



## Teaching Guide

| Teaching Guide           |                                                                                                    |        |          |           |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------|
| Identifying Data         |                                                                                                    |        |          | 2019/20   |
| Subject (*)              | Rock Mechanics                                                                                     |        | Code     | 632514033 |
| 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                                                                              | First  | Optional | 4.5       |
| Language                 |                                                                                                    |        |          |           |
| Teaching method          | Face-to-face                                                                                       |        |          |           |
| Prerequisites            |                                                                                                    |        |          |           |
| Department               | BioloXíaComputaciónEnxeñaría CivilEnxeñaría Naval e IndustrialMatemáticasTecnoloxía da Construción |        |          |           |
| Coordinador              |                                                                                                    | E-mail |          |           |
| Lecturers                | ,                                                                                                  | E-mail |          |           |
| Web                      |                                                                                                    |        |          |           |
| General description      |                                                                                                    |        |          |           |

## 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.                                               |
| A28  | Coñecemento das leis xerais do electromagnetismo como base fundamental para a comprensión de calquera tipo de máquina eléctrica, así como das instalacións eléctricas. Coñecemento dos conceptos básicos da teoría de circuitos eléctricos e comprensión dos distintos tipos de circuitos en corrente continua, corrente alterna monofásica e trifásica, que permiten analizar calquera tipo de rede eléctrica. Coñecemento do funcionamento do circuito magnético para comprender a unión entre a teoría de circuitos eléctricos e as máquinas eléctricas, así como dos principios xerais das máquinas eléctricas: estáticas e dinámicas. |
| A29  | Coñecementos fundamentais sobre o sistema eléctrico de potencia: xeración de enerxía, rede de transporte, reparto e distribución, así como sobre tipos de liñas e condutores. Coñecemento da normativa sobre baixa e alta tensión. Coñecemento fundamental da xeración de enerxía eléctrica en España e do mercado eléctrico español.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| A30  | Coñecemento xeral e equilibrado sobre a Enerxía Nuclear con especial énfase nas facetas nas que se require a participación de enxeñeiros de camiños. Coñecementos básicos sobre o funcionamento de reactores e centrais nucleares, así como sobre os aspectos relacionados co proxecto, construción, funcionamento, desmantelamento e clausura de instalacións nucleares e radiactivas, ademais do ciclo do combustible e seguridade nuclear e a xestión dos residuos radiactivos.                                                                                                                                                         |
| 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 |
| B19 |                                                                                                                                              |
| C1  | Reciclae continua de coñecementos nunha perspectiva xeral no eido global de actuación da Enxeñería 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                              |      |      |
| El objetivo de la asignatura es suministrar unos conocimientos básicos de Mecánica de Rocas mediante el estudio metodológico, aplicado y práctico de problemas de interés para un Ingeniero Civil en el desarrollo de su vida profesional. La asignatura se articula en 8 temas que se desarrollan a lo largo del curso académico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | AC1                                                      | BC1  | CC1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC16                                                     | BC2  | CC2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC28                                                     | BC3  | CC3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC29                                                     | BC4  | CC5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC30                                                     | BC5  | CC15 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | BC6  | CC21 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | BC7  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | BC8  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | BC18 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Campos de aplicación: Ingeniería civil, minería, energía | BC19 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          |      |      |
| Las aplicaciones tradicionales de la mecánica de rocas incluyen aspectos constructivos (túneles, cimentaciones, taludes, etc.) y relacionados con la estabilidad/seguridad de personas, estructuras e infraestructuras. No obstante, es importante considerar que los campos de aplicación de la mecánica de rocas no se circunscriben a la ingeniería civil sino que está presente y tiene una gran importancia en el mundo minero y, de forma mucho más notable, en el de la exploración y explotación de hidrocarburos. Es en esa última faceta en la que, en los últimos años, se ha desarrollado una actividad investigadora y práctica más intensa. En los próximos años, el desarrollo de la exploración/explotación de recursos energéticos no convencionales (gas en formaciones de pizarras y esquistos, petróleo en medios de baja o muy baja permeabilidad, arenas bituminosas, etc.) requerirán profesionales con conocimientos especializados en estos aspectos de la mecánica de rocas moderna. |                                                          |      |      |

| Contents                                   |                                                                                                              |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topic                                      | Sub-topic                                                                                                    |
| Tema 1. Tensiones iniciales o in situ      | 1.1. Origen de las tensiones in situ<br>1.2 Caracterización de tensiones in situ<br>1.3 Campos de aplicación |
| Tema 2. Descripción de los macizos rocosos | 2.1 Elementos fundamentales: Matriz rocosa y macizo rocoso<br>2.2 Recomendaciones de la ISRM                 |
| Tema 3. Clasificación de Macizos Rocosos   | 3.1 Antecedentes históricos<br>3.2 Sistema RMR y variantes<br>3.3 Sistema Q                                  |



|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 4. Mecánica de Rocas experimental. Ensayos de caracterización, resistencia. Ensayos in situ. | 4.1 Ensayos de caracterización<br>4.2 Ensayos de resistencia<br>4.3 Ensayos in situ<br>4.4 Nociones de petrofísica                                                                           |
| Tema 5. Conceptos de resistencia y deformabilidad en Mecánica de Rocas.                           | 5.1 Comportamiento tenso-deformacional de discontinuidades.<br>5.2 Comportamiento tenso-deformacional de la matriz rocosa.<br>5.3 Comportamiento tenso-deformacional de los macizos rocosos. |
| Tema 6. Análisis de la inestabilidad en macizos rocosos.                                          | 6.1 Criterios cinemáticos de inestabilidad<br>6.2 Inestabilidad por rotura plana<br>6.3 Inestabilidad por rotura en cuña<br>6.4 Inestabilidad por vuelco                                     |
| Tema 7. Refuerzo y estabilización del terreno en macizos rocosos                                  | 7.1 Corrección geométrica<br>7.2 Drenaje<br>7.3 Muros, recalces y hormigón proyectado<br>7.4 Anclajes                                                                                        |
| Tema 8. Flujo de agua en macizos rocosos                                                          | 8.1 Flujo en medios fracturados<br>8.2 Medida experimental de la permeabilidad                                                                                                               |

| Planning                                                                                                                        |                                                                                 |                      |                               |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests                                                                                                           | Competencies                                                                    | Ordinary class hours | Student's personal work hours | Total hours |
| Problem solving                                                                                                                 | A1 A16 A28 A29 A30<br>B1 B2 B3 B4 B5 B6<br>B7 B8 B19 B18 C1<br>C2 C3 C5 C15 C21 | 20                   | 25                            | 45          |
| Multiple-choice questions                                                                                                       | A1 A16                                                                          | 5                    | 7.5                           | 12.5        |
| Seminar                                                                                                                         | A1 A16                                                                          | 20                   | 30                            | 50          |
| Personalized attention                                                                                                          |                                                                                 | 5                    | 0                             | 5           |
| (*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students. |                                                                                 |                      |                               |             |

| Methodologies             |                                                                                                                     |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodologies             | Description                                                                                                         |
| Problem solving           | Se plantearán problemas para ser resueltos por los estudiantes y, posteriormente, explicados en clase               |
| Multiple-choice questions | Tras la finalización de cada tema, se realizará un control de seguimiento para evaluar el aprovechamiento del mismo |
| Seminar                   | Permitirán desarrollar los distintos temas en los que se estructura la materia                                      |

| Personalized attention |                                                                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodologies          | Description                                                                                                  |
| Problem solving        | La resolución de problemas contará con atención personalizada a fin de atender las dudas que pudieran surgir |

| Assessment      |                                                                                 |                                                                                           |               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Methodologies   | Competencies                                                                    | Description                                                                               | Qualification |
| Seminar         | A1 A16                                                                          | La asistencia a los seminarios permitirá obtener hasta un 10% de la nota máxima           | 10            |
| Problem solving | A1 A16 A28 A29 A30<br>B1 B2 B3 B4 B5 B6<br>B7 B8 B19 B18 C1<br>C2 C3 C5 C15 C21 | La satisfactoria resolución de problemas permitirá obtener hasta un 40% de la nota máxima | 40            |



|                           |        |                                                                                                        |    |
|---------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Multiple-choice questions | A1 A16 | La satisfactoria respuesta a los tests de seguimiento permitirá obtener hasta un 50% de la nota máxima | 50 |
|---------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## Assessment comments

## Sources of information

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Basic</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- E. Hoek y J.W. Bray (1981). Rock Slope Engineering. Institution of Mining and Metallurgy</li><li>- E. Hoek y E.T. Brown (1980). Underground excavations in Rocks. Institution of Mining and Metallurgy</li><li>- R.E. Goodman (1989). Introduction to Rock Mechanics. Wiley</li><li>- P.R. Leyshon y R.J. Lisle (1996). Stereographic projection techniques. Butterworths</li><li>- J.L. González Vallejo y Col. (2000). Ingeniería Geológica. Prentice Hall</li></ul> Apuntes de la asignatura y otro material seleccionadoApuntes de la asignatura y otro material seleccionado |
| <b>Complementary</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Extension in Soil Engineering/632514013

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Advanced Foundation Solutions/632514032

### Subjects that continue the syllabus

## Other comments

(\*)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.