Guia docent
330603 - MES - Modelització de les Excavacions Subterrànies

Última modificació: 30/06/2023

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: 2023 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** 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 pràctiques es realitzen exclusivament a les aules d'informàtica amb el suport del professorat i de vídeotutorials. Inicialment s'explica l'ús de diferents eines de software, es proposa la realització de diverses tasques relacionades amb el software les quals s'han d'entregar a través de la plataforma digital ATENEA i posteriorment és corregeixen i qualifiquen. De forma complementària es pot realitzar una sortida de camp dedicada a la comprensió de les classificacions geomecàniques dels massissos rocosos.

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 estan disponibles al campus virtual ATENEA per la seva consulta.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Modelització de les Excavacions 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.
· Realitzar un model 3D de les unitats geològiques/geotècniques del subsòl mitjançant l'ús de software.
· Realitzar models de deformacions i distorsió d'esforços al voltant d'una excavació subterrània mitjançant l'ús de software.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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 uns Infraestructura Subterrània.
2. Comprendre les principals problemàtiques associades a la construcció d'aquestes infraestructures.

Activitats vinculades:
Activitat 3 i 4

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 rocosos.
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, 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 2, 3, 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 2, 3 i 4

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 2, 3 i 4

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 riscs durant l'excavació d'un túnel.
2. Què son els assaigs d'auscultació del terreny. Funcion ament i comprensió de resultats en assaigs inclino mètrics, extensomètrics, en cèl·lules de pressió i en extensímetres.

Activitats vinculades:
Activitats 3 i 4

Dedicació: 24h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 15h

ACTIVITATS

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 1: Realització d'un model 3D del subsòl mitjançant Vulcan

Descripció:
Es dedicaran diverses sessions a les aules d'Informàtica per elaborar un model 3D de les unitats geològiques/geotècniques de subsòl en una zona concreta mitjançant programari especialitzat (Maptek Vulcan)

Objectius específics:
En finalitzar la pràctica l'estudiant ha de ser capaç de:
· Utilitzar els programaris Maptek Vulcan per realitzar un model 3D del subsòl.

Lliurament:
Cada estudiant haurà d'entregar un model 3D a través del campus digital ATENEA.

Dedicació: 11h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 6h

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 2: Realització d'un model 3D d'esforços i deformacions en un túnel mitjançant el software de Rocscience

Descripció:
Es planteja utilitzar diferents programes de la suite de Rocscience per modelitzar esforços i deformacions al voltant d'una excavació subterrània.

Objectius específics:
En finalitzar l'activitat dirigida l'estudiant ha de ser capaç de realitzar models 3D de deformacions i distorsió d'esforços al voltant d'una excavació subterrània.

Lliurament:
Els estudiants hauran d'entregar diverses tasques a través del campus digiutal ATENEA.

Dedicació: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 5h

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 3: Examen sobre els continguts teòrics de l'assignatura

Descripció:
A la part final del curs es realitza un qüestionari avaluatiu dels continguts teòrics impartits.

Objectius específics:
Demostrar que s'han assolit els coneixements teòrics.

Lliurament:
Els estudiants lliuren l'examen completat.

Dedicació: 3h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 1h

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 4: prova final d'avaluació de l'assignatura

Descripció:
Prova individual en una aula on caldrà demostrar l'assoliment dels coneixements teòrics de l'assignatura i/o de la realització d'un model de 3D del subsòl amb Maptek Vulcan en cas de no haver superat les proves realitzades durant el curs.

Objectius específics:
En acabar la prova l'alumne ha d'haver demostrat que ha assolit els coneixements bàsics sobre modelització d'excavacions subterrànies.

Lliurament:
Resolució de la prova.

Dedicació: 15h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 12h

TÍTOL DE L'ACTIVITAT 5: Sortida de camp

Descripció:
Es realitza una visita a un afloramentt i es realitza la determinació de diverses classificacions geomecàniques. Es tracta d'una activitat opcional.

Objectius específics:
En finalitzar la pràctica l'estudiant ha de ser capaç de:
· Entendre com es determinen les classificacions geomecàniques dels massisssos rocosos.

Dedicació: 7h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 4h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es realitzen diverses tasques avaluadores al llarg del curs que consisteixen en:

1. Un examen sobre els conceptes exposats a les classes de teoria. Es disposa de 3 hores per fer-la i en cas de suspendre es té dret a assistir a un examen final on s'avaluarà de nou l'assoliment dels coneixements teòrics de l'assignatura.

2. La realització d'un model de subsòl 3D mitjançant el software Vulcan. Aquest model es realitzarà en diverses sessions pràctiques i mitjançant treball autònom i s'entregarà en forma de tasca a través del campus digital ATENEA. En cas de suspendre es tindrà dret a l'avaluació d'aquesta part de l'assignatura en una prova final en el transcurs de la qual caldrà realitzar el model de subsòl 3D.

3. La realització de diverses tasques mitjançant el software de Rocscience. L'entrega d'aquestes tasques és obligatòria.

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

Nfinal = 0.4 NeT + 0.4 NpV + 0.2 NpR

Nfinal: qualificació final.
NeT: qualificació de l'examen teòric.
NpV: qualificació de la tasca pràctica amb Vulcan.
NpR: qualificació de les tasques pràctiques amb Rocscience.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

· En cap cas es pot disposar de cap tipus de formulari o apunts a l'examen teòric o a la prova final de teoria.
· En cas d'haver de realitzar el projecte de Vulcan en un examen final es tindrà dret a la consulta d'apunts i vídeotutorials.
· Les tasques de Rocscience són d'entrega obligatòria.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- 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 [en línia]. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2007 [Consulta: 29/07/2022]. Disponible a: https://search-ebscohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=865640&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_Cover. ISBN 8478407081.
- Gonzalez de Vallejo, L. I., i altres. Ingeniería geológica [en línia]. Madrid: Prentice Hall, 2002 [Consulta: 02/06/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1237. 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.rocscience.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.