

Guia docent

330603 - MSES - Modelització i Simulació de les Excavacions Subterrànies

Última modificació: 14/04/2021

Unitat responsable: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
Unitat que imparteix: 750 - EMIT - Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE MINES (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: Parcerisa Duocastella, David

Altres:

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Coneixement adequat d'aspectes científics i tecnològics de geotècnia.
2. Capacitat per a la realització d'estudis de gestió del territori i espais subterranis, incloent la construcció de túnels i altres infraestructures subterrànies.

METODOLOGIES DOCENTS

Les hores d'aprenentatge dirigit consisteixen, d'una banda, en resolució d'una problemàtica en petit grup amb l'assistència del professorat i dels apunts de classe i de l'altre un treball individual de comprensió d'un article científic. Totes aquestes activitats seran avaluades per entrega i correcció d'un informe, en una de les activitats hi haurà una avaluació prèvia entre els mateixos grups d'alumnes.

Les pràctiques es realitzen bàsicament a les aules d'informàtica, al camp i una altra part a l'aula, en totes elles hi haurà assistència del professorat i cal entregar un informe el qual és corregit i qualificat.

Les classes teòriques consisteixen essencialment en exposicions magistrals amb Power Point fomentant en la mesura del possible la participació activa de l'alumnat mitjançant el plantejament de qüestions referents a la classe exposada durant el desenvolupament d'aquesta. Tots els Power Points estaran disponibles al campus virtual ATENEA per consulta dels alumnes.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Construcció d'Infraestructures Subterrànies, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Identificar els diferents tipus de terreny, les seves característiques i la influència sobre possibles excavacions.
- Reconèixer les distorsions que produeixen les excavacions en l'estat d'esforços del terreny.
- Conèixer les tècniques d'excavació i sosteniment bàsiques i quan s'han d'aplicar en funció del terreny i de l'obra a realitzar.
- Dominar les tècniques de control de risc durant l'excavació i monitoratge de la deformació del terreny i altres paràmetres.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	45,0	36.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h



CONTINGUTS

Títol del contingut 1: Introducció a les Infraestructures Subterrànies

Descripció:

En aquest contingut es treballa:
Definicions bàsiques de les Obres Subterrànies.
Tipus bàsics d'obres subterrànies.
Exemples d'obres subterrànies i de problemes enginyerils associats.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Comprendre què és una Infraestructura Subterrània.
2. Comprendre les principals problemàtiques associades a la construcció d'aquestes infraestructures.

Activitats vinculades:

Activitat 2.

Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

Títol del contingut 2: Caracterització del Terreny

Descripció:

En aquest contingut es treballa:
El concepte de sòl, roca i de massís rocós i com fer-ne una caracterització i estudi com a pas previ a la construcció d'un túnel.
Anàlisi de discontinuïtats i altres paràmetres en massissos rocósos.
Caracterització de subsòls estratificats.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Distingir entre un subsòl de roca i de sòl.
2. Conèixer els assaigs de caracterització del terreny bàsics.
3. Gestionar les dades aportades pels sondeigs d'investigació del terreny.
4. Modelitzar un subsòl estratigràfic a partir de les dades dels sondeigs.

Activitats vinculades:

Activitats 1, 2, 3, 4 i 5.

Dedicació: 26h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 15h



Títol del contingut 3: Tensions al voltant d'una excavació

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

L'evolució de les tensions principals al voltant d'un túnel i com es modifiquen aquestes tensions en aplicar un sosteniment.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Entendre què són l'estat d'esforços, els esforços principals i la llei de tensions en sòls secs, humits i saturats.
2. Entendre com es modifiquen aquestes tensions al voltant d'una excavació.

Activitats vinculades:

Activitats 1, 2, 4 i 5.

Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

Títol del contingut 4: Tècniques de construcció i sosteniment

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

Les principals tècniques i maquinaria per realitzar una excavació i els diferents tipus de sosteniments en funció del tipus de terreny.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Conèixer els principals tipus de mètodes d'excavació.
2. Conèixer els principals tipus de sosteniments.

Activitats vinculades:

Activitats 1, 2, 3, 4 i 5.

Dedicació: 29h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 20h

Títol del contingut 5: Interacció entre excavacions i sosteniments

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

Interacció de sosteniments amb el terreny i determinació de les corbes de sosteniment.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Entendre una corba de sosteniment.
2. Analitzar el risc de caiguda de blocs en túnels construïts en massissos rocosos.

Activitats vinculades:

Activitats 1, 2, 4 i 5.

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 15h



Títol del contingut 6: Control de risc i monitoratge

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

Monitoratge d'un túnel a partir d'assaigs d'auscultació del terreny i gestió del risc durant la construcció del túnel.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Identificar els principals riscos durant l'excavació d'un túnel.
2. Què són els assaigs d'auscultació del terreny. Funcionament i comprensió de resultats en assaigs inclino mètrics, extensomètrics, en cèl·lules de pressió i en extensímetres.

Activitats vinculades:

Activitats 2 i 5.

Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 15h

ACTIVITATS

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 1: PRÀCTIQUES D'INFORMÀTICA

Descripció:

Es dedicaran diverses sessions a les aules d'Informàtica per a fer diversos exercicis utilitzant programari especialitzat en l'àmbit de les infraestructures subterrànies. Concretament: Vulkan, GeoOrient i Examine2D.

Objectius específics:

En finalitzar la pràctica l'estudiant ha de ser capaç de:

- Utilitzar els programaris Vulkan, Examine 2D i GeoOrient en aplicacions d'Obra Subterrània.

Lliurament:

S'hauran d'entregar una tasca relacionada amb cadascun dels programaris utilitzats. La part pràctica de l'assignatura computa en 1/5 part de la nota final.

Dedicació: 11h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 6h



TÍTOL DE L'ACTIVITAT 2: SORTIDA DE CAMP

Descripció:

Es realitza una visita a una o diverses obres subterrànies i s'analitzen diversos aspectes d'aquesta: plantejament d'un informe geotècnic, com s'han caracteritzat les diferents unitats geotècniques, si l'obra ho permet es veu in situ com es realitza un sondeig, o un penetròmetre o un SPT, com es realitza el sosteniment i el disseny del túnel.

Objectius específics:

En finalitzar la pràctica l'estudiant ha de ser capaç de:

- Veure in situ el mètode d'excavació d'un túnel.
- Comprendre els mecanismes de sosteniment del terreny.
- Relacionar com el tipus de terreny pot influenciar el disseny de qualsevol obra.

Material:

Llibreta de camp per prendre apunts. Es facilitaran les indicacions d'accés a l'obra a través del campus virtual ATENEA.

Lliurament:

Els alumnes entreguen un informe de la sortida resumint els coneixements adquirits, tenen un mes per elaborar i entregar l'informe. Representa 1/5 part de la nota de pràctiques (Nep).

Dedicació: 10h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 4h

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 3: PLANTEJAMENT D'UN EXEMPLE REAL D'EXCAVACIÓ

Descripció:

Es planteja un estudi integral per a dissenyar un túnel a l'àrea de Manresa.

Objectius específics:

En finalitzar l'activitat dirigida l'estudiant ha de ser capaç de resoldre problemes concrets de planejament d'infraestructures subterrànies.

Material:

El qüestionari i els apunts disponibles a través del campus virtual ATENEA.

Lliurament:

Els alumnes entreguen un informe. Representa 1/5 parts de la nota.

Dedicació: 6h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 5h



TÍTOL DE L'ACTIVITAT 4: AVALUACIÓ CONTINUADA I REPÀS: QÜESTIONARI SOBRE ELS CONTINGUTS ADQUIRITS

Descripció:

En algun moment del curs es realitza un qüestionari avaluatiu dels continguts impartits. El professor planteja algunes qüestions i els alumnes ho treballen en petits grups consultant els apunts i preguntant al professor.

Objectius específics:

En finalitzar l'activitat dirigida l'estudiant ha de ser capaç d'analitzar i resoldre qüestions relatives als continguts impartits fins al moment.

Material:

Guió de la pràctica i apunts disponibles a través del campus virtual ATENEA.

Lliurament:

Els alumnes entreguen un informe. Representa 1/5 part de la nota.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 5: AVALUACIÓ: PROVA FINAL SOBRE TOT EL CONTINGUT DE L'ASSIGNATURA

Descripció:

Prova individual a l'aula amb una part dels conceptes teòrics mínims indispensables de l'assignatura (1 h) i posteriorment resolució de 2 o 3 problemes relacionats amb els objectius d'aprenentatge dels continguts de l'assignatura (2h).

Objectius específics:

En acabar la prova l'alumne ha d'haver demostrat que ha assolit els coneixements bàsics sobre construcció d'infraestructures subterrànies.

Material:

Qüestionari lliurat a l'aula, calculadora, compàs i regla.

Lliurament:

Resolució de la prova. Representa el 60% de la nota del curs i s'entrega al final del curs el mateix dia en que s'efectua la prova.

Dedicació: 15h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació final és la suma de les qualificacions parcials següents:

$$N_{\text{final}} = 0.6 N_{\text{pf}} + 0.2 N_{\text{ac}} + 0.2 N_{\text{ep}}$$

N_{final} : qualificació final.

N_{pf} : qualificació de prova final.

N_{ac} qualificació de la prova d'avaluació continuada.

N_{ep} : qualificació d'ensenyaments de laboratori, sortides de camp i pràctiques de problemes.

La prova final consta d'una part amb qüestions sobre conceptes associats als objectius d'aprenentatge de l'assignatura pel que fa al coneixement o la comprensió, i d'un conjunt d'exercicis d'aplicació. Es disposa de 3 hores per fer-la i en cas de suspendre es té dret a una prova de recuperació. L'avaluació contínua consisteix a fer diferents activitats dirigides i pràctiques on s'apliquen els conceptes explicats a teoria durant el curs, es realitzen de forma individual i en grup.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- Si no es realitza alguna de les activitats de laboratori o dirigida, es considerarà com a no puntuada.
- En cap cas es pot disposar de cap tipus de formulari o apunts a la prova final.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- 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 línia]. 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.

Complementària:

- Palmstrom, A. "Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD)". Tunnelling and underground space technology [en línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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 línia]. 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 línia]. Bellingham: SPIE, 2002. p. 541-552 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/userfiles/works/pdfs/foulb.pdf>.

RECURSOS

Altres recursos:

Crossrail. Europe's largest construction project: <http://www.crossrail.co.uk/construction/>