

Guía docente

330603 - MSES - Modelización y Simulación de las Excavaciones Subterráneas

Última modificación: 14/04/2021

Unidad responsable: Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa
Unidad que imparte: 750 - EMIT - Departamento de Ingeniería Minera, Industrial y TIC.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MINAS (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: Parcerisa Duocastella, David

Otros:

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

1. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de geotecnia.
2. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las horas de aprendizaje dirigido consisten, por una parte, en resolución de una problemática en pequeño grupo con la asistencia del profesorado y de los apuntes de clase y del otro un trabajo individual de comprensión de un artículo científico. Todas estas actividades serán evaluadas por entrega y corrección de un informe, en una de las actividades habrá una evaluación previa entre los mismos grupos de alumnos.

Las prácticas se realizan básicamente en las aulas de informática, en el campo y otra parte en el aula, en todas ellas habrá asistencia del profesorado y hay que entregar un informe el cual es corregido y calificado.

Las clases teóricas consisten esencialmente en exposiciones magistrales con Power Point fomentando en la medida de lo posible la participación activa del alumnado mediante el planteamiento de cuestiones referentes a la clase expuesta durante el desarrollo de ésta. Todos los Power Points estarán disponibles en el campus virtual ATENEA para consulta de los alumnos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al terminar la asignatura de Construcción de Infraestructuras Subterráneas, el estudiante debe ser capaz de:

- Identificar los diferentes tipos de terreno, sus características y la influencia sobre posibles excavaciones.
- Reconocer las distorsiones que producen las excavaciones en el estado de esfuerzos del terreno.
- Conocer las técnicas de excavación y sostenimiento básicas y cuando se deben aplicar en función del terreno y de la obra a realizar.
- Dominar las técnicas de control de riesgo durante la excavación y monitoreo de la deformación del terreno y otros parámetros.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo mediano	45,0	36.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Título del contenido 1: Introducción a las Infraestructuras Subterráneas

Descripción:

En este contenido se trabaja:
Definiciones básicas de las Obras Subterráneas.
Tipos básicos de obras subterráneas.
Ejemplos de obras subterráneas y de problemas ingenieriles asociados.

Objetivos específicos:

Al terminar este tema, el estudiante será capaz de:

1. Comprender que es una Infraestructura Subterránea.
2. Comprender las principales problemáticas asociadas a la construcción de estas infraestructuras.

Actividades vinculadas:

Actividad 2.

Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

Título del contenido 2: Caracterización del Terreno

Descripción:

En este contenido se trabaja:
El concepto de suelo, roca y de macizo rocoso y cómo hacer una caracterización y estudio como paso previo a la construcción de un túnel.
Análisis de discontinuidades y otros parámetros en macizos rocosos.
Caracterización de subsuelos estratificados.

Objetivos específicos:

Al terminar este tema, el estudiante será capaz de:

1. Distinguir entre un subsuelo de roca y de suelo.
2. Conocer los ensayos de caracterización del terreno básicos.
3. Gestionar los datos aportados por sondeos de investigación del terreno.
4. Modelizar un subsuelo estratigráfico a partir de los datos de los sondeos.

Actividades vinculadas:

Actividades 1, 2, 3, 4 y 5.

Dedicación: 26h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 15h



Título del contenido 3: Tensiones alrededor de una excavación

Descripción:

En este contenido se trabaja:

La evolución de las tensiones principales en torno a un túnel y cómo se modifican estas tensiones al aplicar un sostén.

Objetivos específicos:

Al terminar este tema, el estudiante será capaz de:

1. Entender qué son el estado de esfuerzos, los esfuerzos principales y la ley de tensiones en suelos secos, húmedos y saturados.
2. Entender cómo se modifican estas tensiones alrededor de una excavación.

Actividades vinculadas:

Actividades 1, 2, 4 y 5.

Dedicación: 19h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

Título del contenido 4: Técnicas de construcción y sostenimiento

Descripción:

En este contenido se trabaja:

Las principales técnicas y maquinaria para realizar una excavación y los diferentes tipos de sostenes en función del tipo de terreno.

Objetivos específicos:

Al terminar este tema, el estudiante será capaz de:

1. Conocer los principales tipos de métodos de excavación.
2. Conocer los principales tipos de sostenes.

Actividades vinculadas:

Actividades 1, 2, 3, 4 y 5.

Dedicación: 29h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 20h

Título del contenido 5: Interacción entre excavaciones y sostenimientos

Descripción:

En este contenido se trabaja:

Interacción de sostenimientos con el terreno y determinación de las curvas de sostenimiento.

Objetivos específicos:

Al terminar este tema, el estudiante será capaz de:

1. Entender una curva de sostenimiento.
2. Analizar el riesgo de caída de bloques en túneles construidos en macizos rocosos.

Actividades vinculadas:

Actividades 1, 2, 4 y 5.

Dedicación: 22h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 15h



Título del contenido 6: Control de riesgo y monitoreo

Descripción:

En este contenido se trabaja:

Monitorización de un túnel a partir de ensayos de auscultación del terreno y gestión del riesgo durante la construcción del túnel.

Objetivos específicos:

Al terminar este tema, el estudiante será capaz de:

1. Identificar los principales riesgos durante la excavación de un túnel.
2. Qué son los ensayos de auscultación del terreno. Funcionamiento y comprensión de resultados en ensayos inclino métrico, extensiométricos, en células de presión y en extensímetros.

Actividades vinculadas:

Actividades 2 y 5.

Dedicación: 24h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 15h

ACTIVIDADES

TÍTULO DE LA ACTIVIDAD 1: PRÁCTICAS DE INFORMÁTICA

Descripción:

Se dedicarán varias sesiones en las aulas de Informática para hacer varios ejercicios utilizando software especializado en el ámbito de las infraestructuras subterráneas. Concretamente: Vulkan, GeoOrient y Examine2D.

Objetivos específicos:

Al finalizar la práctica el estudiante debe ser capaz de:

- Utilizar los softwares Vulkan, Examine 2D y GeOrient en aplicaciones de Obra Subterránea.

Entregable:

Se deberán entregar una tarea relacionada con cada uno de los softwares utilizados. La parte práctica de la asignatura computa en 1/5 parte de la nota final.

Dedicación: 11h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 6h



TÍTULO DE LA ACTIVIDAD 2: SALIDA DE CAMPO

Descripción:

Se realiza una visita a una o varias obras subterráneas y se analizan diversos aspectos de la misma: planteamiento de un informe geotécnico, como se han caracterizado las diferentes unidades geotécnicas, si la obra lo permite se ve in situ como se realiza un sondeo, o un penetrómetro o un SPT, como se realiza el sostenimiento y el diseño del túnel.

Objetivos específicos:

Al finalizar la práctica el estudiante debe ser capaz de:

- Ver in situ el método de excavación de un túnel.
- Comprender los mecanismos de sostenimiento del terreno.
- Relacionar como el tipo de terreno puede influenciar el diseño de cualquier obra.

Material:

Libreta de campo para tomar apuntes. Se facilitarán las indicaciones de acceso a la obra a través del campus virtual ATENEA.

Entregable:

Los alumnos entregan un informe de la salida resumiendo los conocimientos adquiridos, tienen un mes para elaborar y entregar el informe. Representa 1/5 parte de la nota de prácticas (NEP).

Dedicación: 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 4h

TÍTULO DE LA ACTIVIDAD 3: PLANTEAMIENTO DE UN EJEMPLO REAL DE EXCAVACIÓN

Descripción:

Se plantea un estudio integral para diseñar un túnel en el área de Manresa.

Objetivos específicos:

Al finalizar la actividad dirigida al estudiante debe ser capaz de resolver problemas concretos de planeamiento de infraestructuras subterráneas.

Material:

El cuestionario y los apuntes disponibles a través del campus virtual ATENEA.

Entregable:

Los alumnos entregan un informe. Representa 1/5 de la nota.

Dedicación: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 5h



TÍTULO DE LA ACTIVIDAD 4: EVALUACIÓN CONTINUADA Y REPASO: CUESTIONARIO SOBRE LOS CONTENIDOS ADQUIRIDOS

Descripción:

En algún momento del curso se realiza un cuestionario evaluativo de los contenidos impartidos. El profesor plantea algunas cuestiones y los alumnos lo trabajan en pequeños grupos consultando los apuntes y preguntando al profesor.

Objetivos específicos:

Al finalizar la actividad dirigida al estudiante debe ser capaz de analizar y resolver cuestiones relativas a los contenidos impartidos hasta el momento.

Material:

Guión de la práctica y apuntes disponibles a través del campus virtual ATENEA.

Entregable:

Los alumnos entregan un informe. Representa 1/5 parte de la nota.

Dedicación: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

TÍTULO DE LA ACTIVIDAD 5: EVALUACIÓN: PRUEBA FINAL SOBRE TODO EL CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

Descripción:

Prueba individual en el aula con una parte de los conceptos teóricos mínimos indispensables de la asignatura (1 h) y posteriormente resolución de 2 o 3 problemas relacionados con los objetivos de aprendizaje de los contenidos de la asignatura (2h).

Objetivos específicos:

Al terminar la prueba el alumno debe haber demostrado que ha adquirido los conocimientos básicos sobre construcción de infraestructuras subterráneas.

Material:

Cuestionario entregado en el aula, calculadora, compás y regla.

Entregable:

Resolución de la prueba. Representa el 60% de la nota del curso y entrega al final del curso el mismo día en que se efectúa la prueba.

Dedicación: 15h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación final es la suma de las calificaciones parciales siguientes: $N_{\text{final}} = 0.6 N_{\text{pf}} + 0.2 N_{\text{ac}} + 0.2 N_{\text{ep}}$

N_{final} : calificación final.

N_{pf} : calificación de prueba final.

N_{ac} : calificación de la prueba de evaluación continuada.

N_{ep} : calificación de las enseñanzas de laboratorio, salidas de campo y prácticas de problemas.

La prueba final consta de una parte con cuestiones sobre conceptos asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura en cuanto al conocimiento o la comprensión, y de un conjunto de ejercicios de aplicación. Se dispone de 3 horas para hacerla y en caso de suspender se tiene derecho a una prueba de recuperación. La evaluación continua consiste en hacer diferentes actividades dirigidas y prácticas donde se aplican los conceptos explicados en teoría durante el curso, se realizan de forma individual y en grupo.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

- Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o dirigida, se considerará como no puntuada.
- En ningún caso se puede disponer de ningún tipo de formulario o apuntes a la prueba final.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- González de Vallejo, Luis I., et al. Ingeniería geológica. Madrid: Prentice Hall, 2002. ISBN 8420531049.
- Chapman, D. N.; Metje, N.; Stärk, A. Introduction to tunnel construction. London: Spon Press, 2010. ISBN 9780415468428.
- Gonzalez de Vallejo, L. I., dir. Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2007. ISBN 8478407081.
- Gonzalez de Vallejo, L. I., i altres. Ingeniería geológica. Madrid: Prentice Hall, 2002. ISBN 8420531049.
- Hoek, E. "Big tunnels in bad rock". Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering [en línea]. September 2001, vol. 127, no. 9, p. 726-740 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://www.rocsience.com/assets/resources/learning/hoek/2000-Big-Tunnels-in-Bad-Rock.pdf>.
- Hoek, E.; Brown, E. T. Excavaciones subterráneas en roca. México: McGraw-Hill, 1985. ISBN 9684516975.
- López Jimeno, C., ed. Manual de túneles y obras subterráneas. Madrid: E.T.S.I. Minas. Universidad Politécnica de Madrid, 2011. ISBN 9788496140370.

Complementaria:

- Palmstrom, A. "Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD)". Tunnelling and underground space technology [en línea]. 4 July 2005, vol. 20, no. 4, p. 362-377 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2005.01.005>.
- Tubau, I. Estudio hidrogeológico y propuesta de proceso constructivo para la excavación de un túnel entre pantallas en el Delta del Llobregat [en línea]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, 2004 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.1/3419>.
- De Rienzo, F.; Oreste, P.; Pelizza, S. "Subsurface geological-geotechnical modelling to sustain underground civil planning". Engineering geology [en línea]. 1 February 2008, vol. 96, no. 3-4, p. 187-204 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2007.11.002>.
- Sánchez, M. A., i altres. "Geological risk assessment of the area surrounding Altamira Cave: A proposed Natural Risk Index and Safety Factor for protection of prehistoric caves". Engineering geology [en línea]. 2 November 2007, vol. 94, no. 3-4, p. 180-200 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2007.08.004>.
- Sivakumar, C., i altres. "Real time microseismic monitoring to study geomechanics of underground structures". Geomechanics in the emerging social and technological age: proceedings of the 12th Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, IACMAG [en línea]. Goa, India: Indian Institute of Technology. Geotechnical Engineering Division, 2008. p. 1972-1979 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.384.1650&rep=rep1&type=pdf>.
- Obradors, J. Importància de la determinació dels paràmetres hidràulics del terreny a l'excavació de les estacions del metro a la Zona Franca de Barcelona [en línea]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, 2006 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.1/3294>.
- Gens, A.; Ledesma, A.; Alonso, E. E. "Estimation of parameters in geotechnical backanalysis - II. Application to a tunnel excavation problem". Computers and geotechnics [en línea]. 1996, vol. 18, no. 1, p. 29-46 [Consulta: 23/01/2018]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/2209>.
- Ledesma, A.; Gens, A.; Alonso, E. E. "Estimation of parameters in geotechnical backanalysis - I. Maximum likelihood approach". Computers and geotechnics [en línea]. 1996, vol. 18, no. 1, p. 1-27 [Consulta: 23/01/2018]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/2208>.
- Swanson, P. "Feasibility of using laser-based vibration measurements to detect roof fall hazards in underground mines". Tomasini, E. P., ed. Fifth International Conference on Vibration Measurements by Laser Techniques: advances and applications [en línea]. Bellingham: SPIE, 2002. p. 541-552 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/userfiles/works/pdfs/foulb.pdf>.

RECURSOS

Otros recursos:

<http://www.crossrail.co.uk/construction/>