

Fecha de aprobación: 20/06/2024

Guía docente de la asignatura

## Mecánica del Suelo y Rocas (2461123)

<b>Grado</b>	Grado en Ingeniería Civil (Plan 2023)	<b>Rama</b>	Ingeniería y Arquitectura
--------------	---------------------------------------	-------------	---------------------------

<b>Módulo</b>	Formación Común a la Rama Civil	<b>Materia</b>	Ingeniería del Terreno
---------------	---------------------------------	----------------	------------------------

<b>Curso</b>	2º	<b>Semestre</b>	1º	<b>Créditos</b>	4.50	<b>Tipo</b>	Obligatoria
--------------	----	-----------------	----	-----------------	------	-------------	-------------

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Los contemplados por la Universidad de Granada en el apartado de acceso y admisión para los estudios de Grado. Se recomienda cursar o tener cursadas las asignaturas de Formación Básica “Geología” y “Mecánica para Ingenieros”.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Mecánica de Suelos y Rocas. Introducción a la mecánica del suelo y rocas. Propiedades índice y clasificación de suelos. El agua en los suelos. Las tensiones y deformaciones en los suelos. Compresibilidad y consolidación de suelos. Resistencia a la cizalla de los suelos. Estabilidad de laderas y taludes e suelos. Equilibrio plástico de suelos y estimación de empujes. Conceptos básicos sobre roca intacta, discontinuidades y macizos rocosos. Resistencia y deformación de rocas y macizos rocosos. Clasificación de los macizos rocosos. Estabilidad de taludes rocosos.

### RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE

#### CONOCIMIENTOS O CONTENIDOS

- C01 - Conoce y comprende las matemáticas y otras ciencias básicas inherentes a la ingeniería civil
- C02 - Conoce y comprende las disciplinas de ingeniería civil, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos.
- C03 - Conoce y comprende las técnicas aplicables y métodos de análisis, proyecto e investigación y sus limitaciones en el ámbito de la ingeniería civil.
- C04 - Conoce la aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos



de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad

### COMPETENCIAS

- COM01 - Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- COM02 - Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- COM03 - Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- COM05 - Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- COM06 - Poseer la capacidad de análisis y síntesis.
- COM07 - Poseer la capacidad de organización y planificación.
- COM08 - Comunicar de forma oral y/o escrita.
- COM10 - Poseer la capacidad de gestión de la información.
- COM11 - Tener capacidad para la resolución de problemas.
- COM12 - Ser capaz de trabajar en equipo.
- COM13 - Aplicar el razonamiento crítico
- COM14 - Aprender de forma autónoma
- COM20 - Contribuir al logro de las metas de los ODS incluidas en la categoría Prosperidad (ODS 7, ODS 8, ODS 9, ODS 10, ODS 11).
- COM43 - Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.

### HABILIDADES O DESTREZAS

- HD01 - Es conscientes del contexto multidisciplinar de la ingeniería
- HD03 - Identifica, formula y resuelve problemas de ingeniería en su especialidad; elige y aplica de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconoce la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales.
- HD04 - Proyecta, diseña y desarrolla productos complejos, procesos y sistemas en la ingeniería civil, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales; así como selecciona y aplica métodos de proyecto apropiados.
- HD05 - Proyecta utilizando algún conocimiento de vanguardia de su especialidad de ingeniería.
- HD06 - Realiza búsquedas bibliográficas, consultar y utilizar con criterio bases de datos y otras fuentes de información, para llevar a cabo simulación y análisis con el objetivo de realizar investigaciones sobre temas técnicos de su especialidad.
- HD07 - Consulta y aplica códigos de buena práctica y de seguridad de su especialidad.
- HD11 - Recoge e interpreta datos y manejar conceptos complejos dentro de su especialidad, para emitir juicios que impliquen reflexión sobre temas éticos y sociales.
- HD12 - Gestiona complejas actividades técnicas o profesionales o proyectos de ingeniería civil, responsabilizándose de la toma de decisiones.
- HD14 - Funciona eficazmente en contextos nacionales e internacionales, de forma individual y en equipo y cooperar tanto con ingenieros como con personas de otras



disciplinas.

- HD15 - Reconoce la necesidad de la formación continua propia y de emprender esta actividad a lo largo de su vida profesional
- HD16 - Está al día en las novedades en ciencia y tecnología.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Adquisición de conocimientos básicos e imprescindibles en mecánica de suelos y rocas que les ayude a comprender, y cuantificar, el comportamiento de suelos granulares y suelos cohesivos, así como percibir el diferente comportamiento de los macizos rocosos. Para ello, se realizarán trabajos individuales y cooperativos donde se demuestre la adquisición de tales conocimientos.
- Adquisición de los conocimientos necesarios para comprender y utilizar la información bibliográfica y capacidad de integración de las diferentes fuentes de información mediante la realización de trabajos y su presentación.
- Adquisición de conocimientos necesarios y su aplicación para la caracterización, evaluación e interpretación del comportamiento mecánico de suelos y rocas en la ingeniería mediante la realización de los ensayos mecánicos básicos.
- Adquisición de los fundamentos de mecánica de suelos y rocas necesarios para su aplicación en la resolución de problemas geotécnicos.
- Adquisición de conocimientos sobre paquetes informáticos, mediante la realización de prácticas de ordenador, que le permitan la resolución de problemas geotécnicos, así como la presentación de los resultados obtenidos, su interpretación y aplicación.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Tema 1.

- Introducción: mecánica del suelo, mecánica de rocas. Definiciones básicas. Antecedentes históricos. Rasgos generales del comportamiento mecánico de suelos y rocas en superficie y su importancia en la Geotecnia.

#### Tema 2.

- Propiedades índice y clasificación de suelos. Concepto y fases del suelo. Tipos de suelos. Relaciones volumétricas y gravimétricas. Granulometría. Plasticidad y límites de consistencia. Otras propiedades de los suelos. Ensayos de identificación. Clasificaciones. Compactación y mejora de suelos. Problemas y casos de estudio.

#### Tema 3.

- El agua en los suelos. Conceptos previos. Carga hidráulica. Teorema de Bernoulli. Presiones hidrostáticas. Piezómetros. Capilaridad. Flujo de agua en el terreno. Gradiente Hidráulico. Permeabilidad. Ley de Darcy. Ecuación de Laplace. Redes de flujo. Problemas y casos de estudio.

#### Tema 4.

- Las tensiones en los suelos. Concepto de tensión. Tensión total, neutra y efectiva. Principio de Terzaghi. Esfuerzos geostáticos verticales y horizontales. Esfuerzos producidos por cargas aplicadas. Tensiones principales y círculo de Mohr. Trayectoria de esfuerzos. Problemas y casos de estudio.

#### Tema 5.

- Compresibilidad y consolidación de suelos. Relaciones tensión-deformación con drenaje. Suelos normalmente consolidados y sobreconsolidados. OCR. Ensayo edométrico y curva



edométrica. Coeficientes de compresibilidad. Cálculo de asientos. Teoría de la Consolidación. Coeficiente de consolidación. Problemas y casos de estudio.

**Tema 6.**

- Resistencia a la cizalla de los suelos. Criterio de rotura Mohr-Coulomb. Cohesión y ángulo de fricción. Ensayos de resistencia al corte. Comportamiento mecánico de suelos sometidos a corte. Problemas y casos de estudio.

**Tema 7.**

- Estabilidad de laderas y taludes en suelos geotécnicos. Movimientos de ladera: clasificación, factores determinantes y activadores, métodos de análisis. Factor de seguridad y fiabilidad. Clasificación de métodos de cálculo. Métodos de equilibrio límite según mecanismo de rotura. Medidas de estabilización. Problemas y casos de estudio.

**Tema 8.**

- Introducción al equilibrio plástico de los suelos. El equilibrio plástico. Coeficientes de empujes activo, pasivo y en reposo. Fundamentos de la estimación de empujes laterales. Teorías de Rankine y Coulomb. Aplicaciones. Problemas y casos de estudio.

**Tema 9.**

- Roca intacta, discontinuidades y macizo rocoso. Conceptos básicos. Propiedades físicas y mecánicas de las rocas. Propiedades mecánicas de las discontinuidades. Cohesión y ángulo de fricción.

**Tema 10.**

- Resistencia y deformación de rocas y macizos rocosos. Comportamientos tensión-deformación. Comportamiento frágil y dúctil. Papel de la fase fluida. Criterios de rotura. Ensayos de laboratorio.

**Tema 11.**

- Clasificación de los macizos rocosos. NGI (Q de Barton). SCIR: RMR de Bieniawski. SMR de Romana. GSI de Hoek. Discusión de sus aplicaciones.

**Tema 12.**

- Estabilidad de laderas y taludes en macizos rocosos. Análisis cinemático y factor de seguridad en macizos rocosos: rotura plana, rotura en cuña, vuelco de bloques rocosos. Otros modos de rotura. Análisis probabilista. Refuerzos. Desarrollos actuales. Problemas y casos de estudio.

## PRÁCTICO

### Prácticas de Laboratorio:

- Práctica 1. Ensayos de identificación y consolidación de suelos.
- Práctica 2. Ensayos de resistencia en suelos.
- Práctica 3. Resolución de problemas de mecánica de suelos mediante paquetes informáticos I.
- Práctica 4. Resolución de problemas de mecánica de suelos mediante paquetes informáticos II.
- Práctica 5. Ensayos en rocas: compresión simple, carga puntual y tracción indirecta.
- Práctica 6. Resolución de problemas de mecánica de rocas mediante paquetes informáticos.

NOTA: Las actividades prácticas están diseñadas para un límite de 28 estudiantes, que corresponde al número de puestos de trabajo del laboratorio de Ingeniería del Terreno.

### Seminarios:

- Exposición de trabajos y profundización en temas de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL



### Teoría y Problemas:

- GONZÁLEZ DE VALLEJO (Ed.) (2002). "Ingeniería Geológica". Ed. Prentice Hall, Madrid. ISBN: 84-205-3104-9.
- IRIGARAY, C.; EL HAMDOUNI, R. (2024). Ejercicios Resueltos de Mecánica de Suelos y Rocas. Editorial Técnica AVICAM, Granada 2024, España. 308 pp.
- SUTTON, B.H.C. (1989). Problemas resueltos de mecánica del suelo. Ed. Bellisco, ISBN: 978-84-85198-23-8, Madrid, 293 pp.
- TERZAGHI, K. & PECK, R.B. (1978). "Mecánica de suelos en la Ingeniería Práctica". Ed. Ateneo, Mexico. 722 pp.

### Prácticas:

- CHACÓN, J.; IRIGARAY, C.; LAMAS, F.; EL HANDOUNI, R. & JIMÉNEZ-PERÁLVAREZ, J.D. (2008) "Prácticas y Ensayos de Mecánica del Suelo y Rocas". Área de Ingeniería del Terreno. Dpto. de Ingeniería Civil. Universidad de Granada. Ed. Copicentro Granada, S.L. ISBN: 84-96856-82-8. 266 pp.
- [ROCSCIENCE](#) (Geotechnical Tools)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ATTEWELL, P.B. & FARMER, I.W. (1975). "Principles of Engineering Geology". London. Chapman & Hall. Halsted Press Book. John Wiley. New York. 1045 pp.
- BERRY, P.L. & REID, D. (1993). "Mecánica de suelos". McGraw Hill. Traducción al español en Colombia por Caicedo y Arrieta. 1993. Bogotá. 415 pp.
- CAPPER, P.L; CASSIE, W.F. & GEDDES, J.D. (1971). "Problems in Engineering Soils". Ed. E& F.N. Spon.
- CRESPO VILLALAZ, C. (2007). "Mecánica de suelos y cimentaciones". Ed. Limusa, México, 6ª Ed., 644 pp.
- DAS B.M. (1990). "Principles of Geotechnical Engineering". PWS-Kent. 665 pp.
- DELGADO VARGAS, M. (1999). "Ingeniería de cimentaciones: Fundamentos e introducción al análisis geotécnico. 28 Edición". Editorial Alfaomega. México, 541 pp.
- DUNN, I.S.; ANDERSON, L.R. & KIEFER, F.W. (1980). "Fundamentals of Geotechnical Analysis". John Wiley & Sons, 414 pp.
- HOEK, E. 2007. Practical Rock Engineering. Rocscience-Hoek's Corner. USA.
- HOEK, E. & BROWN, E.T. (1980). "Excavaciones subterráneas en roca". Ed. McGraw-Hill. 634 pp.
- IGLESIAS, C. (1997). Mecánica del suelo. Editorial Síntesis S.A., Madrid.
- IZQUIERDO, F.A & CARRIÓN, M.A. (2002). Problemas de Geotecnia y Cimientos. Editorial de la UPV, ISBN: 84-9705-161-0. Valencia, 331 pp.
- JIMENEZ SALAS J. A. & JUSTO, J.L. (1975) "Geotecnia y Cimientos. Tomo I: Propiedades de los suelos y de las rocas". Editorial Rueda. 466 pp.
- LAMBE, T.W. & WHITMAN, R.V. (1979). Mecánica de suelos. Editorial Limusa, México. 582 pp.
- LIU, C.; EVETT, J.B. (1984). "Soil Properties: Testing, Measurement and Evaluation". Prentice Hall, New Jersey. ISBN: 0-13-822379-3.
- JUÁREZ BADILLO, E. & RICO RODRÍGUEZ, A. (1976). "Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de mecánica de suelos". Ed. Limusa México, 642 pp.
- ROMANA, M. Clasificaciones Geomecánicas. Editores J.B. Serón y E. Montalar. STMR. Madrid, 185 pp.
- SERRA GESTA, J.; OTEO MAZO, C.; GARCÍA GAMALLO, A.M.; RODRÍGUEZ ORTIZ, J.M. (1986). "Mecánica del Suelo y Cimentaciones". Fundación Escuela de la Edificación. Madrid. ISBN 84-505-3681-2.
- SERRANO, A. (2001). Mecánica de las Rocas. Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones. Colección Escuelas. 2 vol. Madrid.
- TERZAGHI, K. (1943). "Theoretical soil mechanics". John Wiley & Sons. New Cork. 510 pp.



## ENLACES RECOMENDADOS

- [Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica](#) (ISSMGE: International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).
- [Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica](#).
- [Sociedad Española de Mecánica de Rocas](#).
- [Rocscience](#) (Geotechnical Tools)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Exposiciones en clase del docente. Podrán ser: 1) Lección magistral: presentación de conceptos teóricos y desarrollo de contenidos; 2) Clases de problemas: resolución de supuestos prácticos; 3) Seminarios: ampliación y profundización en aspectos concretos; 4) Aula invertida: transferencia del proceso de aprendizaje fuera de la clase. Se motivará al estudiantado a la reflexión, para el descubrimiento de las relaciones entre conceptos y tratando de formarle mentalidad crítica; se fomentará la participación y el debate; se optimizará el tiempo presencial para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos y competencias.
- MD02 - Prácticas bajo supervisión del docente. Podrán ser: 1) En aula: resolución de casos analítica o numéricamente; 2) De laboratorio: supuestos reales; 3) De campo: visitas en grupo a obra, instalaciones y empresas; 4) Aprendizaje basado en proyectos o casos prácticos. El estudiantado adquirirá las destrezas y competencias necesarias para la aplicación de conocimientos; desarrollará habilidades instrumentales y competencias prácticas; contextualizará conocimientos y su implantación; aprenderá a resolver problemas.
- MD03 - Trabajos de forma no presencial. Actividades propuestas por el docente para realizar individualmente o en grupo. Los estudiantes presentarán en público, desarrollando las habilidades, destrezas y competencias transversales de la materia; mejorarán el aprendizaje cooperativo, mediante la interacción entre estudiantes, y con el docente con un enfoque interactivo de organización del trabajo.
- MD04 - Tutorías académicas. Personalizadas o en grupo donde el docente supervisará el desarrollo del trabajo no presencial, reorientará a los estudiantes en aspectos que detecte y aconsejará sobre bibliografía.
- MD05 - Exámenes. Actividad que podrá formar parte del procedimiento de evaluación.

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación continua ordinaria se realizará a partir de los puntos expuestos en este apartado, teniendo en cuenta que la superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia:

- Los alumnos deberán entregar obligatoriamente una relación de problemas resueltos con al menos dos ejercicios de cada uno de los temas que incluyan esta actividad.
- Las prácticas de laboratorio incluye la obligatoriedad de entregar una memoria con la labor desarrollada.
- Se realizará un examen que incluirá tres partes: teoría, prácticas de laboratorio y problemas. La calificación del examen se puntuará de 0 a 10 puntos; se obtendrá como resultado de la siguiente ponderación:  $0,3 * (\text{Nota de Teoría}) + 0,5 * (\text{Nota de problemas})$



+ 0,2 \* (Nota de prácticas de laboratorio) y será necesario una puntuación mínima de 4,5 puntos en cada parte para poder aplicar la ponderación indicada; en caso contrario, la calificación del examen será, como máximo, 3,5 puntos.

- Los estudiantes podrán realizar un trabajo voluntario, en pequeños grupos, que constituya una unidad adecuada a la dedicación estimada de cada alumno. El trabajo se valorará de 0 a 10 puntos.
- Para la evaluación, se tendrá en cuenta la asistencia y participación activa de los estudiantes en las clases teóricas, prácticas y tutorías.

La calificación de la asignatura se obtendrá mediante la siguiente ponderación:

- Examen: 70 %.
- Valoración continua de la labor realizada (relación de problemas, memoria de prácticas, ejercicios de clase, asistencia y participación activa): 30%.
- El trabajo voluntario podrá subir la calificación hasta un máximo de 1 punto.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación continua extraordinaria se realizará a partir de los puntos expuestos en este apartado, teniendo en cuenta que la superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia:

- Los alumnos deberán entregar obligatoriamente una relación de problemas resueltos con al menos dos ejercicios de cada uno de los temas que incluyan esta actividad.
- Las prácticas de laboratorio incluye la obligatoriedad de entregar una memoria explicativa de las prácticas incluidas en el programa.
- Se realizará un examen que incluirá tres partes: teoría, prácticas de laboratorio y problemas. La calificación del examen se puntuará de 0 a 10 puntos; se obtendrá como resultado de la siguiente ponderación: 0,3 \* (Nota de Teoría) + 0,5 \* (Nota de problemas) + 0,2 \* (Nota de prácticas de laboratorio) y será necesario una puntuación mínima de 4,5 puntos en cada parte para poder aplicar la ponderación indicada; en caso contrario, la calificación del examen será, como máximo, 3,5 puntos.
- Los estudiantes podrán realizar un trabajo voluntario, en pequeños grupos, que constituya una unidad adecuada a la dedicación estimada de cada alumno. El trabajo se valorará de 0 a 10 puntos.

La calificación de la asignatura se obtendrá mediante la siguiente ponderación:

- Examen: 70 %.
- Valoración de la labor realizada (relación de problemas y memoria de prácticas): 30%.
- El trabajo voluntario podrá subir la calificación hasta un máximo de 1 punto.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Se realizará un examen que incluirá teoría, problemas y prácticas de laboratorio.
- La teoría representa el 30%, los problemas el 50% y las prácticas de laboratorio el 20%.
- Para poder aprobar el examen será necesario aprobar cada una de las partes; en caso contrario, la calificación será, como máximo, 4 puntos.
- Superadas cada una de las partes, la calificación final se obtendrá como la media ponderada de cada una de las partes y se valorará de 0 a 10 puntos.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

- Información sobre el desarrollo de la materia, materiales correspondientes al temario de tipo teóricos y prácticos y notas complementarias estarán disponibles y en constante actualización en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada, accesible para los



alumnos matriculados.

- La cronografía del programa de actividades se adaptará al calendario académico oficial que la Universidad de Granada apruebe para cada curso académico.
- Los seminarios en grupo se organizarán en equipos de trabajo multinacionales y se considerarán estudios de casos internacionales.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

