

# Geomecánica e Ingeniería del Terreno (250505)

## Información general

<b>Centro docente:</b>	ETSECCPB
<b>Departamentos:</b>	Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA), Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB)
<b>Créditos:</b>	6.0 ECTS
<b>Titulaciones:</b>	
<b>Curso:</b>	2015/2016
<b>Idioma en que se imparte:</b>	English

## Profesores de la asignatura

Profesor responsable: Sebastian Olivella Pastalle

Profesores: Eduardo Alonso Perez De Agreda, Antonio Gens Sole, Alberto Ledesma Villalba, Sebastian Olivella Pastalle

## Objetivos genéricos

Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.

Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.

Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica.

Capacidad para el análisis geomecánico de estructuras geotécnicas incluyendo la aplicación de modelos tanto analíticos como numéricos así como el diagnóstico en situaciones que pueden plantearse en el ámbito de la ingeniería del terreno.

Capacidad para la utilización de modelos no lineales, de estado crítico, de fluencia y en análisis geotécnicos en los que intervengan suelos y rocas incluyendo acoplamiento hidromecánico.

Capacidad para el estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y demás construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea la naturaleza y el estado de éste, y cualquiera que sea la finalidad de la obra de que se trate.

Recordatorio y profundización de las teorías de estado crítico (parámetros de estado en arenas) que servirán como referencia para la descripción del comportamiento real. A continuación se

examinan distintos aspectos del comportamiento real de suelos y rocas tales como no linealidad (con énfasis en pequeñas deformaciones), estructura (bonding), Anisotropía tanto desde un punto de vista mecánico como hidráulico, softening (localización - rotura progresiva), fluencia en suelos y rocas, comportamiento de suelos no saturados, y licuefacción. Se describirán casos reales en los que estos aspectos tienen una influencia sobre los aspectos ingenieriles. Aplicación de los conocimientos al estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y demás construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea la naturaleza y el estado de éste, y cualquiera que sea la finalidad de la obra de que se trate.

## **Competencias**

### ***Competencias específicas***

Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica.

Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.

Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.

### ***Competencias genéricas de la materia***

**INNOVACIÓN, EMPLEABILIDAD, DESARROLLO E INVESTIGACIÓN** -Capacidad para desarrollar la creatividad y la tendencia a la innovación, de forma que incida en el desarrollo y progreso de la sociedad. Capacidad para trabajar en un tema de investigación.

Empleabilidad a nivel de dirección en todo tipo de empresas y administraciones, con iniciativa y habilidades en toma de decisiones. Capacidad para desarrollar la creatividad y la tendencia a la innovación, de forma que incida en el desarrollo y progreso de la sociedad. Capacidad para trabajar en un tema de investigación. Empleabilidad a nivel de dirección en todo tipo de empresas y administraciones, con iniciativa y habilidades en toma de decisiones.

**TERCERA LENGUA A NIVEL DE DESARROLLO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO** - Conocer una tercera lengua, que será el inglés por su carácter global, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados a nivel de Master. En particular, ser capaz de preparar un artículo técnico o científico para su publicación a nivel internacional. Al finalizar el Master se tiene que alcanzar el nivel C de inglés.

**USO DE RECURSOS DE INFORMACIÓN A NIVEL INTERNACIONAL** -

Capacidad para la adquisición de información en bases de datos internacionales tanto generales como especializados. Capacidad para acceder a las propuestas más innovadoras y recientes, capacidad para realizar estudios comparativos así como para detectar puntos fuertes y puntos débiles.

## **Créditos ECTS: horas totales de dedicación del estudiantado**

		Dedicación	
		Horas	Porcentaje
Aprendizaje dirigido	Teoría	32.00	59.3%
	Problemas	10.00	18.5%
	Laboratorio	10.00	18.5%
	Actividades dirigidas	2.00	3.7%
Aprendizaje autónomo		96.00	

## Contenidos

### **Tema 1. Geomateriales**

#### **Dedicación**

2.0h. Teoría

#### **Descripción**

Características generales de los materiales naturales. Suelos. Formación, tipología, estructura, cuencas sedimentarias, suelos residuales, cementados, no saturados. Suelos duros y rocas blandas. Macizos rocosos, discontinuidades. Fluencia. Herramientas de análisis geomecánico: medio continuo, elementos discretos, juntas.

#### **Objetivos**

Se realiza una introducción al comportamiento de los geomateriales.

### **Tema 2. Acoplamiento hidro-mecánico en geomateriales**

#### **Dedicación**

4.0h. Teoría + 2.0h. Problemas + 2.0h. Laboratorio

#### **Descripción**

Acoplamiento flujo – deformación. Formulación desplazamientos - presiones. Condiciones No Drenadas, resistencia al corte sin drenaje. Consolidación. Condiciones Drenadas.

Extensión de la formulación acoplada al comportamiento termo-hidro-mecánico de medios porosos (incluyendo movimiento de vapor). Leyes constitutivas, hidráulicas, mecánicas y térmicas, generalizadas.

Introducción a los métodos numéricos en geotecnia. Excavación y construcción de elementos. Tensiones iniciales. Extensión de la malla. Elementos estructurales.

Aplicación a casos que usan modelos constitutivos sencillos para familiarizarse con condiciones de contorno, condiciones iniciales, intervalos/etapas, elementos estructurales, características de un programa.

#### **Objetivos**

Desarrollar la formulación

Desarrollo de la formulación. Capacidad para incorporar/eliminar procesos según el problema a resolver.

Aprender los aspectos básicos de los métodos numéricos aplicados a la solución de problemas geotécnicos.

Sesión práctica para introducir la modelación geotécnica

### **Tema 3. Comportamiento geomecánico de arcillas y arenas**

#### ***Dedicación***

4.0h. Teoría + 2.0h. Laboratorio

#### ***Descripción***

Comportamiento típico de arcillas. Teoría de estado crítico y modelo Cam-clay.

Comportamiento típico de arenas. Parámetro de estado. Licuefacción. Movilidad cíclica.

Simulación analítica y numérica de ensayos edométricos y ensayos triaxiales en suelos saturados mediante modelos acoplados.

#### ***Objetivos***

Comprensión de la respuesta experimental de los suelos arcillosos sometidos a un estado general de sollicitación tenso-deformacional. Capacidad para anticipar, de forma cualitativa, la respuesta de un ensayo de laboratorio.

Comprensión de la respuesta experimental de suelos granulares sometido a un estado general de sollicitación tenso-deformacional. Capacidad para anticipar, de forma cualitativa, la respuesta en un ensayo de laboratorio.

Aprender a utilizar herramientas de modelación y aplicarlas para la simulación de ensayos de laboratorio incluyendo la calibración de parámetros del modelo, y determinación de las capacidades y limitaciones de las ecuaciones empleadas.

### **Tema 4. Suelos no saturados.**

#### ***Dedicación***

6.0h. Teoría + 2.0h. Laboratorio

#### ***Descripción***

Succión. Comportamiento típico de suelos no saturados: expansión y colapso. Modelos elásticos. Variables de estado.

Modelos para geomateriales no saturados. Barcelona Basic Model y otros modelos. Hinchamiento y colapso. Resistencia al corte.

Suelos expansivos y suelos colapsables. Estructura del suelo. Criterios de compactación y representación de la compactación en los modelos. Presión de hinchamiento.

Simulación de ensayos edométricos y ensayos triaxiales en suelos no saturados mediante modelos acoplados. Construcción de terraplenes, efecto del agua / lluvias. Construcción de

presas de tierra, llenado y desembalse rápido.

**Objetivos**

Introducir los conceptos básicos de suelos no saturados, y los procesos de deformación que tienen lugar en ellos. Dar a conocer las diferentes variables de estado que pueden utilizarse en los modelos según las capacidades alcanzadas.

Describir la derivación de los modelos para geomateriales no saturados y entender los procesos físicos que sirven para derivar modelos macroscópicos.

Conocer los procesos de expansión/hinchamiento en suelos, qué usos o problemáticas pueden tener, cómo se ve afectada la estructura durante la expansión y el colapso de un suelo, y cómo se representan estos procesos en los modelos constitutivos.

Alcanzar, mediante la práctica, un conocimiento de la respuesta de suelos no saturados y de los modelos que se utilizan para reproducir la respuesta frente a procesos de carga en condiciones no saturadas y saturadas así como procesos de inundación.

**Tema 5. Suelos duros y rocas blandas**

**Dedicación**

4.0h. Teoría + 2.0h. Problemas

**Descripción**

Comportamiento de suelos cementados. Resultados de ensayos edométricos y triaxiales. Descripción de los procesos de cementación y su efecto en la respuesta de los geomateriales.

Extensión de los modelos para incorporar la cementación. Introducción del concepto de resistencia residual. Reblandecimiento por rotura de la cementación. Condiciones drenadas y no drenadas.

Rotura progresiva. Aplicación a estabilidad de taludes.

**Objetivos**

Comprensión de los mecanismos que explican la naturaleza de los suelos cementados. Comprensión de la relación entre dichos mecanismos y la respuesta tenso-deformacional del terreno.

Establecer la forma cómo los modelos constitutivos se pueden modificar para incorporar el efecto de la cementación de un suelo, partiendo de los modelos básicos más utilizados en geotecnia.

La rotura de algunas estructuras geotecnicas solamente se puede explicar considerando la rotura progresiva, para lo cual se pueden usar modelos en los que se define la resistencia residual que aparece en la zona post-pico del diagrama tensión-deformación.

**Tema 6. Comportamiento no lineal a pequeñas deformaciones**

**Dedicación**

2.0h. Teoría + 2.0h. Problemas

**Descripción**

Comportamiento de suelos lejos de rotura. Elasticidad no lineal. Ensayos de caracterización mediante técnicas geofísicas y de laboratorio en columna resonante.

Aplicación de la teoría de elasticidad en pequeñas deformaciones al análisis de casos reales tales como túneles en zonas urbanas. Sistemas de instrumentación.

**Objetivos**

Introducir las desviaciones que se producen en la respuesta elástica del terreno en zonas donde las deformaciones son pequeñas, por ejemplo, por encontrarse alejadas de la zona de mayor influencia.

Comprensión, de forma aplicada, de los efectos que puede producir la diferente rigidez del terreno según el nivel de sollicitación, en la respuesta de movimientos inducidos por construcciones geotécnicas, especialmente las subterráneas.

**Evaluación**

**Dedicación**

4.0h. Laboratorio

**Descripción**

Evaluación de conjunto

**Tema 7. Otros aspectos del comportamiento real de geomateriales**

**Dedicación**

8.0h. Teoría

**Descripción**

Anisotropía estructural en suelos y rocas blandas. Anisotropía inducida. Anisotropía mecánica y anisotropía hidráulica.

Licuefacción estática y licuefacción por carga cíclica.

Modelos para geomateriales incluyendo efectos dinámicos.

Comportamiento térmico de suelos. Suelos congelados. Vapor en suelos, problemas termo-hidro-mecánicos.

Fluencia en suelos y rocas. Procesos físicos que explican la fluencia en geomateriales.

Consolidación secundaria.

**Objetivos**

Comprender las causas de la anisotropía mecánica e hidráulica de los geomateriales.

Comprensión del fenómeno de la licuefacción, así como aprender los aspectos ingenieriles que intervienen.

Comprender y aplicar condiciones no isotermicas al comportamiento de geomateriales.

Comprender y aplicar los procesos asociados al comportamiento diferido de los geomateriales.

**Tema 8. Uso de métodos numéricos en el análisis geotécnico**

**Dedicación**

2.0h. Teoría + 4.0h. Problemas

**Descripción**

Particularidades del Análisis Geotécnico mediante el Método de los Elementos Finitos. Análisis acoplado / desacoplado.

Casos reales, proceso de modelación, hipótesis a realizar para pasar de un caso real a un modelo geotécnico.

**Objetivos**

Capacidad para determinar el valor añadido que puede aportar el análisis numérico en el estudio de un problema geotécnico así como el nivel a adoptar en lo que se refiere a complejidad del modelo (procesos, dimensionalidad, modelos constitutivos).

Capacidad para transformar un problema real en un modelo. Proceso de verificación y proceso de validación de un modelo.

**Actividades****Trabajo de modelación****Dedicación**

2.0 h. Actividades dirigidas

**Descripción**

Trabajo de modelación en ingeniería del terreno en el que se valorará la capacidad para adoptar hipótesis que permitan transformar un caso real en el correspondiente modelo que ayude a comprender el problema así como realizar predicciones de comportamiento.

**Método de calificación (\*)**

**(\*) El calendario de evaluación y el Método de calificación se aprobarán antes del inicio de curso.**

Es realitzaran dues proves, una d'elles de conjunt. La nota es determinarà com el màxim entre la nota mitjana aritmetica de les dues proves i la nota de la prova de conjunt. Addicionalment s'afegirà com a màxim un punt a la nota final corresponent a la part pràctica.

**Normas de realización de pruebas**

Si no se realiza alguna de las actividades de práctica o de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

**Metodología docente**

La asignatura consta de 4 horas a la setmana de clases presenciales en aula.

Se dedican a clases teóricas, problemas y laboratorio, en las que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios. Se realizan sesiones prácticas en las que se utiliza software aplicado a problemas de geotecnia.

Se utiliza material de soporte en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA.

### **Horario de atención**

El horario de atención se lleva a cabo tanto durante los intervalos entre clases como mediante horas convenidas acordadas personalmente o por correo electrónico

### **Bibliografía básica**

- Wood, D.M.. . **Soil behaviour and critical state soil mechanics.** . Ed. Cambridge University Press. Cambridge. . 1990. ISBN ISBN 0-521-33782-8. .
- David M. Potts, Lidija Zdravkovic. **Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering.** Thomas Thelford. Londres. 1999.
- Atkinson, J.. **The mechanics of soils and foundations.** . Taylor & Francis.. Oxford, UK . 2007. ISBN ISBN 978-0-415-36255-9. .