



## Teaching Guide

| Teaching Guide           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|-----------|
| Identifying Data         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     | 2019/20   |
| Subject (*)              | Extension in Soil Engineering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        | Code                                                | 632514013 |
| Study programme          | Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
| Descriptors              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
| Cycle                    | Period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Year   | Type                                                | Credits   |
| Official Master's Degree | 1st four-month period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Second | Obligatory                                          | 6         |
| Language                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
| Teaching method          | Face-to-face                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |                                                     |           |
| Prerequisites            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
| Department               | Enxeñaría Civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
| Coordinador              | Fernandez Ruiz, Jesus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | E-mail | jesus.fernandez.ruiz@udc.es                         |           |
| Lecturers                | Alcón Vidal, Vicente Álvaro<br>Fernandez Ruiz, Jesus                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | E-mail | vicente.alcon@udc.es<br>jesus.fernandez.ruiz@udc.es |           |
| Web                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |                                                     |           |
| General description      | O obxectivo principal da materia é proporcionar coñecementos avanzados dentro do campo da geotecnia, tratando temáticas de importante relevancia na actualidade como a modelización numérica. A materia está baseada na introdución ao manexo de modelos computacionais de cálculo. Ademais, introdúcese tamén o alumno na dinámica de chans e nos túneles. |        |                                                     |           |

## Study programme competences

| Code | Study programme competences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1   | Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, a análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación nos campos relacionados coa Enxeñaría Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnia, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros                                                                     |
| A16  | Coñecementos de Xeoloxía e Xeotecnia e a súa aplicación na análise de problemas relacionados co proxecto, construción, mantemento e explotación de todo tipo de estruturas e obras relacionadas coa Enxeñaría Civil. Aplicación dos coñecementos fundamentais da Mecánica de Solos e das Rochas para o desenvolvemento do estudo, proxecto, construción e explotación de cimentacións, desmontes, terrapléns, túneles e demais construcións realizadas sobre ou a través do terreo, calquera que sexa a natureza e o estado deste, e calquera que sexa a finalidade da obra de que se trate. |
| B1   | Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser en gran medida autodirixido ou autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| B2   | Posuír e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B3   | Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornas novas ou pouco coñecidas dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B4   | Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| B5   | Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| B6   | Resolver problemas de forma efectiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| B7   | Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| B8   | Traballar de xeito autónomo con iniciativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B18  | Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| C1   | Reciclaixe continua de coñecementos nunha perspectiva xeral no eido global de actuación da Enxeñaría Civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| C2   | Comprender a importancia da innovación na profesión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| C3   | Aproveitamento e incorporación das novas tecnoloxías                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



|     |                                                                                                                            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C5  | Comprensión da necesidade de actuar de forma enriquecedora sobre o medio ambiente contribuíndo ao desenvolvemento sostible |
| C15 | Capacidade de traballo persoal, organizado e planificado                                                                   |
| C21 | Capacidade de realizar probas, ensaios e experimentos, analizando, sintetizando e interpretando os resultados              |

| Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                             |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------|------|
| Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Study programme competences |      |
| O obxectivo principal da materia é proporcionar coñecementos avanzados dentro do campo da geotecnia, tratando temáticas de importante relevancia na actualidade como a modelización numérica. A materia está baseada na introdución ao manexo de modelos computacionais de cálculo. Ademais, introdúcese tamén o alumno na dinámica de chans e nos túneles. |  | AC1                         | BC1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | AC16                        | BC2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC4  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | BC18 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | CC1                         | CC2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | CC3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | CC5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | CC15 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                             | CC21 |

| Contents                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topic                                               | Sub-topic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1. MODELOS DE COMPORTAMENTO DO SOLO                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción ao comportamento tensión-deformación do solo</li> <li>- Modelo elástico lineal</li> <li>- Teorías sobre o inicio de deformacións non elásticas: teoría de Von Mises, criterio Tresca e criterio de Mohr.</li> <li>- Teoría do estado crítico</li> <li>- Teoría de dilatación de Rowe</li> <li>- Modelo Cam-Clay Modificado</li> <li>- Modelo de Mohr-Coulomb</li> <li>- Modelo Hardening soil</li> <li>- Modelo Hardening soil con rixidez en pequenas deformacións</li> </ul>                                |
| 2. MODELAXE NUMÉRICA EN GEOTÉCNICA                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción: métodos e métodos de equilibrio límite de tensión-deformación</li> <li>- O método dos elementos finitos</li> <li>- Descrición xeral</li> <li>- Particularidades para xeotecnia</li> <li>- Introducción ao software de elementos finitos PLAXIS</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3. AMPLIACIÓN DO ESTUDO DA CONSOLIDACIÓN            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo analítico de medidas para acelerar a consolidación primaria: drenes verticais</li> <li>- Método Skempton-Bjerrum para o cálculo asentos de consolidación</li> <li>- Modelaxe numérica de problemas de consolidación</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. AMPLIACIÓN DE ESTRUTURAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos baseados no coeficiente de balastro</li> <li>- Métodos baseados en elementos finitos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5. INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE SOLOS              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción y aplicación de la dinámica de solos</li> <li>- Propagación de ondas no terreo</li> <li>- Amortecemento</li> <li>- Propiedades dinámicas del solo               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Modelo equivalente lineal</li> <li>o Modelos no lineales. Regras de Masing</li> </ul> </li> <li>- Modelaxe numérica de fenómenos dinámicos. Velocidade de propagación de ondas Rayleigh nun semi-espacio homoxéneo e elástico: comparación con modelos aproximados e solucións analíticas</li> </ul> |



|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. INTRODUCCIÓN AO ESTUDO DOS TÚNELES | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción</li> <li>- Tensiones y deformaciones en el contorno del túnel               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Túnel en un terreno infinito: soluciones analíticas y modelización numérica</li> <li>o Túnel en un terreno semi-infinito: soluciones analíticas y modelización numérica</li> </ul> </li> <li>- Cálculo de subsidencias: solucións de Peck y Sagaseta</li> <li>- O novo método austríaco (NATM). Descripción e exemplo de modelaxe numérica en modelos 2D. Coeficiente de relaxación</li> <li>- Métodos de análisis da estabilidade do fronte: solucións analíticas y modelaxe numérica</li> </ul> |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Planning                                                                                                                        |                                                           |                      |                               |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests                                                                                                           | Competencies                                              | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
| Mixed objective/subjective test                                                                                                 | A1 A16 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 C15                           | 0                    | 6                             | 6           |
| Problem solving                                                                                                                 | A1 A16 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B18 C1<br>C2 C3 C15 C21 | 36                   | 36                            | 72          |
| Guest lecture / keynote speech                                                                                                  | A1 A16 B1 B2 B4 B7<br>B8 B18 C1 C2 C3 C5<br>C21           | 36                   | 36                            | 72          |
| Personalized attention                                                                                                          |                                                           | 0                    |                               | 0           |
| (*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students. |                                                           |                      |                               |             |

| Methodologies                   |                                                                                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodologies                   | Description                                                                                                 |
| Mixed objective/subjective test | Realización de exame pola parte do alumno con cuestións teóricas e exercicios prácticos                     |
| Problem solving                 | Resolución de problemas e exercicios prácticos e aplicación de conceptos teóricos ministrados polo profesor |
| Guest lecture / keynote speech  | Exposición dos contidos da materia na súa base teórica por parte do profesor en clases maxistrais           |

| Personalized attention                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodologies                                     | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Guest lecture / keynote speech<br>Problem solving | Satisfacer as necesidades dos alumnos e enquisas relativos ao estudo e / ou temas relacionados ao asunto, ofrecendo orientación, apoio e motivación no proceso de aprendizaxe. Esta actividade se pode facer persoalmente (directamente na aula e nos momentos que o profesor atribuíu a titoría de oficina) ou non-contacto (a través de correo electrónico ou campus virtual). |

| Assessment                      |                                                 |                                                                                                                    |               |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Methodologies                   | Competencies                                    | Description                                                                                                        | Qualification |
| Guest lecture / keynote speech  | A1 A16 B1 B2 B4 B7<br>B8 B18 C1 C2 C3 C5<br>C21 | A asistencia a clases computa para a nota final de curso. Será necesario asistir polo menos ao 80% destas.         | 10            |
| Mixed objective/subjective test | A1 A16 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 C15                 | Realización de exame pola parte do alumno con cuestións teóricas e exercicios prácticos en examen final da materia | 50            |



|                 |                                                           |                                                                              |    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Problem solving | A1 A16 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B18 C1<br>C2 C3 C15 C21 | Entrega pola parte do alumno de exercicios de cada uns dos temas impartidos. | 40 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|

## Assessment comments

A avaliación da materia realízase mediante dous metodoloxías:

- Proba mixta: é un exame final con cuestións teóricas e prácticas cun valor total de 6/10 puntos. Será requisito indispensable para superar a materia alcanzar polo menos unha nota de 4,5/10 p. nesta proba.
- Solución de problemas: os alumnos deberán entregar un traballo de curso sobre algunhas temáticas impartidas. O profesor marcará o tipo de traballo e a data límite para a súa entrega. A máxima puntuación para esta metodoloxía de avaliación será de 4/10 p. Estas prácticas son obrigatorias e serán avaliadas durante a duración das clases. Estes criterios son iguais tanto para a convocatoria de xaneiro (1ª oportunidade) como a de xullo (2ª oportunidade).

## Sources of information

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Basic</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Braja M. Das (). Advanced soil Mechanics. Tayloy&amp;Francis</li><li>- David Muir Wood (). Soil behaviour and critical state soil mechanics. Cambridge University</li><li>- J.A. Jiménez Salas (). Geotecnia y cimientos II. Rueda</li><li>- PLAXIS (). Scientific manual.</li><li>- PLAXIS (). Material models manual.</li><li>- PLAXIS (). Reference manual.</li><li>- Steven L. Kramer (). Geotechnical earthquake engineering. Prentice Hall</li><li>- Abraham Díaz Rodríguez (). Dinámica de suelos. Limusa</li><li>- Klaus-Jürgen Bathe (). Finite element procedures in engineering analysis. Prentice Hall</li><li>- Luis Ortiz Berrocal (). Elasticidad. Mc Graw Hill</li><li>- Manuel Melis Maynar (). Proyecto y Construcción de Túneles y Metros.</li><li>- Braja M. Das (). Principles of soil dynamics. Wadsworth Publishing Co Inc</li></ul> |
| <b>Complementary</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

## Other comments

Es necesario ter claro os conceptos mais importantes impartidos nas asignaturas de xeotecnia tanto do grado TECIC como do grado IOP.

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.