputo global se obtiene una calificación de, al menos, cinco puntos, con los mínimos en el examen que se indican a continuación. El examen final constará de dos partes, una asociada a cada bloque de la asignatura, y será necesario obtener una calificación de al menos: • 0.75 puntos sobre 2 en la primera parte. • 1.25 puntos sobre 3 en la segunda parte.
Evaluación de prácticas (entregables y/o defensa), y/o cuestionarios	40%	
Examen final	50% (20% asociado al primer bloque y 30% al segundo)	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

• **Convocatoria ordinaria:**

- Si un estudiante no alcanza alguno de los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita en la tabla y 4.5 puntos.

• **Convocatoria extraordinaria:**

- El estudiante deberá hacer una prueba escrita que se establecerá a tal efecto, cuyo valor será el 50% de la nota final. Para superar la asignatura es necesario superar el umbral en cada bloque en esta prueba. El resto de las calificaciones se entenderán que son calificaciones "por curso". Dado que los trabajos e informes miden la evolución del proceso de aprendizaje, caso de realización individual, o desarrollan la competencia de trabajo en grupo, caso de realización grupal, únicamente serán objeto de convocatoria extraordinaria las prácticas de laboratorio



cuando resulten imprescindibles para que el estudiante pueda superar la asignatura. En este caso el profesorado indicará qué práctica o prácticas deberá realizar el estudiante.

- Si un estudiante no alcanza alguno de los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita en la tabla y 4.5 puntos.

A la prueba escrita no se podrá llevar material impreso ni dispositivos electrónicos, salvo que se den otras instrucciones al respecto antes del examen a través del Campus Virtual.

8. Consideraciones finales

La planificación detallada se entregará al comienzo de la asignatura.

Todas las entregas realizadas al profesorado podrán ser susceptibles de explicación oral por parte del estudiantado como parte del proceso de evaluación.

