



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**105000445 - Topología Aplicada Y Computacional**

### PLAN DE ESTUDIOS

10ML - Grado En Matematicas E Informática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	14
8. Otra información.....	16

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105000445 - Topologia Aplicada y Computacional
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10ML - Grado en Matematicas e Informática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jonatan Sanchez Hernandez	1302	jonatan.sanchez@upm.es	Sin horario. A determinar
Hector Barge Yañez (Coordinador/a)	1307	h.barge@upm.es	Sin horario. A determinar

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CE26 - Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

CE37 - Combinar la teoría y la práctica para realizar tareas informáticas.

CE38 - Capacidad de realizar búsquedas bibliográficas y de utilizar bases de datos y otras fuentes de información.

CE43 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CG01 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG03 - Saber trabajar en situaciones carentes de información y bajo presión, teniendo nuevas ideas, siendo creativo.

CG04 - Capacidad de gestión de la información.

CG05 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

CG06 - Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica.

CG08 - Capacidad de comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la especialización elegida.

CG09 - Capacidad de integrarse en la empresa de modo autónomo demostrando conocimientos básicos de la profesión, comprensión de la responsabilidad ética y profesional, y motivación por la calidad y la mejora continua.

CG10 - Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA105 - Dado un problema real elegir las herramientas matemáticas o la tecnología informática más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución.

RA102 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica mas apropiada a un problema matemático o informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

RA103 - Conocer alguno de los campos situados en la frontera entre las matemáticas y la informática, que están en la base de nuevas tendencias y desarrollos.

RA104 - Dado un campo de aplicación de las matemáticas o de la informática, evaluar y diseñar la solución más apropiada para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Uno de los principales retos de la sociedad actual es la búsqueda de métodos que permitan extraer conclusiones válidas al analizar grandes cantidades de datos. Con este objetivo se han desarrollado en los últimos años diversas técnicas provenientes del campo de la matemática pura conocido como Topología Algebraica. Las técnicas de tipo topológico tienen la ventaja de que son robustas, en el sentido de que pequeños errores en los datos no tienen un efecto significativo en el resultado final. La importancia y alcance de este tipo de técnicas queda patente tanto en la gran cantidad de trabajos que han aparecido en los últimos años, como en el amplio espectro temático al que son aplicadas, como por ejemplo a la ciencia de materiales, la biología o la medicina.

El objetivo principal de esta asignatura es introducir algunos de los métodos topológicos que se utilizan en la actualidad en Big Data Analysis.

## 4.2. Temario de la asignatura

### 1. Complejos.

- 1.1. Complejos simpliciales. Aspectos combinatorios y topológicos.
- 1.2. Nubes de puntos y complejos asociados. Complejo de Cech. Complejo de Vietoris-Rips. Alfa-complejos.
- 1.3. Otros complejos. Complejos cúbicos. Delta-Complejos. CW-complejos.

### 2. Homología y cohomología.

- 2.1. Grupos de homología simplicial y números de Betti.
- 2.2. Cálculo de los grupos de homología simplicial.
- 2.3. Homología relativa. Sucesiones exactas.
- 2.4. Cohomología simplicial. Teorema de los coeficientes universales. Teoremas de dualidad.
- 2.5. Algoritmo incremental para el cálculo de los números de Betti.

### 3. Homología persistente.

- 3.1. Grupos de homología persistente.
- 3.2. Representaciones de la homología persistente. Diagramas de persistencia. Códigos de barras.
- 3.3. Cálculo de la homología persistente.
- 3.4. Estabilidad de la homología persistente.

### 4. Teoría de Morse discreta.

- 4.1. Funciones de Morse discretas.
- 4.2. Campos de vectores gradiente.
- 4.3. Teoremas fundamentales de la teoría de Morse discreta. Desigualdades de Morse discretas. Teorema del colapso.

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
2	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
3	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
4	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
5	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			

6	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
7	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
8	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
9	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
10	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
11	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			

12	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
13	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
14	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
15	<p><b>Explicación de contenidos teóricos del Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
16				
17				<p><b>Entrega Práctica 1</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega Práctica 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega Práctica 3</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega Práctica 4</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Presentación de las prácticas de la</b></p>

				<p><b>asignatura</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Entrega Memoria de Prácticas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p>
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega Práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Entrega Práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Entrega Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43

17	Entrega Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Presentación de las prácticas de la asignatura	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Entrega Memoria de Prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43

### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega Práctica 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26

							CE37 CE38 CE43
17	Entrega Práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Entrega Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Entrega Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
17	Presentación de las prácticas de la asignatura	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38

							CE43
17	Entrega Memoria de Prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Presentación de las prácticas de la asignatura	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
Entrega Práctica 1	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10

						CE26 CE37 CE38 CE43
Entrega Práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
Entrega Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
Entrega Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37 CE38 CE43
Entrega Memoria de Prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	5 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CG06 CG08 CG09 CG10 CE26 CE37

## 6.2. Criterios de evaluación

La evaluación de ambas convocatorias (ordinaria y extraordinaria) consiste de dos partes:

- Entrega de las 4 prácticas de la asignatura: cada una de las prácticas tiene un peso de un 15% en la calificación final.
- Entrega de la memoria final de las prácticas con un peso del 20% en la calificación final.
- Presentación oral de las prácticas: cada uno de los grupos (de máximo 2 integrantes) presentará oralmente las prácticas ante el profesor de la asignatura. La presentación de las prácticas tiene un peso del 20% en la calificación final.

La calificación final se obtendrá sumando las calificaciones obtenidas en cada una de las prácticas, la memoria final y las presentaciones orales con los pesos especificados. Es necesario obtener una calificación total de al menos 5 puntos en cada una de las pruebas de evaluación para superar la asignatura. En cada convocatoria las prácticas de la asignatura se entregarán como muy tarde el día del prueba de evaluación fijado por jefatura de estudios al inicio del curso. En esa misma fecha se realizarán las presentaciones orales.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
H. Edelsbrunner, J.L. Harer, Computational Topology. An introduction, American Mathematical Society, Providence, RI, 2010.	Bibliografía	Referencia principal del curso
N.A. Scoville, Discrete Morse Theory, Student Mathematical Library, 90. American Mathematical Society, Providence, RI, 2015.	Bibliografía	Referencia principal Teoría de Morse Discreta

A.J. Zomorodian, Topology for Computing, Cambridge Monographs on Applied and Computational Mathematics, 16. Cambridge University Press, Cambridge, 2005	Bibliografía	
R. Ghrist, Elementary Applied Topology, 2014.	Bibliografía	Capítulos sueltos descargables en <a href="https://www.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html">https://www.math.upenn.edu/~ghrist/notes.html</a>
T. Kaczynski, K. Mischaikow, M. Mrozek, Computational Homology, Applied Mathematical Sciences, 157, Springer-Verlag, New York, 2004.	Bibliografía	
A. Hatcher, Algebraic Topology, Cambridge University Press, Cambridge, 2002.	Bibliografía	
W.S. Massey, A Basic Course in Algebraic Topology, Graduate Texts in Mathematics, 27, Springer-Verlag, New York, 1991.	Bibliografía	
J.M. Lee, Introduction to Topological Manifolds, Graduate Texts in Mathematics, 218, Springer-Verlag, New York, 1991.	Bibliografía	
V. Muñoz, J. Madrigal, Topología Algebraica, Sanz y Torres, 2015.	Bibliografía	
Blog sobre homología persistente y Big Data Analysis	Recursos web	<a href="https://datawarrior.wordpress.com/tag/persistent-homology/">https://datawarrior.wordpress.com/tag/persistent-homology/</a>

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura