

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 24/06/2025

## Técnicas de Análisis de Materiales (M80/56/2/8)

**Máster**

Máster Doble: Máster Universitario en Ciencia y Tecnología en Patrimonio Arquitectónico + Máster Universitario en Rehabilitación Arquitectónica

**MÓDULO**

Módulo 4: Técnicas y Procedimientos Aplicados en Patrimonio Arquitectónico

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

10

**Tipo**

Obligatorio

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Conocimientos básicos de química y física

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación:

<https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido>

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

- Técnicas de reconocimiento y estudio de la alteración de los materiales de construcción. Técnicas de documentación. Técnicas de análisis gráfico en el Patrimonio Arquitectónico. Metodología analítica de materiales. Técnicas de muestreo. Correlación entre: cantera (fábrica), laboratorio, monumento (edificio histórico). Métodos preventivos. Métodos físicos. Métodos químicos. Métodos biológicos. Caracterización de los materiales de los edificios: aspectos composicionales y texturales. Las anisotropías a diferentes escalas. Técnicas de estudio. Determinación de parámetros físico-mecánicos: ensayos y procedimientos de estudio.



- Correlación entre petrografía y propiedades físicas de los materiales: Petrofísica. Técnicas y procedimientos no destructivos aplicados a materiales y estructuras constructivas. El uso de ultrasonidos e infrarrojos.
- El color en el Patrimonio Arquitectónico. Tecnología del color. Espectrofotometría y colorimetría. Biodeterioro de materiales naturales. Biodeterioro de capas pictóricas. Biocorrosión.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sean capaces de evaluar y criticar los resultados de las investigaciones y priorizar las actuaciones en base a razonamientos objetivos
- CG04 - Que los estudiantes sean capaces de adquirir una formación avanzada en el ámbito de la conservación del Patrimonio Arquitectónico, que les permita renovar y ampliar sus conocimientos, y atender las exigencias del mundo académico y profesional

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE03 - Seleccionar las técnicas de análisis más idóneas para una correcta caracterización del material de construcción, y la valoración de las morfologías y grado de deterioro
- CE04 - Adquirir destreza en el manejo de técnicas instrumentales destructivas y no destructivas aplicadas a la caracterización de los materiales de construcción

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser



originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sean capaces de evaluar y criticar los resultados de las investigaciones y priorizar las actuaciones en base a razonamientos objetivos
- CG04 - Que los estudiantes sean capaces de adquirir una formación avanzada en el ámbito de la conservación del Patrimonio Arquitectónico, que les permita renovar y ampliar sus conocimientos, y atender las exigencias del mundo académico y profesional

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE03 - Seleccionar las técnicas de análisis más idóneas para una correcta caracterización del material de construcción, y la valoración de las morfologías y grado de deterioro
- CE04 - Adquirir destreza en el manejo de técnicas instrumentales destructivas y no destructivas aplicadas a la caracterización de los materiales de construcción

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Conocer las diversas técnicas y equipos que permiten caracterizar petrofísicamente un material de construcción.
- Capacitar para realizar la toma de muestras de forma racional y válida en bienes culturales.
- Saber los diversos procesos químicos, físicos o biológicos que degradan los materiales de un edificio o monumento histórico.
- Dominar la valoración e interpretación de datos obtenidos con las técnicas y procedimientos científicos.
- Conocer los ensayos de valoración de la eficacia de los productos de tratamiento de protección o consolidación.
- Dominar las técnicas y los métodos de estudio no destructivos.

El alumno será capaz de:



- Capacitar para realizar la toma de muestras de forma racional y válida en bienes culturales.
- Capacidad para planificar y desarrollar un programa analítico para identificar materiales y productos de alteración, las causas y mecanismos de dicha alteración, y definir el estado de conservación.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- **TEMA 1.** Estudio de la alteración y conservación del patrimonio histórico artístico. Mecanismos de alteración. Muestreo de materiales y productos de alteración. Técnicas analíticas. El espectro electromagnético y técnicas de análisis asociadas. Espectroscopia de infrarrojos, Raman, visible y ultravioleta.
- **TEMA 2.** Los rayos X. Generación y características. La difracción de los rayos X. Métodos de difracción de rayos X. El método de polvo. Preparación de muestras, análisis, e interpretación de resultados. Análisis químico por fluorescencia de rayos X. Análisis por dispersión de longitud de onda. Microsonda electrónica. Análisis por dispersión de energía.
- **TEMA 3.** Interacción de la luz con la materia. Materiales isótropos y anisótropos. Microscopía de luz polarizada. El microscopio óptico. Estudio de minerales, rocas y materiales de construcción artificiales en lámina delgada.
- **TEMA 4.** Introducción a la microscopía electrónica. Interacción de los electrones con la materia. Resolución y magnificación. Microscopía electrónica de barrido (SEM). Imágenes de electrones secundarios. Imágenes de electrones retrodispersados. Aplicaciones en Ciencia de Conservación y Restauración del Patrimonio. Microscopía electrónica de transmisión (TEM). Preparación de muestras. Geometría e intensidad de la difracción. Origen del contraste. Microscopía electrónica de alta resolución. Aplicaciones en Ciencia de Conservación y Restauración del Patrimonio. Microscopía de barrido por sondas (SPM): principios básicos. Microscopía de fuerza atómica (AFM): ventajas y limitaciones. Diseño e instrumentación. Modos de operación en AFM. Aplicaciones en Ciencia de Conservación y Restauración del Patrimonio. Fundamentos de la microscopía confocal. Captación de la imagen en microscopía confocal. Instrumentación del microscopio confocal.
- **TEMA 5.** La porosidad en los materiales pétreos. La porosidad: conceptos generales, interés de su estudio. La porosidad como característica petrográfica. Modelos del espacio vacío: sistema poroso y red de fisuras. Elementos: tamaño, forma, grado de comunicación y distribución de los vacíos. Tipos de espacios vacíos: aspectos descriptivos, genéticos y aplicados. Procedimiento de estudio: métodos directos. Técnicas de observación. Métodos de cuantificación. La porosidad como propiedad física: volumen poroso. Relación densidad - porosidad. Tipos de porosidad: total, abierta, efectiva. Técnicas para la determinación de los distintos tipos de porosidad: Métodos indirectos. Cuantificación de elementos del sistema poroso: tamaño de los poros. Ensayos de sorción de agua. Porosimetría por inyección de mercurio. Absorción de gases.
- **TEMA 6.** Determinación de parámetros físico-mecánicos: ensayos y procedimientos de estudio. Porosidad y sistema poroso. Densidad. Transporte de fluidos: permeabilidad, capilaridad, difusión de gases, evaporación y condensación. Propiedades elásticas. Comportamiento tensión - deformación estático de las rocas. Resistencia mecánica: compresión uniaxial, flexo-tracción; ensayo Brasileño. Otros. Propiedades térmicas: dilatación térmica. Propiedades de superficie: rugosidad, deslizamiento, desgaste, impacto, microdureza Knoop. Ensayos: Normativos y de caracterización.
- **TEMA 7.** Correlación entre petrografía y propiedades físicas de los materiales: Petrofísica.



Relación entre petrografía y propiedades petrofísicas: Influencia de la estructura, textura y mineralogía. Parámetros físico - mecánicos característicos de los diferentes tipos de rocas. Acabados de producto: características y propiedades. Adecuación de los parámetros a los diferentes usos de las rocas. Normativas de producto. Piedra de fábrica. Pavimentos, aplacados, pizarras de techar. Durabilidad: Ensayos para determinación de durabilidad: Hielo-deshielo, cristalización de sales, humedad sequedad. Relación entre características petrográficas y durabilidad.

- TEMA 8. Técnicas y procedimientos no destructivos aplicados a materiales y estructuras constructivas. El uso de ultrasonidos e infrarrojos. Ultrasonidos: Trasmisión-recepción directa e indirecta; pulso-eco; impacto; emisión acústica. Tratamiento de la señal. Termografía de infrarrojos: pasiva y activa. Métodos semi-destructivos: esclerómetro; microdrilling, etc. Otras: conductividad eléctrica.
- TEMA 9. El color en el Patrimonio Arquitectónico. Tecnología del color. Espectrofotometría y colorimetría. Espacios de color. El espacio CIE La\*b\*. Luminosidad, croma y saturación. Aplicaciones en el control de la eficacia de tratamientos de protección y consolidación.
- TEMA 10. Definición y tipos de Biodeterioro. Organismos deterioradores. Biopelículas y Bioensuciamiento. Biodeterioro de materiales naturales. Biodeterioro de capas pictóricas. Biocorrosión. Toma de muestras e identificación de los microorganismos implicados. Biodeterioro de edificios y del Patrimonio Histórico. Control del Biodeterioro. Métodos preventivos. Métodos físicos. Métodos químicos: Biocidas. Áreas de aplicación. Métodos biológicos.

## PRÁCTICO

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Práctica 1. Manejo de técnicas instrumentales (microscopía óptica, ultrasonidos, termografía, colorimetría). Realización de ensayos en el Laboratorio. Ejercicios de cálculo e interpretación crítica de resultados obtenidos con las distintas técnicas y ensayos.
- Práctica 2 (seminario): Análisis de las características de algunas rocas ornamentales representativas comercializadas en España. Observación de ejemplos petrografía MOP y SEM.

### PRÁCTICAS DE CAMPO

- Práctica 3. Visitas de estudio: Centro de Instrumentación Científica (CIC) de la Universidad de Granada.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- AAVV. (Eds. R. VILLEGAS y E. SEBASTIÁN). Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos. Cuadernos Técnicos nº 8. IAPH, Consejería de Cultura-Junta de Andalucía. Ed. Comares, 2003.
- AAVV. Programa de normalización de estudios previos aplicado a bienes inmuebles. PH Cuadernos, nº 19. IAPH. (Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Culturas), 2006.
- J. ASHURST & F.G. DIMES [Ed.] (1990). Conservation of Building & Decorative Stone. Part 1 y 2. Butterworth-Heinemann, 193 + 254 p.
- R.S. BERNS. Billmeyer and Saltzmann's Principles of Color Technology. Wiley



- Insterscience, 2000.
- A. DENNOS, S. KENNETH, CH. GAYLARDE. Introducción al biodeterioro. Editorial Acribia 2008.
  - E. DOEHNE & C.A. PRICE (2010). Stone Conservation: An Overview of Current Research (2nd Edition). The Getty Conservation Institute, 175 p. ([www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/stoneconservation.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/stoneconservation.pdf))
  - R.M. ESBERT, J. ORDAZ, F.J. ALONSO, M. MONTOTO, T. GONZÁLEZ LIMÓN, M. ÁLVAREZ DE BUERGO. Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, 1997.
  - M. MATTEINI, A. MOLES. Ciencia y Restauración. Método de Investigación. NEREA, Nardini Editores. IAPH Junta de Andalucía, 2001.
  - E. SEBASTIÁN PARDO (Ed.). Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos. Cuadernos Técnicos nº 2. IAPH, Consejería de Cultura – Junta de Andalucía, 1996.
  - S. SIEGSMUND & R. SNETHLAGE (Eds.) Stone in Architecture: Properties and Durability. 4th Ed. Springer. 2011.
  - G. TORRACA (2009) Lectures on Materials Science for Architectural Conservation. The Getty Conservation Institute, 206 p. ([www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/torraca.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/torraca.pdf))
  - V. VALGAÑÓN. Biología aplicada a la conservación y restauración. Editorial Síntesis, 2008.
  - E.M. WINKLER (1997, 3ª Ed.). Stone in architecture. Properties. Durability. Springer Verlag, Berlin, 313 p.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- R. FORT, M. ÁLVAREZ DE BUERGO, M. GOMEZ-HERAS, C. VÁZQUEZ-CALVO (Eds). Heritage, Weathering and Conservation. Volume II. Taylor & Francis, London.2006.
- LOPEZ JIMENO Ed. Manual de Rocas Ornamentales. ETSIM. Madrid 1995.
- A. MARTÍN PÉREZ. Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de Obras de piedra de interés histórico artístico. Editorial Fundación Ramón Areces, 1990.
- J.L. PÉREZ BERNAL, M.A. BELLO LÓPEZ. Dióxido de azufre. Química atmosférica y destrucción del Patrimonio. Ed. Fundación El Monte, 2004.

#### ENLACES RECOMENDADOS

- <http://www.ugr.es/~monument/> (Grupo de Investigación de la UGR: Estudio y conservación de los materiales de construcción en el Patrimonio Arquitectónico)
- <http://www.alhambra-patronato.es/> (Patronato de la Alhambra y el Generalife)
- <http://www.cedex.es/> (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas)
- <http://www.getty.edu/> (Getty Conservation Institute)
- <http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/> (Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico)
- <http://www.si.edu/mci/> (Smithsonian Museum Conservation Institute)
- <http://www.canada.ca/en/conservation-institute/> (Canadian Conservation Institute)
- <http://www.iccrom.org/> (International centre for the study of the preservation and restoration of cultural property)

#### METODOLOGÍA DOCENTE



- MD01 La Metodología Docente propuesta combina diferentes técnicas (clases teóricas, de prácticas y seminarios monográficos, trabajos individuales y grupales tutorizados, ...), propiciando en todo momento la implicación del estudiante en su proceso formativo. Para facilitar la formación del estudiante, la organización docente tiene estructura modular, alternando los periodos de impartición teórica con los de prácticas. La consulta de Bibliografía y fuentes documentales por el alumno se considera una parte fundamental e imprescindible del aprendizaje. Para ello dispone en el propio Centro de una Biblioteca y varias aulas de Informática con acceso a Internet. La tutorización de la enseñanza es fundamental en el proceso del aprendizaje, por lo que los profesores del Máster tendrán establecido un horario de atención al estudiante para poder atender las consultas y resolver dudas en relación con las diferentes materias.

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- Exámenes prácticos y teóricos: 65%
- Asistencia: 10%
- Ejercicios: 25%

### CRITERIOS DE EVALUACION

- Se valorarán los conocimientos mediante pruebas teóricas escritas y pruebas prácticas, así como la realización de trabajos e informes en grupos reducidos sobre los contenidos de la asignatura y la asistencia a clase.
- Para superar la asignatura será necesario tener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en los exámenes de teoría y/o de prácticas.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Examen oral/escrito: 100%

### CRITERIOS DE EVALUACION



Se valorarán los conocimientos mediante una prueba teórico/práctica escrita.

Para superar la asignatura será necesario tener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en:

- Examen oral/escrito: 100%

### CRITERIOS DE EVALUACION

Se valorarán los conocimientos mediante una prueba teórico/práctica escrita.

Para superar la asignatura será necesario tener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

El estudiante recibirá al inicio del curso información sobre las normas de seguridad y del correcto desarrollo de las prácticas. El documento estará disponible en la plataforma PRADO de la asignatura. Este documento es de obligada lectura y aplicación durante el desarrollo de las prácticas, el no cumplimiento del mismo por parte del estudiante exime de cualquier responsabilidad al profesor que imparte las prácticas así como a la Universidad de Granada y a cualquiera de sus miembros.

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/apoyos) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

