



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

2020/21 - 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.....	12
8. Otra información.....	13

## 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>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alfonso Zamora Saiz	1312	alfonso.zamora@upm.es	Sin horario. A determinar
Hector Barge Yañez (Coordinador/a)	1307	h.barge@upm.es	Sin horario. A determinar
Jonatan Sanchez Hernandez	1302	jonatan.sanchez@upm.es	Sin horario. A determinar

Juan Angel Rojo Carulli	1302	juan.rojo.carulli@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.

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

## 3.2. Resultados del aprendizaje

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.

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.

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 limites de la aplicación.

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.

## 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.
  - 1.2. Nubes de puntos y complejos asociados.
  - 1.3. Otros complejos.
2. Homología y cohomología.
  - 2.1. Homología simplicial.
  - 2.2. Cohomología simplicial. Dualidad.
  - 2.3. Otras teorías de homología.
3. Teoría de Morse.
  - 3.1. Teoría de Morse clásica.
  - 3.2. Teoría de Morse discreta.
4. Homología persistente.
  - 4.1. Grupos de homología persistente.
  - 4.2. Representaciones de la homología persistente.
  - 4.3. Algoritmos para el cálculo de la homología persistente.
  - 4.4. Estabilidad de la homología persistente.
  - 4.5. Aplicaciones.

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
2	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
3	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
4	<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Entrega práctica tema 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>

5	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
6	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
7	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
8	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Entrega práctica tema 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
10	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b></p>		<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>tutoría grupal</b></p>	



	Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
11	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
12	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Entrega práctica tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
13	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
14	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>tutoría grupal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
15	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Entrega práctica tema 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00  <b>Presentación final de las prácticas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Entrega práctica tema 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	5 / 10	CE38 CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01
8	Entrega práctica tema 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	5 / 10	CE38 CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01
12	Entrega práctica tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	5 / 10	CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CE38 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01

15	Entrega práctica tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	5 / 10	CE38 CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01
15	Presentación final de las prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CE38 CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01

### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE38 CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE38 CE26 CE43 CG02 CG08 CG10 CG05 CG06 CG03 CG04 CE37 CG01

## 6.2. Criterios de evaluación

**Convocatoria ordinaria:** Sistema general de evaluación continua: Las actividades evaluables son las especificadas en la tabla del apartado anterior, cada una de ellas puntuable de 0 a 10. La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla, y se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10. **Sistema de evaluación mediante sólo prueba final:** El alumno que desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura en el plazo de 15 días a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura. Este sistema de evaluación mediante sólo prueba final, consistirá en la realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará todo el temario de la asignatura, puntuable de 0 a 10. Se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10. **Convocatoria extraordinaria de julio:** Consistirá en la realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará todo el temario de la asignatura, puntuable de 0 a 10. Se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.

## 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	
S.Y. Outdot, Persistence Theory: From Quiver Representation to Data Analysis, Mathematical Surveys and Monographs, 209, American Mathematical Society, Providence, RI, 2015.	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

La situación sanitaria causada por la pandemia COVID-19 ha llevado a la decisión de que la docencia de este semestre esté planteada en modo de presencialidad adaptada, que combinará docencia online en directo (columna "tele-enseñanza" del cronograma) con pruebas de evaluación presenciales.

Si mejoraran las condiciones sanitarias y se pudieran impartir clases presenciales con normalidad,, se atenderá a lo indicado en la columna "actividad en el aula".

Si, por otro lado, empeoraran las condiciones sanitarias, las pruebas de evaluación continua presenciales previstas se realizarán de forma online, sin necesidad de modificar esta guía.