



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

**ASIGNATURA**

**43000451 - Túneles**

**PLAN DE ESTUDIOS**

04AM - Master Universitario Ingeniería De Estructuras, Cimentaciones Y Materiales

**CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE**

2022/23 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000451 - Túneles
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Ramiro Garcia Luna	Lab. Geotecnia	r.gluna@upm.es	M - 09:00 - 12:00 X - 09:00 - 12:00
Rafael Jimenez Rodriguez	Lab. Geotecnia	rafael.jimenez@upm.es	M - 08:00 - 14:00
Salvador Senent Dominguez (Coordinador/a)	U.D. Dibujo	s.senent@upm.es	M - 09:30 - 11:30 J - 09:30 - 13:30

Luis Jorda Bordehore	Lab. Geotecnia	l.jorda@upm.es	M - 09:00 - 12:00 X - 09:00 - 12:00
Jose Gregorio Gutierrez Chacon	Lab. Geotecnia	jg.gutierrez@upm.es	M - 10:30 - 13:30 J - 10:30 - 13:30

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos a nivel de grado sobre túneles (procedimientos constructivos, elementos de sostenimiento, comportamiento tenso-deformacional, etc.)
- Conocimientos a nivel de grado sobre mecánica de rocas (criterios de rotura, clasificaciones geomecánicas, etc.)

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE14 - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Análisis y diseño en ingeniería geotécnica.

CG5 - Capacidad de utilización de los servicios de comunicación y de obtención de información para su transformación en conocimiento aplicable al ejercicio de las competencias específicas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1 - Utiliza con eficacia, autonomía y polivalencia recursos de modelización predictiva en la temática de la materia

RA4 - Utiliza con eficacia recursos de información y comunicación

RA2 - Presenta comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente, en lengua española e inglesa

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El curso pretende familiarizar a los alumnos con aspectos avanzados del diseño y la ejecución de túneles, desde aspectos constructivos (riesgos geológicos, tuneladoras, etc.) a otros relativos a la interacción terreno-estructura (estabilidad del frente, deformaciones en superficie, etc.).

En cualquier caso, la asignatura se adapta a los conocimientos previos del alumno. Partiendo de una revisión general sobre los diferentes aspectos del diseño y la construcción de túneles, las actividades propuestas permiten una mayor o menor profundidad en función de los intereses del alumno.

El curso se estructura en 4 Bloques (Aspectos Constructivos, Aspectos Geológico-Geotécnicos, Diseño y Supervisión y Auscultación).

En el primer bloque se hace una exposición general sobre los túneles, que sirve de marco para los demás bloques. Se ven varios aspectos como Historia de los túneles, Arranque, Sostenimientos, Métodos constructivos tradicionales, Tuneladoras, etc.

En el segundo bloque se estudia la caracterización de los macizos rocosos y su influencia en el diseño de túneles. Se trabaja en entornos virtuales, como con la herramienta CoSpaces (p.ej., <https://cospac.es/md40>).

En el tercer bloque se lleva a cabo el diseño de una sección de sostenimiento de un túnel de forma similar a cómo se haría en una empresa de ingeniería, desde el análisis de cuñas hasta la simulación mediante elementos finitos, empleando para ello herramientas informáticas habituales en el diseño de túneles (<https://short.upm.es/bunjs>).

Por último, en el cuarto bloque, se analizan otros aspectos relacionados con la construcción de túneles, como el levantamiento de un frente o el análisis de deformaciones (p.ej., mediante técnicas fotogramétricas como SfM).

## 5.2. Temario de la asignatura

1. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS
3. DISEÑO
4. SUPERVISIÓN Y AUSCULTACIÓN

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>BLOQUE 1</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
2		<b>Modelización de túneles</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
3	<b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
4			En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Presentación de trabajos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
5	<b>BLOQUE 2</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
6		<b>Modelización de túneles</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
7	<b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	

8			En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	Presentación de trabajos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
9	<b>BLOQUE 3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral <b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
10		<b>Modelización de túneles</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
11	<b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
12			En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	Presentación de trabajos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
13	<b>BLOQUE 4</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral <b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
14	<b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
15	<b>Problemas, proyectos, casos históricos</b> <b>Apoyo realización de trabajos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
16			En caso de ser necesario, se retransmitirán en directo las clases y se desarrollará toda la asignatura por medios telemáticos Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	Presentación de trabajos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 03:00



17				<b>Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00
----	--	--	--	---

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Presentación de trabajos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	25%	/ 10	CG5 CB6 CB9 CB10 CE14
8	Presentación de trabajos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	25%	/ 10	CG5 CB6 CB9 CB10 CE14
12	Presentación de trabajos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	25%	/ 10	CG5 CB6 CB9 CB10 CE14
16	Presentación de trabajos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	25%	/ 10	CG5 CB6 CB9 CB10 CE14

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	/ 10	CG5 CB6 CB9 CB10 CE14

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	/ 10	CG5 CB6 CB9 CB10 CE14

## 7.2. Criterios de evaluación

*Para los alumnos que cursen la asignatura mediante "Evaluación continua"*

La calificación final será el promedio de las calificaciones obtenidas en cada uno de los cuatro bloques que componen la asignatura. La evaluación de cada bloque dependerá de las actividades desarrolladas en él: elaboración y defensa de un trabajo sobre un aspecto concreto de la construcción de túneles, caracterización de un macizo rocoso en una visita virtual a campo, comprobación mediante modelización numérica de una sección de túnel, levantamiento de un frente de túnel, etc.).

*Para los alumnos que cursen la asignatura mediante "Evaluación solo prueba final":*

Se realizará un examen escrito con diferentes tipos de preguntas (preguntas a desarrollar, tipo test y problemas) que cubra los contenidos de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
The Art of Tunnelling	Bibliografía	KÁROLY. SZÉCHY. Akadémiai Kiadó. Budapest 1973.
Tunnel Engineering Handbook	Bibliografía	JOHN O. BICKEL & T.R. KUESEL. Ed. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 1982.
Support of Underground Excavations in Hard Rock	Bibliografía	E. HOEK, P.K. KAISER, W.F. BAWDEN. Editorial A.A. Balkema. Rotterdam, 1995
Mechanised Shield Tunnelling	Bibliografía	B. MAIDL, M. HERRENKNECHT, U. MAIDL, G. WEHRMEYER. Editorial Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 2012.
Otros	Bibliografía	Se facilitarán también otros documentos y artículos científicos de interés para el seguimiento de la asignatura y para el desarrollo de los diferentes trabajos.
Rocscience suite	Equipamiento	Colección de programas informáticos de la empresa Rocscience
Entornos virtuales	Otros	Escenarios de realidad virtual en la plataforma CoSpaces de varios túneles reales para la realización de visitas virtuales a campo.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En el caso de que la docencia se tenga que realizar de manera semipresencial o no presencial, se mantendrá el cronograma, así como las actividades y criterios de evaluación propuestos. Las sesiones previstas en el aula, tanto las clases impartidas por el profesor como la presentación de trabajos, se realizarán mediante videoconferencias. (En el caso de que estas sean retransmisiones desde una de las aulas de la escuela, existiría la posibilidad de asistir presencial o telemáticamente). Las tareas se propondrán y se entregarán en la plataforma de teleenseñanza Moodle.