

FICHA DE UNIDADE CURRICULAR (versão A3ES 2023 – 2028)

Caracterização da Unidade Curricular

1. Duração

Semestral

2. Horas de trabalho¹

135

3. Créditos ECTS

5

4. Designação da unidade curricular. (1.000 caracteres).

Obras Subterrâneas

Underground Works

5. Objetivos de aprendizagem e sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 caracteres).

OBJECTIVOS

Introdução à engenharia geotécnica na componente das escavações subterrâneas, nomeadamente nas escavações mineiras. Ministras os princípios básicos da caracterização geológica e geotécnica tendo em vista a especificidade da obra a realizar, modelos de análise e dimensionamento consoante o tipo de maciço afecto à obra e identificar os problemas e riscos da execução dos túneis.

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS:

- a) Reconhecer a terminologia própria da arte de construção de túneis.
- b) Identificar os dados necessários, quer do ponto de vista do meio geológico quer da utilização, ao estudo e projecto das obras subterrâneas
- c) Caracterizar os meios e métodos construtivos necessários à execução de uma determinada obra subterrânea.
- d) Analisar os riscos de danos decorrentes da realização de obras subterrâneas em meios urbanos. Interferências com construções em superfície com construções existentes e meios de mitigar os riscos identificados.

5. Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

OBJECTIVES:

Introduction to geotechnical engineering component of the underground excavations. Provide the basic principles of geological and geotechnical characterization recognition. Identify the problems and risks in the tunnels works.

¹ Número total de horas de trabalho.

SPECIFIC SKILLS:

- a) Terminology of the art of tunnel construction.
- b) Identify the geological and environmental data needed to study and design of underground works.
- c) Characterize the means and construction methods needed to perform a particular work.
- d) Risk analyses of damage from underground works in urban areas. Interference the underground works at surface buildings and methods of mitigating the damage risks.

6. Conteúdos programáticos. (1.000 carateres).

PROGRAMA TEÓRICO E TEÓRICO-PRÁTICO:

- 1 - Introdução à engenharia de túneis
- 2 - Reconhecimento geológico e geotécnico
- 3 - Introdução à mecânica das rochas
- 4 - Introdução ao cálculo dos túneis
- 4.1 - Métodos analíticos. Formulações elásticas. Método das curvas características. Método da convergência – confinamento
- 4.2 - Métodos numéricos
- 4.3 - Introdução ao NATM
- 5 - Túneis urbanos
- 5.1 - Espaço urbano e influência na escavação
- 5.2 - Métodos de construção em meios urbanos
- 6 - Instrumentação e observação das obras
- 7 - Suportes
- 7.1 - Metodologia da instalação de suportes
- 7.2 - Betão projetado, pregagens, cambotas. Tratamentos especiais
- 8 - Métodos de escavação
- 8.1 - Desmonte a fogo
- 8.2 - Utilização de TBM
- 8.3 - Uso de fresas (máquinas de ataque pontual)
- 8.4 - Seleção do sistema de escavação
- 8.5 - Estabilização de terrenos e controlo dos níveis freáticos
- 8.6 - Emboquilhamentos
- 9 - Segurança e higiene na obra

6. Syllabus. (1.000 characters).

LECTURES / THEORY AND EXAMPLES SYLLABUS

- 1 - Introduction to tunnels engineering
- 2 - Geological and geotechnical reconnaissance
- 3 - Introduction to rock mechanics
- 4 - Introduction to tunnels calculation
- 4.1 - Analytical methods. Elastics formulations. Method of characteristic curves. The convergence - confinement method
- 4.2 - Numerical methods
- 4.3 - Introduction to NATM
- 5 - Urban tunnels

- 5.1 - Urban space and influence in the tunnels excavations
- 5.2 - Excavation methods and construction in urban areas
- 6 - Instrumentation and observation of the works
- 7 - Supports
 - 7.1 - Methodology of application of the supports in tunnels
 - 7.2 - Shotcrete, nailing, crankshtfs. Special treatments
- 8 - Excavation methods
 - 8.1 - Drill and blast excavation method
 - 8.2 - Use of TBM
 - 8.3 - Use of mechanical cutters (machines point of attack)
 - 8.4 - Selection of excavation methods
 - 8.5 - Ground-stabilization and control of groundwater level
 - 8.6 - Portals
- 9 - Safety and hygiene in the work

7. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (1.000 carateres).

As competências a) e b) começam a adquirir-se nos capítulos 1, 2 e 3 e desenvolvem-se ao longo dos capítulos seguintes. A competência c) é desenvolvida nos capítulos 4, 5, 6, 7, 8 e 9. A competência d) é adquirida nos capítulos 4, 5 e 6.

7. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes. (1.000 characters).

Specific skills a) and b) begin to be acquired in the 1st, 2nd and 3rd chapters and are developed along the following chapters. The specific skill c) is developed in the chapters 4 to 9. The specific skill d) is acquired in the chapters 4, 5 and 6.

8. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico. (3.000 carateres).

A leção da unidade curricular, UC, é realizada através de aulas teóricas e teórico-práticas, ilustrando-se os diferentes assuntos com exemplos de aplicação.

Durante as aulas procura envolver-se ao máximo os alunos. Tal é conseguido por meio de questões apresentadas a toda a turma.

A avaliação distribuída com Exame final da UC de OSUB é realizada por um trabalho prático e um Exame Final. Os alunos terão acesso, ainda, a um Exame de Recurso (2º Exame Final). O Exame têm como principal objectivo avaliar o conhecimento e compreensão das matérias teóricas lecionadas e a aplicação desses conhecimentos na resolução de problemas práticos de dimensionamento. Permite, ainda, avaliar as competências de comunicação escrita.

Este tipo de avaliação tem objetivos essencialmente sumativos, embora a revisão de provas permita alguns efeitos formativos, sobretudo no caso de o aluno se submeter a outra prova.

O exame escrito incide sobre toda a matéria e inclui uma parte teórica e uma parte prática. O tempo de realização previsto é de 2 horas.

Com a realização de um TRABALHO PRÁTICO com apresentação oral e discussão pretende-se fazer:

- a interpretação de gráficos de sondagens, traçado de um perfil geológico e geotécnico interpretativo para as sondagens dadas.
- a aplicação de um método de cálculo para um túnel dado para o cenário estabelecido através do corte interpretativo.
- a modelação do túnel e definição da metodologia construtiva e de instalação de suportes.
- a análise dos custos envolvidos.

8. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model. (3.000 characters).

The teaching of the curricular unit, UC, is carried out through theoretical and theoretical-practical classes, illustrating the different subjects with application examples.

During the lessons the students are involved as much as possible. This is achieved through questions presented to the whole class.

The evaluation distributed with the Final Exam of the UC of OSUB is carried out by a practical work and a Final Exam. Students will also have access to an Appeal Exam (2nd Final Exam). The main objective of the Theoretical Test and the Exam is to assess the knowledge and understanding of the theoretical subjects taught and the application of this knowledge in solving practical problems of dimensioning. It also allows you to assess written communication skills.

This type of assessment has essentially summative objectives, although the revision of tests allows some formative effects, especially in the case of the student taking another test.

The written exam covers the entire subject and includes a theoretical part and a practical part. The expected completion time is 2 hours.

By carrying out a practical work with oral presentation and discussion, the aim is:

- the interpretation of surveys and preparation of the profile design with a geological and geotechnical interpretation.
- the application of a calculation method to a given tunnel for an established scenario.
- modeling the tunnel and defining the construction methodology and installation of supports.
- the analysis of costs.

9. Avaliação. (3.000 caracteres).

Os alunos têm nesta UC de OSUB uma Avaliação distribuída com Exame.

A avaliação distribuída é constituída por:

Um Trabalho Prático com apresentação oral e discussão, com nota mínima de 10 em cada parte.

A avaliação por Exame é realizada por:

Um 1º Exame e um 2º Exame (época de recurso), com a duração de 2 horas. Nota mínima de 10 no Exame.

Na Avaliação distribuída com Exame:

Cálculo da nota final: 60% (Nota do Exame) + 40% (Nota do Trabalho Prático)

9. Assessment. (3.000 characters).

Students have in this UC of OSUB a Distributed Assessment with Exam.

The evaluation distributed consists of:

A Practice Work with oral presentation and discussion, with a minimum grade 10 in each part.

The evaluation by Exam is carried out by:

A 1st Exam and a 2nd Exam, with 2 hours duration. Minimum grade 10 in the Exam.

In the Distributed Assessment with Exam:

Final grade calculation: 60% (Exam Grade) + 40% (Practice Work Grade)

10. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (3.000 caracteres).

As metodologias de ensino empregues permitem atingir os objetivos estabelecidos e dão aos alunos as competências pretendidas.

Os túneis, sejam urbanos ou não, utilizados no âmbito das infraestruturas rodoviárias e ferroviárias e das obras hidráulicas, como é o caso das barragens, são estruturas geotécnicas de grande importância.

A sua conceção, dimensionamento e construção requerem conhecimentos específicos, relacionados com as características dos maciços onde se inserem, dos métodos de escavação, dos materiais utilizados como suporte e revestimento, com as solicitações e com os mecanismos que regem o funcionamento destas estruturas.

Em geral, os alunos aperceber-se-ão rapidamente que as matérias tratadas têm interesse para a sua vida profissional futura - quer os que venham a trabalhar em projeto quer os que venham a trabalhar em obra - o que ajuda a manter a motivação para uma boa aprendizagem.

Durante a parte prática do exame é permitido consultar os elementos sobre as classificações geomecânicas.

10. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes. (3.000 characters).

The teaching methodologies employed allow the achievement of the established objectives and give the students the desired skills.

Tunnels, whether urban or not, used in road and rail infrastructures and hydraulic works, such as dams, are geotechnical structures of great importance.

Its conception, design and construction require specific knowledge, related to the characteristics of the massifs where they are inserted, the excavation methods, the materials used as support and coating, the stresses and mechanisms that govern the operation of these structures.

In general, students will quickly realize that the subjects covered are of interest to their future professional life - both those who will work on a project and those who will work on a construction site - which helps to maintain motivation for good learning.

During the practical part of the exam, it is allowed to consult the elements about the geomechanical classifications.

11. Bibliografia de consulta/existência obrigatória. (1.000 caracteres).

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Zhao J., Rock Mechanics, Course Lectures, Laboratoire de Mécanique des Roches LMR, École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, 2007;
- [2] Barla, G., Rock Mass Description and Occurrence of Discontinuities, Politecnico di Torino, 2006;
- [3] Martin, F., Notions de Mécanique des Roches, ENS Cachan, Département du Génie Civil, 2006;
- [4] Brady, B. H., Brown, E. T., Rock Mechanics for Underground mining, Chapman & Hall, 1993;
- [5] Klima, K., Rock Face Characterisation, Workshop - Modern rock face characterisation techniques, Graz, University of Technology, Dec.2006;
- [6] Bastos, M., A geotecnia na Concepção, Projecto e Execução de Túneis em Maciços Rochosos, Dissertação de Mestrado, IST, Junho 1998;
- [7] Thuro, K., Gasparini, M., Tunnelling and Rock Drilling under Stress Conditions at Nathpa-Jhakri Hydro Project, GeoEng2000, Melbourne,
- [8] Cetu, Centre d'Etudes des Tunnels, (1998), Dossier Pilote des Tunnels, 1 – Introduction. Génie Civil, Ministère de l'Équipement, des Trans

12. Observações. (1.000 caracteres).

12. Remarks. (1.000 characters).