

**MADERA, METAL Y VIDRIO COMO MATERIALES  
ORNAMENTALES EN PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO**

MÓDULO	ASIGNATURA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER
3. Materiales en el Patrimonio Arquitectónico: Policromías y pigmentos, madera, metal y vidrio	3. 2. Madera, metal y vidrio como materiales ornamentales en Patrimonio Arquitectónico	1º	1º	4	Optativo
<b>PROFESOR(ES)</b>		<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Jorge Alberto Durán Suárez (JD). Coordinador de la asignatura. Universidad de Granada</li> <li>Mª Ángeles Villegas Broncano (AV) CSIC</li> <li>Enrique Nuere Matauco (EN)</li> </ul>		Departamento de Escultura, Facultad de Bellas Artes. Planta principal. Despacho 1D (JD). Correos electrónicos. (JD): <a href="mailto:giorgio@ugr.es">giorgio@ugr.es</a> ; (AV) <a href="mailto:mariangeles.villegas@cchs.csic.es">mariangeles.villegas@cchs.csic.es</a> ; (EN) <a href="mailto:nuere@tauje.com">nuere@tauje.com</a>			
		<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>			
		Ver página web del máster <a href="http://masteres.ugr.es/citpa/pages/info_academica">http://masteres.ugr.es/citpa/pages/info_academica</a>			
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>			
Ciencia y Tecnología en Patrimonio Arquitectónico					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Ninguno					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)</b>					
La madera, peculiaridades y características en relación con la construcción. Nuevos materiales. La madera como material estructural. Construcción tradicional: entramados estructurales, forjados de piso, armaduras de cubierta, la carpintería de lazo. Madera en rehabilitación y en restauración, ejemplos de intervención. Químico-física del vidrio. El estado vítreo. Vidrios de silicato. Propiedades: dilatación térmica, viscosidad, módulo de elasticidad, tenacidad, índice de refracción, transmisión óptica, etc. Durabilidad química del vidrio. Resistencia hidrolítica y en otros medios. Influencia del pH. Mecanismos de degradación. Evolución tecnológica del vidrio. Composiciones.					



Procedimientos de obtención y conformación.  
Técnicas de caracterización químico-física.  
El vidrio en el Patrimonio arquitectónico.  
Vidrieras: materiales constituyentes, capas pictóricas y evolución cronológica.  
Meteorización y degradación. Restauración: criterios y procedimientos.  
Conservación preventiva.  
Los metales en el Patrimonio. Historia, manufactura y propiedades.  
Metales y aleaciones. Técnicas de elaboración.  
Alteración de objetos metálicos meteorizados.  
Procedimientos de evaluación y control en ambientes limitados y microclimas.  
Conservación de objetos metálicos en el patrimonio.  
Patologías, diagnóstico e intervención.

Prácticas. Tutor: Prof. Jorge Duran Suárez (UGR)

Visitas y recorridos urbanos con reconocimiento de la diversidad de estos materiales de construcción en Edificios Históricos; estudio de morfologías de alteración. Reconocimiento de factores y procesos de deterioro de los materiales orgánicos y metálicos.

Debates/seminario sobre propuestas metodológicas de Intervención de estos materiales.

Análisis de la restauración de la Verja Histórica del Jardín Botánico de la Universidad de Granada; intervención en artesanado de la Biblioteca del Crucero del Hospital Real (Rectorado de la UGR); vidrieras de la catedral de Granada y de otros edificios singulares que se encuentren en rehabilitación en el momento que se impartan estas prácticas.

#### **COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO**

##### COMPETENCIAS GENERALES

- CG4: 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 BÁSICAS

- CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- 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 ESPECÍFICAS

- CE1: Interpretar correctamente el estado de conservación de un edificio histórico. Diagnosticar patologías en los materiales de construcción
- CE2: Identificar los distintos materiales de construcción de un edificio y las técnicas constructivas

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

- Conocer las características, origen y antecedentes de las materias primas (maderas, vidrios y metales), en el contexto de las edificaciones históricas y artísticas.
- Dominar los procesos y fases de su producción.
- Identificar las principales tipologías de maderas y sus desarrollos técnicos; identificación de los principales vidrios y su proceso tecnológico, e identificación de los procesos de obtención de metales y sus principales métodos de tratamiento metalúrgico.
- Evaluar el grado de conservación y análisis de las principales patologías de los anteriores materiales.



ugr

Universidad  
de Granada

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO DE TEORÍA

TEMA 1. Los metales en el Patrimonio. Antecedentes, manufactura y propiedades.

Los metales en el Patrimonio. Ejemplos de utilización de metales en el patrimonio histórico y monumental. Metales y aleaciones. Propiedades. Técnicas de elaboración. Fundición de metales.

Procesos de alteración de objetos metálicos. Alteración (mecánica, química, biológica). Tipologías de corrosión. Procedimientos de evaluación y control. Análisis y diagnóstico. Intervenciones. Limpieza, fijación, otros.

TEMA 2. Conservación de objetos metálicos. Proyecto Verja Jardín Botánico (UGR). Granada. Calle Escuelas, Compañía, Málaga y Duquesa.

TEMA 3. Patologías, diagnóstico e intervención. Botánico C/Escuelas. C/Compañía. C/Málaga y C/Duquesa.

TEMA 4. Madera en patrimonio arquitectónico. La madera, peculiaridades y características en relación con la construcción. Nuevos materiales. Propiedades estructurales de la madera. Sistemas tradicionales de construcción en edificios: entramados estructurales, forjados de piso, armaduras de cubierta, la carpintería de lazo.

TEMA 5. Carpintería mudéjar: ¿nazarí o castellana?

TEMA 6. Vidrios en Patrimonio Arquitectónico. Químico-física del vidrio. El estado vítreo. Vidrios de silicato. Propiedades de los vidrios: dilatación térmica, viscosidad, módulo de elasticidad, tenacidad, índice de refracción, transmisión óptica, etc. Durabilidad química del vidrio. Resistencia hidrolítica y en otros medios. Influencia del pH y mecanismos de degradación. Antecedentes y tecnología del vidrio. Procedimientos de obtención y conformación. Técnicas de caracterización químico-física.

TEMA 7. Procesos de fundición a la cera perdida con metales férricos y no férricos.

TEMA 8. El vidrio en el Patrimonio arquitectónico: vidrieras y constituyentes, capas pictóricas y evolución cronológica. Meteorización, degradación y restauración del vidrio: criterios y procedimientos.

### PRÁCTICAS DE CAMPO

PRÁCTICA 1. Reconocimiento de patologías y morfologías de alteración. Reconocimiento de factores y procesos de deterioro de los materiales metálicos. Análisis de la restauración de la Verja Histórica del Jardín Botánico de la Universidad de Granada.

PRÁCTICA 2. Visita a talleres de fundición y tratamiento de metales.

### BIBLIOGRAFÍA

- AAVV. Innovación tecnológica en conservación y restauración Del Patrimonio. Univ. Autónoma de Madrid. Dpto. Prehistoria y Arqueología. 2006, Madrid
- N. CARMONA, I. ORTEGA FELIU, B. GÓMEZ TUBIO, M.A. VILLEGAS. Advantages and disadvantages of PIXE/PIGE, XRF and EDX spectrometries applied to archaeometric characterisation of glasses. Materials Characterisation, 61, 257-267, 2010



ugr

Universidad  
de Granada

- N. CARMONA, E. HERRERO, M.A. VILLEGAS, J. LLOPIS. Environmental optical sol-gel sensors for preventive conservation of cultural heritage. *Lasers in the conservation of artworks*. M. Castillejo, P. Moreno, M. Oujja, R. Radvan, J. Ruiz (eds.). CRC Press-Taylor & Francis Group, 483-488, 2008
- N. CARMONA, M.A. VILLEGAS, J.M. FERNÁNDEZ NAVARRO. Characterisation of an intermediate decay phenomenon of historical glasses. *J. Mater. Sci.*, 41, 2339-2346, 2006
- N. CARMONA, M.A. VILLEGAS, J.M. FERNÁNDEZ NAVARRO. Optical sensors for evaluating environmental acidity in the preventive conservation of historical objects. *Sensor Actuat A-Phys.*, 116, 398-404. 2004.
- N. CARMONA, L. LAIZ, J.M. GONZÁLEZ, M. GARCÍA HERAS, M.A. VILLEGAS, C. SAIZ JIMÉNEZ. Biodeterioration of historic stained glasses from the Cartuja de Miraflores (Spain). *Int. Biodeter. Biodegr.*, 58, 155-161, 2006
- N. CARMONA, M. GARCÍA HERAS, C. GIL, M.A. VILLEGAS. Chemical degradation of glasses under simulated marine medium. *Mater. Chem. Phys.*, 94, 92-102, 2005
- S. RIVERO, B. CHICO, D. DE LA FUENTE, M. MORCILLO. Atmospheric corrosion of low carbon steel in a polar marine environment. Study of the effect of wind regime. *Rev. Metal.*, 43, 370-383. 2007
- DE LA FUENTE, D., BOHM, M., HOUYOUX, C., MORCILLO, M. ROHWERDER, M. Methods for salt contamination of steel corrosion products: A characterization study. *Mater and Corr.*, 58, 781-788. 2007
- DE LA FUENTE, D., CASTANO, J.G., MORCILLO, M. Long-term atmospheric corrosion of zinc. *Corr. Sci.*, 49, 1420-1436. 2007
- DE LA FUENTE, D., Simancas, J., Morcillo, M. Morphological study of 16-year patinas formed on copper in a wide range of atmospheric exposures *Corr. Sci.*, 50, 268-285. 2008
- J.M. FERNÁNDEZ NAVARRO. *El Vidrio*. CSIC, 3ª edición, 2003, Madrid
- M. GARCÍA-HERAS, F. AGUA, V. LÓPEZ, J. CONTRERAS, M.A. VILLEGAS. Deterioro y estrategias de conservación de elementos metálicos de interés patrimonial de la estación de ferrocarril de Aranjuez. *Rev. Metal.*
- M. GARCÍA-HERAS, K. KROMKA, J. FABER, P. KARASZKIEWICZ, M.A. VILLEGAS. Evaluation of air acidity through optical sensors. *Environ. Sci. Technol*, 39, 3743- 3747. 2005
- M. GARCÍA HERAS, J.M. RINCÓN, A. JIMENO, M.A. VILLEGAS. Pre-Roman coloured glass beads from the Iberian Peninsula: a chemico-physical characterisation study. *J. Archaeological Science*, 32, 727-738, 2005
- M. GARCÍA HERAS, M.A. VILLEGAS, E. CANO, F. CORTÉS PIZANO, J.M. BASTIDAS. A conservation assessment on metallic elements from Spanish Medieval stained glass windows. *J. Cultural Heritage*, 5, 311-317. 2004
- M. GARCÍA HERAS, M.A. VILLEGAS, J.M.A. CAEN, C. DOMINGO, J.V. GARCÍA-RAMOS. Patination of historical stained windows lead comes from different European locations. *Microchem. J.*, 83(2), 81-90. 2006
- A. GUINDEO CASASUS y otros. *Especies de Maderas*. AITIM. ISBN 84-87381-11-1
- G. GUTDEUTSCH. Birkhäuser Verlag. *Building in Wood. Construction and Details*. ISBN 3-7643-5277-9
- *Holzbau –Tabellen*. Lignum. ISBN 3-906703-00-2
- MARIACA, L., DE LA FUENTE, D., FELIU, S. Jr., SIMANCAS, J., GONZALEZ, J.A., MORCILLO, M. Interaction of copper and NO<sub>2</sub>: Effect of joint presence of SO<sub>2</sub>, relative humidity and temperature. *J. Phys. Chem. Solids*, 69, 895-904. 2008
- J. NATTERER y otros. *Construire en Bois*. Editions de Moniteur. ISBN 2-281-15081-X
- E. NUERE. *La carpintería de armar española*. Ed. Munilla Lería. ISBN 84-89150-37-0
- E. NUERE. *La carpintería de lazo*. Ed. Colegio Arquitectos de Málaga. ISBN 84-404-7840-2
- E. NUERE. *Nuevo Tratado de la carpintería de lo blanco*. Ed. Munilla Lería ISBN 84-89150-46-X
- J. PEÑA-POZA, T. PALOMAR, M. GARCÍA-HERAS, M.A. VILLEGAS. Estudio y estado de conservación de elementos metálicos de vidrieras de la catedral de León *Rev. Metal. Madrid*, 46(3), 260-273. 2010
- P. RACHER y otros *SEDIBOIS*. *Structures en bois aux états limites*. ISBN 2-212-11832-5
- *Tables pour la construction en bois 2*. Lignum. ISBN2-88397-001-7
- 7th. International Restorer Seminar (1989). *Conservation of metals: problems in the treatment of*



- metal-organic and metal-inorganic composite objects. Veszprém, Hungary
- Antelo, T (2011). La técnica radiográfica en los metales históricos. Madrid. Ministerio de Cultura.
  - Ares i Río, J. (2004). El metal : técnicas de conformado, forja y soldadura. Barcelona : Parramón. Barcelona. Gustavo Gili.
  - Barrio Martín, J. y Chamón Fernández, J. (2008). Proyecto dorados: tecnología, conservación y restauración de los metales dorados medievales. Madrid
  - International Conference on Metals Conservation (2004). Canberra. Metal 04. Proceedings of the International Conference on Metals Conservation. editors, John Ashton, David Hallam. Budapest : 1990.
  - Selwyn, L. (2004). Métaux et corrosion : un manuel pour le professionnel de la conservation . Ottawa : Canadian Conservation Institute,
  - Wieczorek, E. (1972). Tecnología fundamental para el trabajo de los metales.
  - Sorroche Cruz. (2002). Nuevas Técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica actual. Ed. UGR.

#### 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.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.cci-icc.gc.ca> (Canadian Conservation Institute)

<http://www.iccrom.org/> (International centre for the study of the preservation and restoration of cultural property)

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lecciones magistrales:** presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos en cada uno de los módulos.
- **Seminarios:** modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con cada una de las materias propuestas, incorporando actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.
- **Actividades prácticas:** actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- **Actividades no presenciales individuales y en grupo:** actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales, de forma individual y/o en grupo, se profundiza en aspectos concretos de cada materia, habilitando al estudiante para avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos.
- **Tutorías académicas:** instrumento para la organización de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.
- **Exámenes**

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

##### 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.

##### INFORMACIÓN ADICIONAL

No existen acciones de coordinación con otras asignaturas.



**ugr** | Universidad  
de Granada



*ugr* | Universidad  
de Granada

Facultad de Ciencias  
Económicas y Empresariales