



Guía docente

250816 - 250816 - Mecánica de Suelos No Saturados

Última modificación: 25/01/2024

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL TERRENO (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ENRIQUE EDGAR ROMERO MORALES

Otros: ENRIQUE EDGAR ROMERO MORALES, JEAN VAUNAT

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

- 13308. Conceptualizar los suelos y las rocas como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y de Fluidos.
- 13310. Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio.
- 13312. Analizar, discriminar e integrar en estudios y proyectos la información geológica y geotécnica disponible

Genéricas:

- 13300. Aplicar conocimientos de ciencias y tecnología avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería del Terreno
- 13301. Dirigir, coordinar y desarrollar proyectos completos en el campo de la Ingeniería del Terreno.
- 13302. Identificar y dissenyar soluciones para los problemas de Ingeniería del Terreno en un marco ético, social, económico y legislativo
- 13303. Evaluar el impacto de la Ingeniería del Terreno en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional responsable.
- 13304. Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería del Terreno en sus actividades profesionales o investigadoras
- 13305. Conceptualizar la Ingeniería del Terreno como un campo multidisciplinar que requiere incluir aspectos relevantes de geología, sismología, hidrogeología, ingeniería geotécnica y sísmica, geomecánica, física de medios porosos, geofísica, geomática, riesgos naturales, energía e interacción con el clima.
- 13306. Innovar en el planteamiento de metodologías, análisis y soluciones en problemas de Ingeniería del Terreno.
- 13307. Abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo al proyecto, planificar y gestionar, así como interpretar los resultados obtenidos en el contexto de la Ingeniería del Terreno y la Ingeniería de Minas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 1,5 horas a la semana de clases presenciales en un aula (grupo grande) y 1,5 horas semanales con la mitad de los estudiantes (grupo mediano).

Se dedican a clases teóricas 1,5 horas en un grupo grande, en él que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios.

Se dedican 1,5 horas (Grupo mediano), a la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conceptualizar los suelos y las rocas como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y de Fluidos.

Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio.

Formular y programar modelos numéricos Elementos Finitos y Diferencias Finitas para analizar los procesos que rigen la respuesta del terreno, interpretar la información de campo y predecir la respuesta del terreno.

Analizar, discriminar e integrar en estudios y proyectos la información geológica y geotécnica disponible

* Reconoce e interpreta la respuesta del terreno en presencia de fenómenos acoplados termo-hidro-mecánicos.

* Plantea ensayos de laboratorio avanzados para determinar parámetros termo-hidro-mecánicos en suelos y rocas.

* Aplica conceptos científicos avanzados para proponer soluciones innovadoras en problemáticas emergentes en Ingeniería Geotécnica donde el acoplamiento termo-hidro-mecánico juega un papel preponderante (almacenamiento de residuos, geotermia, interacción de las geoinfraestructuras con el clima, ...)

- Introducción: los suelos no saturados en la práctica geotécnica.

- Conceptos básicos de mecánica de suelos no saturados.

- Técnicas experimentales.

- Comportamiento mecánico. Modelos constitutivos.

- Flujo y deformación. Problemas acoplados.

Conceptualizar los suelos parcialmente saturados como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y Fluidos.

Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio. Formular y programar modelos numéricos Elementos Finitos y diferencias finitas para analizar los procesos que rigen la respuesta del terreno, interpretar la información de campo y predecir la respuesta del terreno. Analizar, discriminar e integrarse en estudios y proyectos la información geológica y geotécnica disponible.

* Reconoce e interpreta la respuesta del terreno en presencia de fenómenos acoplados termo-hidro-mecánicos.

* Plantea ensayos de laboratorio avanzados para determinar parámetros termo-hidro-mecánicos en suelos y rocas.

* Aplica conceptos científicos avanzados para proponer soluciones innovadoras en problemáticas emergentes en Ingeniería Geotécnica donde el acoplamiento termo-hidro-mecánico juega un papel preponderante (almacenamiento de residuos, geotermia, interacción de las geoinfraestructuras con el clima ...).

- Introducción: los suelos no saturados en la práctica geotécnica.

- Conceptos básicos de mecánica de suelos no saturados.

- Técnicas experimentales.

- Comportamiento mecánico. modelos constitutivos.

- Flujo y deformación. Problemas acoplados



HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|----------------------------|-------|------------|
| Horas grupo pequeño | 9,8 | 7.83 |
| Horas grupo mediano | 9,8 | 7.83 |
| Horas aprendizaje autónomo | 80,0 | 63.95 |
| Horas grupo grande | 25,5 | 20.38 |

Dedicación total: 125.1 h

CONTENIDOS

I : Introducción y conceptos básicos

Descripción:

1. Introducción. Importancia ingenieril de los suelos no saturados: Cimentaciones, pavimentos, terreplenes, presas de tierra, estabilidad de taludes, barreras de arcilla, almacenamiento de residuos nucleares.
2. Suelos naturales. Climas áridos. Suelos residuales. Identificación. Comportamiento geotécnico. Problemas de cimentación.

Propiedades básicas del agua. Propiedades del vapor de agua. Propiedades del aire y del aire disuelto. Ley psicrométrica (concentración de vapor), succión total, capilar y osmótica. Potencial del agua. Curva de retención.

Objetivos específicos:

Enmarcar la importancia ingenieril del comportamiento de los suelos no saturados.
Estudiar el origen de los suelos y la interacción entre los condicionantes ambientales y la distribución de humedad en el suelo.
Estudiar los componentes básicos del suelo y las propiedades físicas de cada uno de ellos.
Conocer los aspectos fundamentales del comportamiento de los suelos no saturados como la ley psicrométrica, la capilaridad, las componentes de la succión y del potencial del agua, la curva de retención y la permeabilidad relativa.

Dedicación: 28h 47m

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 16h 47m

II: Técnicas experimentales

Descripción:

Técnicas para la medida de la succión. Tensiómetros, papel de filtro, psicrómetros, métodos resistivos, TDR.
Técnicas de aplicación de la succión. Placa de succión. "Traslación de ejes". Técnicas osmóticas. Técnicas de control de la humedad relativa.

Equipos de succión controlada. Células edométricas, isotrópicas y triaxiales. Corte directo.
Medida de la succión y el contenido de agua "in situ".

Objetivos específicos:

Revisión y análisis de las distintas técnicas de imposición y medida de la succión .
Aplicación de las técnicas de imposición de succión en la realización de ensayos mecánicos en el laboratorio.
Conocer las técnicas de medida de la succión y contenido de agua en el campo.

Dedicación: 14h 23m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m



Primera prueba

Descripción:

Primera prueba

Objetivos específicos:

Realización de ejercicios para conocer el nivel de conocimientos alcanzado

Dedicación: 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

III: Comportamiento mecánico

Descripción:

Comportamiento volumétrico de suelos no saturados poco expansivos.

Influencia de la succión, carga a succión y humedad constante.

Cambios de succión bajo carga. Colapso.

Incremento de la succión. Otras trayectorias de tensiones. Ciclos de humedad. Síntesis.

Efecto del desviador de tensiones, Ciclos de humedad.

Rigidez de suelos no saturados (pequeñas deformaciones). Influencia de la succión. Ensayos de columna resonante y triaxiales.

Modelos elásticos no lineales.

Resistencia de suelos no saturados. Envolvente de rotura. Modelos propuestos.

Tensiones efectivas en suelos saturados y no saturados. Propuesta de Bishop.

Trabajo debido a deformación y cambios de humedad.

Conjunto de tensiones significantes. Posibles alternativas

Un modelo elastoplástico básico para suelos no saturados poco expansivos (Modelo BBM: Modelo Básico de Barcelona).

Modelo elastoplástico para estados isotrópicos de tensión.

Extensión a estados triaxiales. Formulación general tridimensional.

Parámetros del modelo. Modelos de estado crítico y BBM.

Predicciones del modelo y comparación con resultados experimentales.

Objetivos específicos:

Conocer la respuesta del suelo no saturado frente a trayectorias con cambios de succión y de carga isotrópa. Análisis de las deformaciones reversibles e irreversibles debidas a cambios de succión o de tensión.

Conocer el efecto de la succión en la respuesta del suelo bajo tensiones de corte.

Caracterizar la resistencia de un suelo no saturado.

Conocer las dificultades para generalizar el concepto de tensión efectiva a los suelos no saturados.

Conocer las alternativas posibles para definir el estado tensional generalizado del suelo.

Conocer la formulación del modelo básico de Barcelona (BBM).

Comparar las predicciones del BBM con el comportamiento real del suelo.

Conocer las limitaciones del BBM.

Dedicación: 28h 47m

Grupo grande/Teoría: 12h

Aprendizaje autónomo: 16h 47m



IV: Comportamiento de suelos compactados

Descripción:

Principios de compactación.
Propiedades de suelos compactados.
Microestructura de los suelos compactados.
Modelización del comportamiento.
Criterios prácticos.
Cimentaciones sobre rellenos y suelos compactados.

Objetivos específicos:

Conocer las propiedades de los suelos compactados.
Resaltar la importancia de la microestructura.
Conocer un modelo constitutivo.
Conocer criterios prácticos para su utilización

Dedicación: 7h 11m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

V: Comportamiento de suelos expansivos

Descripción:

Comportamiento de suelos expansivos.
Mecanismos básicos de expansión: microestructura de suelos expansivos.
Comportamiento cualitativo del suelo frente a trayectorias comunes de ensayo.
Cimentaciones sobre suelos expansivos.
Modelización del comportamiento de suelos expansivos.
Problemas acoplados.
Modelización de una barrera de residuos radioactivos.

Objetivos específicos:

Conocer la mineralogía y los mecanismos de expansión de los suelos expansivos.
Conocer el comportamiento de los suelos expansivos bajo diferentes trayectorias de carga.
Conocer métodos de cimentación en suelos expansivos.
Presentar casos reales de modelización del comportamiento de barreras de arcilla en almacenamientos de residuos radioactivos.

Dedicación: 14h 23m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m

Segunda Prueba

Descripción:

Segunda prueba

Dedicación: 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m



SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación final se basará en la evaluación de:

1. Dos pruebas parciales a realizar en una hora dentro del horario de clase.
2. Un trabajo escrito que se realizará individualmente sobre algún tema relacionado con la asignatura. El trabajo se entregará a través de Atenea siguiendo las instrucciones de la revista "Géotechnique" que se describen en el documento "Guía para la redacción de los trabajos". La evaluación tendrá en cuenta tanto la calidad científica del trabajo, como la calidad de la presentación del escrito.
3. Una presentación oral del trabajo en clase durante un tiempo de 20 minutos (+ 5 minutos de preguntas sobre el tema presentado). Se evaluará la presentación en base a las pautas de calificación establecidas en el documento "Criterios para evaluar la exposición oral".

La ponderación en la nota final de cada uno de los tres aspectos mencionados será la siguiente:

Nota final = 0.3* Promedio notas pruebas parciales+0.5* Nota trabajo escrito+0.2* Nota presentación oral.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

5 preguntas cortas sobre lo explicado en clase.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Ng, C.W.W; Menzies, B. Advanced Unsaturated Soil Mechanics and Engineering [en línea]. London: Taylor and Francis, 2007 [Consulta: 22/05/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118280492>. ISBN 9780415436793.
- D. G. Fredlund, H. Rahardjo and M. D. Fredlund. Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice [en línea]. 2012. John Wiley & Sons, Inc., 2012 [Consulta: 18/05/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118280492>. ISBN 9781118280515.