

## Programa del curso

### 1. Descripción del curso

El objetivo general de este curso es que los estudiantes aprendan a usar las herramientas de simulación numérica más utilizadas en geotecnia. La mayor parte del curso se dedica al uso del método de los elementos finitos, mediante el código comercial Plaxis 2D. Al final del semestre, se aborda con menos profundidad el método de los elementos discretos, mediante los códigos de investigación SandBox y/o LMGC90.

### 2. Intensidad horaria

El curso se desarrolla en el espacio de una sesión magistral semanal, los jueves de 15:30 a 18:20, en el salón AU203.

### 3. Objetivos de aprendizaje

A continuación se listan los objetivos de aprendizaje del curso (OACs).

Al terminar el curso, se espera que el estudiante:

- (OAC1) identifique las principales herramientas numéricas utilizadas en geotecnia, tenga una idea general de cómo funcionan, y explique su propósito, ventajas y desventajas;
- (OAC2) identifique los principales códigos, tanto comerciales como de investigación, a los que puede acceder para utilizar estas herramientas;
- (OAC3) pueda utilizar, demostrando habilidad y buen criterio, las funciones básicas de un código de elementos finitos (Plaxis 2D) para analizar diferentes tipos de estructuras y problemas geotécnicos;
- (OAC4) sepa qué modelos constitutivos deben usarse para analizar diferentes tipos de estructuras y problemas geotécnicos; y
- (OAC5) haya usado un código de elementos discretos (SandBox y/o LMGC9) para analizar la microestructura y la respuesta mecánica de un material granular.

Adicionalmente, se espera que el estudiante

- (OAC6) desarrolle sus habilidades de comunicación escrita y gráfica.

### 4. Temas

A continuación se listan los temas (Ts) abordados en el curso y se indica su conexión con los OACs uno a cinco.

<b>Tema (T)</b>	<b>OAC1</b>	<b>OAC2</b>	<b>OAC3</b>	<b>OAC4</b>	<b>OAC5</b>
(T1) Introducción a las herramientas numéricas en geotecnia	*	*			
(T2) El modelo constitutivo elástico-lineal			*	*	
(T3) El método de los elementos finitos	*				
(T4) Introducción a Plaxis 2D			*		
(T5) El modelo constitutivo de Mohr-Coulomb (elástico-perfectamente plástico)			*	*	
(T6) Cálculo del factor de seguridad mediante el método de reducción de resistencia			*		
(T7) Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil, Hardening Soil Small Strain y Soft Soil)			*	*	
(T8) Análisis de sistemas no-drenados			*	*	
(T9) Flujo de agua subterránea			*		
(T10) Consolidación			*		
(T11) Modelos constitutivos para rocas (Hoek-Brown y Jointed Rock)			*	*	
(T12) Métodos de elementos discretos (DEM)	*				*

## 5. Sistema de evaluación

El nivel de logro de los OACs se mide mediante los siguientes instrumentos de evaluación. Entre paréntesis, se indica el valor porcentual en la nota final.

- Tarea No. 1 (Taludes) (20%)
- Tarea No. 2 (Excavaciones a cielo abierto) (20%)
- Tarea No. 3 (Terraplenes) (20%)
- Tarea No. 4 (Túneles en roca) (20%)
- Tarea No. 5 (Métodos de elementos discretos) (20%)

## 6. Textos guía

Plaxis 2D:

- Plaxis 2D, *Tutorial Manual* (2017)
- Plaxis 2D, *Reference Manual* (2017)
- Plaxis 2D, *Material Models Manual* (2017)
- Plaxis 2D, *Scientific Manual* (2017)

Método de los elementos finitos:

- Gerald, C. F. y Wheatley, P. O., *Análisis Numérico con Aplicaciones 6Ed*, Pearson Education (2000)
- Chapra, S. C. y Canale, R. P., *Métodos Numéricos para Ingenieros 5Ed*, McGraw-Hill Interamericana (2006)
- Reddy. J. N., *An Introduction to the Finite Element Method 2Ed*, McGraw-Hill International Editions (1993)

Métodos de elementos discretos:

- Radjai, F. and Dubois, F., *Discrete-element Modeling of Granular Materials*, ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. (2011)

## 7. Calendario

A continuación se presenta el calendario del semestre.

Semana No. (dd/mm)	Actividades
1 (10/08)	· Introducción al curso (T1) Introducción a las herramientas numéricas en geotecnia · Ejercicio en clase No. 1: Estadísticas sobre herramientas numéricas en geotecnia
2 (17/08)	· Repaso sobre esfuerzos y deformaciones (T2) El modelo constitutivo elástico-lineal (T3) El método de los elementos finitos
3 (24/08)	<i>No hay clase (Día País)</i>
4 (31/08)	(T4) Introducción a Plaxis 2D · Ejercicio en clase No. 2: Asentamientos de una zapata circular en arena (TP1)
5 (07/09)	<i>No hay clase (Visita de reacreditación ABET)</i>
6 (14/09)	(T5) El modelo constitutivo de Mohr-Coulomb (elástico-perfectamente plástico) (T6) Cálculo del factor de seguridad mediante el método de reducción de resistencia · <b>Distribución de la tarea No. 1: Taludes</b>
7 (21/09)	(T7) Modelos constitutivos con endurecimiento (Hardening Soil, Hardening Soil Small Strain y Soft Soil)
8 (28/09)	<i>No hay clase (Día del Estudiante)</i>
9 (05/10)	<i>No hay clase (Semana de trabajo individual)</i>
10 (12/10)	(T8) Análisis de sistemas no-drenados · Ejercicio en clase No. 3: Construcción de una excavación sumergida (TP2) · <b>Distribución de la tarea No. 2: Excavaciones a cielo abierto</b>
11 (19/10)	(T9) Flujo de agua subterránea · Ejercicio en clase No. 4: Flujo a través de una presa (TP9)
12 (26/10)	· Ejercicio en clase No. 5: Estabilidad de una presa frente a cambios en el nivel freático (TP7) · Ejercicio en clase No. 6: Variaciones de humedad en el suelo superficial (TP11)
13 (02/11)	(T10) Consolidación · Ejercicio en clase No. 7: Construcción de un terraplén vial (TP4) · <b>Distribución de la tarea No. 3: Terraplenes</b>
14 (09/11)	(T11) Modelos constitutivos para rocas (Hoek-Brown y Jointed Rock) · <b>Distribución de la tarea No. 4: Túneles en roca</b>
15 (16/11)	(T12) Métodos de elementos discretos (DEM) · Ejercicio en clase No. 8: Montaje y ejecución de una simulación con pocas partículas
16 (23/11)	· <b>Distribución de la tarea No. 5: Métodos de elementos discretos</b>