

# RED TEMÁTICA PATRIMONIO HISTÓRICO Y CULTURAL

7ª Reunión

**"La Doble Cultura"**

12-13 de diciembre de 2005

- INSTITUTO DE CERÁMICA Y VIDRIO (CSIC)  
CANTOBLANCO (MADRID)
- PALACIO REAL. ARANJUEZ (MADRID)





## **Presentación**

En el CSIC existen grupos de investigación de reconocida valía dedicados total o parcialmente al estudio del Patrimonio Histórico y Cultural, bien desde una vertiente humanística o mediante la aplicación de criterios científicos y tecnológicos a la conservación de los bienes muebles e inmuebles. Estos grupos se encuentran localizados en distintos institutos o centros del país y, dada la variedad temática, se ha creído conveniente su coordinación y la adopción de un enfoque multidisciplinar en sus actividades. De esta forma, el importante patrimonio humano e instrumental del CSIC se revaloriza mediante la creación de mecanismos de actuación, colaboración y fomento de proyectos de investigación en el campo del Patrimonio Histórico y Cultural.

La Red, constituida en Octubre de 2001, integra en la actualidad más de 25 grupos pertenecientes a 18 Institutos del CSIC que se agrupan en cinco áreas de trabajo

- Arqueología y Patrimonio Arquitectónico
- Biología
- Física
- Geología
- Química y Materiales

Una información mas completa sobre la Red y sus actividades puede encontrarse en [www.rtphc.csic.es](http://www.rtphc.csic.es) y en el boletín electrónico “*Coalition*”.

La Red desarrolla una importante labor de difusión de las actividades del CSIC en el ámbito del Patrimonio Histórico, de forma que estas lleguen hasta los usuarios finales: Ministerios de Educación y Ciencia y Cultura, Consejerías de Cultura de las distintas CC.AA, Instituciones Locales, Empresas y Fundaciones. Asimismo, el conocimiento de las distintas líneas y técnicas de actuación de los grupos permite abordar de forma multidisciplinar los problemas a resolver y la presentación conjunta de proyectos en programas nacionales y comunitarios.

Una de las actividades más relevantes de la Red se centra en la organización de las Reuniones Temáticas en las que participan tanto los grupos integrados en la Red del CSIC, como los procedentes de otras instituciones. Desde su constitución se han celebrado seis reuniones, con

dos convocatorias anuales, pero tras la última reunión celebrada en diciembre de 2004 en Sevilla, se acordó que los encuentros tuvieran lugar con carácter anual.

En esta ocasión la organización recae en el Instituto de Cerámica y Vidrio, cuya nueva sede se encuentra en el Campus de Cantoblanco de Madrid. El lema escogido para esta reunión, "La Doble Cultura", pretende sintetizar las demandas que conservadores de patrimonio y museos plantean a los científicos experimentales, en su labor de establecer procedimientos de clasificación y restauración, y los criterios históricos y estilísticos que los científicos necesitan para proseguir así, el dialogo entre ambos enfoques.

### **Comité Científico**

**Salvador de Aza  
M<sup>a</sup> Teresa Blanco  
Luis Caballero  
Aurelio Climent  
José V. García Ramos  
Carmen Mañueco  
Francisco J. Valle  
José L. Valverde**

### **Comité Organizador**

**Antonio de Aza  
Francisco Capel  
Emilio Criado  
Rafael Martínez  
Carmen Pascual  
Paloma Recio**

**INSTITUTO DE CERÁMICA Y VIDRIO, CSIC  
Campus de Cantoblanco  
Kelsen, 5.  
28049 Madrid**



## PROGRAMA

**Lunes, 12 de diciembre.**

### **INSTITUTO DE CERÁMICA Y VIDRIO, CSIC CAMPUS DE CANTOBLANCO**

9:00 - 9:30	Inscripción y entrega de documentación
9:30 - 10:00	Bienvenida a la Reunión Dr. Ángel Caballero, Director del Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC Dr. Felipe Criado, Coordinador del Área de Humanidades, CSIC Dr. Cesáreo Sáiz, Coordinador de la Red Temática de Patrimonio Histórico Cultural, CSIC
10:00 - 10:45	Conferencia Invitada <b>La porcelana de B. Sureda en la Real Fábrica del Buen Retiro</b> Prof. Salvador de Aza, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC
10:45 - 11:15	Café
11:15 - 12:00	Conferencia Invitada <b>La arqueometría cerámica como soporte de la investigación del Museo Arqueológico Nacional</b> D <sup>a</sup> . Carmen Mañueco Santurtún, Conservadora del Museo Arqueológico Nacional
12.00 - 13:00	Visita al Instituto de Cerámica y Vidrio
13.00 - 15:00	Comida de trabajo
15:00 - 16:30	Presentación de comunicaciones
16:30 - 16:45	Café
16:45 - 19.00	Presentación de comunicaciones

**Martes, 13 de diciembre**

### **PALACIO REAL DE ARANJUEZ**

9:30	Salida de autocares desde Sede Central del CSIC, Serrano 113 hacia Aranjuez
10:30 - 11:00	Presentación Conferencia Invitada <b>El Proceso de recuperación histórica del Palacio Real de Aranjuez</b> D. José Luis Valverde, Conservador del Palacio Real de Aranjuez.
11:00 - 13:30	Visita al Palacio Real y Casa del Labrador de Aranjuez
13:30 - 15:30	Comida de trabajo
15:30 - 17:00	Reunión de los miembros de la RTPHC
17:00	Clausura de la reunión y salida hacia Madrid.





## COMUNICACIONES

- Científicos dedicados al Patrimonio. Datos para una reflexión.** 01  
M. Gómez, M. del Egidio  
*Instituto del Patrimonio Histórico Español.*
- Castillo de La Palma (Mugardos, A Coruña): Trabajos arqueológicos para un proyecto de puesta en valor** 02  
R. Blanco Rotea<sup>1</sup>, S. García Rodríguez<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Arqueología da Paisaxe, IEGPS (CSIC-XuGa)  
<sup>2</sup>Laboratorio de Patrimonio, Paleoambiente e Paisaxe, IIT (USC) (UA CSIC)
- RECOPAR, la nueva red de conservación del patrimonio arquitectónico.** 03  
J Monjo, R. Bustamante  
*ETS de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid.*
- Limpieza láser de costra negra sobre superficies pétreas: amarilleamiento y estrategias de limpieza.** 04  
M. Oujja<sup>1</sup>, E. Rebollar<sup>1</sup>, S. Gaspard<sup>1</sup>, C. Domingo<sup>2</sup>, P. P. Pérez<sup>3</sup>, A. Laborde<sup>3</sup>, P. Pouli<sup>4</sup>, G. Totou<sup>4</sup>, V. Zafiropoulos<sup>4</sup>, C. Fotakis<sup>4</sup>, M. Castillejo<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC.  
<sup>2</sup> Instituto de Estructura de la Materia, CSIC.  
<sup>3</sup> Instituto del Patrimonio Histórico Español, El Greco 4, 28040 Madrid  
<sup>4</sup> Institute of Electronic Structure and Lasers (IESL), Foundation for Research and Technology-Hellas (FORTH), Greece.
- Estudio de la eliminación de la corrosión producida en láminas de Cu expuestas a distintas atmósferas mediante técnicas láser.** 05  
M. Jadraque<sup>1</sup>, M. Martín<sup>1</sup>, E. Cano<sup>2</sup>, J.M. Bastidas<sup>2</sup>, L. Bartola<sup>3</sup>, S. Siano<sup>3</sup>, R. Salimbeni<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC.  
<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC.  
<sup>3</sup> Instituto di Fisica Applicata “Nello Carrara”, CNR
- Microanálisis de película cinematográfica mediante espectroscopía de ruptura inducida por láser.** 06  
C Abrusci<sup>1</sup>, S Gaspard<sup>2</sup>, M Oujda<sup>2</sup>, E Rebollar<sup>2</sup>, A del Amo<sup>3</sup>, F Catalina<sup>4</sup>, M Castillejo<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Departamento de Microbiología III, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid  
<sup>2</sup> Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC.  
<sup>3</sup> Filmoteca Española, Instituto de la Cinematografía y de las Artes Audiovisuales.  
<sup>4</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC
- Estudio de la biodegradación de emulsiones fotográficas por bacterias. Valoración de CO<sub>2</sub> por medidas de impedancia.** 07  
C. Abrusci<sup>1</sup>, D. Marquina<sup>1</sup>, A.Santos<sup>1</sup>, A. Del Amo<sup>2</sup>, F. Catalina<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Departamento de Microbiología III, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid.  
<sup>2</sup> Filmoteca Española, Instituto de la Cinematografía y de las Artes Audiovisuales.  
<sup>3</sup> Departamento de Fotoquímica, Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC.

- Biodeterioro de las vestiduras pontificales del Arzobispo Rodrigo Ximérnez de Rada (Siglo XIII).** 08  
L. Láiz<sup>1</sup>, A. Martínez<sup>2</sup>, P. Pastrana<sup>2</sup>, J.M. González<sup>1</sup>, C. Saiz-Jimenez<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. CSIC  
<sup>2</sup> Centro de Restauración y Conservación de Bienes Culturales de la Junta de Castilla y León, Simancas (Valladolid)
- Determinación del color en materiales de construcción impregnados con un antigraffiti** 09  
P.M. Carmona-Quiroga, S. Martínez-Ramírez, M I Sánchez de Rojas, M.T. Blanco-Varela  
Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC.
- Análisis por espectroscopía Raman intensificada por superficies de pigmentos empleados en el Patrimonio Histórico y Cultural.** 10  
Z. Jurasekova, J.V. García-Ramos, C. Domingo, S. Sánchez-Cortes  
Instituto de Estructura de la Materia. CSIC.
- Synchrotron light in the study of pigments in the Velázquez palette. Preliminary results.** 11  
P. C. Gutiérrez<sup>1</sup>, A. Climent-Font<sup>1,2</sup>, C. Garrido<sup>3</sup>, E. Pantos<sup>4</sup>, A. Smith<sup>4</sup>, M. D. Ynsa<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Microanálisis de Materiales. Universidad Autónoma de Madrid.  
<sup>2</sup> Departamento de Física Aplicada C-XII, Universidad Autónoma de Madrid.  
<sup>3</sup> Museo del Prado  
<sup>4</sup> Daresbury Laboratory, Warrington, UK.
- The Visigotic Torredonjimeno Tresaure: A PIXE study.** 12  
A. Perea<sup>1</sup>, A. Climent-Font<sup>2,3</sup>, M. Fernández-Jiménez<sup>3,4</sup>, O. Enguita<sup>3</sup>, P. C. Gutiérrez<sup>3</sup>, S. Calusi<sup>3,5</sup>, A. Migliori<sup>3,5</sup>, I. Montero<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Dpto Prehistoria, Instituto de Historia, CSIC.  
<sup>2</sup> Dpto. Física Aplicada C-12. Universidad Autónoma Madrid.  
<sup>3</sup> Centro de Micro-Análisis de Materiales. Universidad Autónoma Madrid.  
<sup>4</sup> Parque Científico de Madrid. Campus de Cantoblanco  
<sup>5</sup> Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze. Italy
- Un proyecto para la puesta en valor del fondo antiguo de química de bibliotecas del CSIC y de la Comunidad de Madrid.** 13  
J. Pérez Pariente, M. López Pérez  
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC.
- Análisis de los revestimientos y pinturas del Estanque del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla** 14  
A. Durán, M<sup>a</sup>.D. Robador, P. Gimena, J.L.Pérez-Rodríguez, M<sup>a</sup>.C. Jiménez de Haro, Á. Justo  
Instituto de Ciencia de los Materiales de Sevilla.CSIC
- Estudio de la interacción del pigmento alizarina con albúmina de huevo, empleada en pinturas al temple, mediante espectroscopía Raman intensificada por superficies (SERS)** 15  
M. V. Cañamares, C. Domingo, J. V. Garcia-Ramos y S. Sanchez-Cortes  
Instituto de Estructura de la Materia. CSIC.

- Estudio de las policromías del Retablo Mayor de la Iglesia de la Asunción de Huércal Overa (Almería)** 16  
L.K. Herrera<sup>1</sup>, J. Bueno<sup>2</sup>, A. Justo<sup>1</sup>, A. Durán<sup>1</sup>, J.L. Pérez Rodríguez<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, CSIC  
<sup>2</sup> Predela, Conservación y Restauración de obras de arte, s.l.
- La técnica de pintura mural de Maestro Bolfgang y su discípulo Maestro de Mace en las iglesias de Eslovenia (S. XV)** 17  
A. Kriznar<sup>2</sup>, A. Ruiz-Conde<sup>1</sup>, J. Höfler<sup>2</sup>, P.J. Sánchez-Soto<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Centro Mixto CSIC –US  
<sup>2</sup> Departamento de Historia del Arte, Facultad de Filosofía, Universidad de Ljubljana, Eslovenia.
- El Arco-Cárcel de Lerma (Burgos): Evolución funcional y su relación con la presencia de pátinas.** 18  
C. Vázquez-Calvo, M. Álvarez de Buergo, R. Fort  
Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM). (RTPHC-CSIC)
- La Piedra de Godella, un material pétreo utilizado en el patrimonio Arquitectónico de la Comunidad Valenciana.** 19  
G. Algozzini<sup>1,2</sup>, D. Benavente<sup>1,2</sup>, A. Bernabéu<sup>1,2</sup>, J.C. Cañaveras<sup>1,2</sup>, R. Fort<sup>1,3</sup>, M.A. García del Cura<sup>1,3</sup>, J. Martínez-Martínez<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante.  
<sup>2</sup> Dep.Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. U. A.  
<sup>3</sup> Inst. Geología Económica. CSIC-UCM
- Estudio comparado de ofitas y granitos para su adecuación a su uso como adoquines.** 20  
M.A. García del Cura<sup>1,2</sup>, A. Bernabéu<sup>1,3</sup>, D. Benavente<sup>1,3</sup>, M.A. Rodríguez<sup>3</sup>, J.C. Cañaveras<sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup> Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante.  
<sup>2</sup> Instº Geología Económica. CSIC-UCM  
<sup>3</sup> Dep.Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.U.A.
- Formación de taumasita en geles CSH exentos de aluminio.** 21  
L. N. Trusilewicz, S. Martínez-Ramírez, M.T. Blanco Varela  
<sup>1</sup> Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante.  
<sup>2</sup> Instº Geología Económica. CSIC-UCM  
<sup>3</sup> Dep.Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.U.A.
- Estudio de superficies de vidrios históricos con diferente grado de meteorización mediante microscopía de fuerza atómica.** 22  
N. Carmona<sup>1</sup>, E. Herrero<sup>1</sup>, M.L. Walczak<sup>1</sup>, J.M. Rincón<sup>2</sup>, M.A. Villegas<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC.  
<sup>2</sup> Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC
- El vidrio esmaltado en la región Valenciana. Estudio de una pieza “Façon de Venise” de Morella.** 23  
S. Murcia-Mascarós<sup>1</sup>, C. Roldan<sup>1</sup>, C. Falomir<sup>2</sup>, R. Ibáñez<sup>1</sup>, F. Sapiña<sup>1</sup>, E. Martínez-Tamayo<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad de Valencia  
<sup>2</sup> Museu de la Ciutat Casa de Polo. Vila-real (Castellón)

**Estudio y caracterización de algunos vidrios empleados en la villa romana de Carranque. 24**

F. Capel<sup>1</sup>, A. Caballero<sup>1</sup>, J.G. Guinea<sup>2</sup>, F.J. Valle<sup>1</sup>, E. Domínguez<sup>3</sup>, C. Fernández<sup>3</sup>, V. García<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de cerámica y Vidrio. CSIC. Kelsen, 5. 20049. Madrid

<sup>2</sup> Museo de Ciencias Naturales. CSIC. C. José Gutiérrez Abascal, 28006 Madrid

<sup>3</sup> Parque Arqueológico de Carranque. Carranque. Toledo

**Estudio comparativo de vidrios históricos mediante técnicas analíticas convencionales y no convencionales. 25**

N. Carmona<sup>1</sup>, I. Ortega<sup>2</sup>, B. Gómez-Tubío<sup>2</sup>, M. Walczak<sup>1</sup>, M.A. Villegas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Aceleradores. Sevilla.

**Arqueometría y figurillas cerámicas mayas. Estudio de un conjunto de piezas de la ciudad de Calakmul (Campeche, México) 26**

M. García-Heras<sup>1-2</sup>, J. Reyes Trujeque<sup>3</sup>, A. Ruiz Conde<sup>4</sup>, P.J. Sánchez Soto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CENIM-CSIC.

<sup>2</sup> Instituto de Historia, IH-CSIC.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Campeche. México.

<sup>4</sup> Instituto de Ciencia de Materiales, Centro Mixto CSIC-Universidad de Sevilla

**Reproducción de las pastas magnéticas de los pavimentos de porcelana de La Casita del Labrador (Aranjuez) 27**

C. López, P. Recio, S. De Aza, C. Pascual, F.J. Valle.

Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC.

## LA PORCELANA DE B. SUREDA EN LA FÁBRICA DEL BUEN RETIRO.

S. de Aza, F. J. Valle, E. Criado, A. H. De Aza, R. Martínez, P. Recio, C. Pascual

*Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Canto Blanco, c/Kelsen 5. 28049 Madrid*

El trabajo recoge los resultados de dos proyectos multidisciplinares, financiados por la Comunidad de Madrid, tratando de incidir en el conocimiento de las condiciones técnicas, económicas y sociales en que se desarrolló la vida de la Real Fabrica de Porcelanas de El Buen Retiro, creada a instancias de Carlos III en 1759 y que tras notables modificaciones técnicas y organizativas, lograría en su última época (1803-1808) y bajo la dirección de Bartolomé Sureda, producir en España la tan apreciada *porcelana dura*.

Se presentan aquí los resultados del estudio físico-químico, mineralógico y microestructural realizado sobre una serie de piezas, clasificadas como fragmentos de vajilla y baldosas, encontradas en la excavación del Huerto del Francés (Parque de EL Buen Retiro de Madrid, 1997) donde estuvo localizada la Fábrica, y otra serie de fragmentos del embaldosado de la Casita del Labrador de Aranjuez.

Los análisis mediante fluorescencia de rayos X, microscopía electrónica de barrido, y difracción de rayos X confirman que la composición la porcelana, en las dos series de muestras, esta formada por  *$\alpha$ -cuarzo*,  *$\alpha$ -cristobalita*, *protoenstatita* y *una apreciable cantidad de fase vítrea*. La formulación de la porcelana, con un contenido apreciable de MgO, en el sistema sílice – forsterita – leucita justifica el *amplio margen de cocción* y la elevada estabilidad dimensional de la pasta durante su fabricación.

Las muestras presentan en su cara externa un vidriado, cuya composición, exenta de plomo, es prácticamente la de un *feldespato*, modificado con una muy pequeña adición de la pasta de porcelana o carbonato cálcico. Sobre dicha cubierta, en el caso de los pavimentos, se aplicaba el color, formado por finas *partículas de pigmento* dispersas en una *frita de PbO*. Con tan sólo tres pigmentos, *negro de manganeso*, *púrpura de Cassius* y *amarillo de Nápoles*, se conseguían los 47 colores y tonos de las piezas.

La composición de la pasta, formulada con *sepiolita* como materia prima, es el elemento diferenciador, de la *porcelana de Sureda*, de otras porcelanas europeas con MgO. Frente a éstas, con un alto contenido en plomo, y por lo tanto porcelanas tiernas, la porcelana de El Buen

Retiro de la última época (1803-1808) es una porcelana de *pasta dura*, bizcochada entre 900 y 1100°C, sobre la que se aplicaba un *vidriado feldespático* que se trataba a *gran fuego*, a temperaturas del orden de 1250 a 1300°C, y que finalmente era decorada *sobrecubierta* con un *esmalte de PbO* que se consolidaba a baja temperatura (~800 °C).

Actualmente los estudios sobre la porcelana de El Buen Retiro continúan, tratando de establecer la evolución de sus composiciones desde su fundación en Capodimonte (Nápoles) y traslado a Madrid. En dicho contexto se colabora actualmente con el Instituto de Ciencia y Tecnología Cerámica (ISTEC) del CNR de Faenza (Italia).

#### *Agradecimientos*

*Los trabajos se han realizado dentro de los Proyectos nºs 06/0104/99 y 06/0112/02 de la Dirección General de Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. Los autores agradecen la colaboración prestada por el equipo interdisciplinar integrado por investigadores del Museo Arqueológico Nacional, Dirección General del Patrimonio Histórico Artístico Cultural de la CAM, Escuela Madrileña de Cerámica de la Moncloa, Museo Municipal de Madrid, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja e Instituto Geológico Minero de España.*

**saza@icv.csic.es**

## **LA ARQUEOMETRÍA CERÁMICA COMO SOPORTE DE LA INVESTIGACIÓN DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO NACIONAL**

**C. Mañueco**

*Conservadora del Museo Arqueológico Nacional. 28006 Madrid*

El trabajo prolongado con las colecciones cerámicas de los siglos XVI a XIX conservadas en el Museo Arqueológico Nacional ha permitido experimentar diferentes técnicas de trabajo a la hora de estudiar e investigar este tipo de obras. El proceso abarca distintos pasos -estudios de la pasta, tipología, iconografía, técnicas de decoración y policromía- que van ayudando, poco a poco, a adentrarse en el conocimiento de las piezas.

Después de haber estudiado varios centenares de objetos de loza y porcelana, la experiencia ha demostrado que, por diferentes circunstancias: ausencia de fuentes documentales, semejanza en iconografías y decoraciones etc, el conocimiento y la clasificación correcta de un porcentaje elevado de ese sector del Patrimonio Histórico Artístico resultaría más completo si se pudiera contar con estudios arqueométricos que permitan completar la información sobre las materias primas empleadas en su fabricación y las técnicas productivas y decorativas empleadas en su elaboración.

Algunos ejemplos recientes con obras de diferentes períodos históricos servirán para explicar e ilustrar la conveniencia de la arqueometría en este tipo de estudio.





## **EL PROCESO DE RECUPERACIÓN HISTÓRICA DEL PALACIO REAL DE ARANJUEZ**

**José Luis Valverde Merino**

*Conservador. Patrimonio Nacional.*

El Real Sitio de Aranjuez se asienta sobre una fértil vega bañada por los ríos Tajo y Jarama. Es propiedad real desde el período de los Reyes Católicos, aunque fue con Felipe II cuando se emprendió la construcción de una auténtica residencia palaciega rodeada de jardines. Desde entonces y hasta el último tercio del siglo XIX el Palacio fue elegido como lugar de esparcimiento y morada de los reyes en las Jornadas de primavera. Aprovechando parte del edificio de Felipe II, Felipe V y Fernando VI impulsaron la construcción de un palacio de grandes dimensiones, acorde con la dignidad del rey y sus necesidades. Su arquitectura integra de forma armónica el palacio renacentista de Juan Bautista de Toledo con las ampliaciones de Caro Idrogo, Bonavia y más tarde Sabatini, que construye las dos alas laterales.

La imagen interior del palacio se debe principalmente a la reforma promovida en torno a 1850 por Isabel II y su esposo Francisco de Asís, que modificaron el aspecto y función de bastantes salas, siguiendo los gustos de la época romántica. Su huella se reconoce sobre todo en los aposentos privados de los reyes, revestidos de decoraciones historicistas y eclécticas en busca de un mayor confort. Junto a ellos se mantienen vestigios y conjuntos singulares de estilo rococó y neoclásico que apenas sufrieron cambios, como el Comedor de Gala, el Gabinete de Porcelana, la Sala de Espejos o el Oratorio de Carlos IV.

Los ambientes isabelinos se fueron desvirtuando progresivamente en el siglo XX, desde que el Palacio abriera las puertas como museo en el reinado de Alfonso XIII, y de forma más radical en los años sesenta. La decoración pictórica, mobiliario y guarniciones de las salas se ajustaron más a criterios estéticos que históricos, por lo que cada vez se fue haciendo más necesaria una revisión en profundidad del Palacio, entendido como residencia histórica.

La recuperación del Palacio Real de Aranjuez es la última gran campaña de rehabilitación integral dirigida por Patrimonio Nacional en la década de 1994 hasta 2004. A lo largo de tres fases se han restaurado un total de 30 salas y 1.355 obras de arte, que han supuesto una inversión de más de nueve millones de euros. Las obras han comprendido los salones nobles del cuadrado central del Palacio, las cubiertas y el acondicionamiento del ala meridional como área museística de acogida y atención al público.

La rehabilitación de los ambientes palaciegos ha exigido un trabajo previo de investigación apoyada en los inventarios reales, documentos de obras, bibliografía de la época e imágenes fotográficas que corroboraban los datos aparecidos en los inventarios. El estudio se ha centrado en la época de la gran reforma decimonónica de Isabel II, cuya imagen predomina por ser la última soberana en residir en el Palacio durante largo tiempo. No obstante se ha intentado revalorizar la presencia material de otras épocas, rescatando del olvido la huella del primitivo palacio de Felipe II –con la recuperación de la bóveda de la antigua Capilla en la Torre del Reloj-, y las intervenciones barrocas de los reyes de la dinastía Habsburgo. El hallazgo en 2002 de los frescos y estucos del Despacho de Carlos II ha permitido recuperar un sector del primitivo palacio, con los programas decorativos que originalmente lucieron en una época totalmente distinta, en contraste con el resto.

Uno de los grandes atractivos que actualmente ofrece el Palacio es precisamente el de mostrar la trayectoria histórica de una residencia real que fue habitada sin interrupción durante cuatro siglos. También ha sido una fuente de controversia no siempre fácil de resolver, sobre todo cuando se trataba de la conservación de vestigios murarios, papeles pintados y colgaduras textiles, de distintas épocas y estilos. Los criterios de juicio en la toma de decisiones han sido siempre el peso histórico y el interés artístico, analizados pormenorizadamente para cada sala y en su conjunto.

Con gran fortuna se han podido localizar un porcentaje muy alto de las obras citadas por los inventarios, que en su mayoría siguen perteneciendo a las colecciones de Patrimonio Nacional. Se ha hecho un gran esfuerzo de reagrupación de pinturas y objetos que se encontraban desperdigados por otras sedes, siempre y cuando no afectaran a otras decoraciones igualmente históricas. La restauración de tal cantidad de piezas ha exigido la concurrencia de especialistas de plantilla y externos a través de empresas. Cada intervención se acompaña de un estudio pormenorizado de las características materiales, técnicas e históricas de la pieza, documentándose todos los pasos del proceso, que en ocasiones precisa de análisis científicos de soportes y materiales.

Conscientes de su valor como residencia histórica más allá de su condición de museo, se han instalado las obras en el mismo orden de colocación original, respetando la imagen que cada espacio tuvo en el siglo XIX, sin olvidar las aportaciones de épocas pasadas. Pese a la inevitable “invasión” de elementos museísticos –moquetas de paso, cordones, cartelas, pantallas de metacrilato-, el visitante recibe una impresión bastante completa, fiel y cercana de la morada de aquellos que rigieron los destinos de España durante los siglos XVI a XIX. Y percibe al mismo tiempo la singularidad de un Palacio creado tan en conexión con la naturaleza y los jardines que le rodean.

**jluis.valverde@patrimoniomnacional.es**

## **Científicos dedicados al Patrimonio. Datos para una reflexión.**

**Marisa Gómez, Marián del Egidio**

*Instituto del Patrimonio Histórico Español. c/ Greco, 4 (Ciudad Universitaria)  
28040 Madrid*

La formación académica y el perfil profesional de los conservadores científicos es motivo de debate y preocupación en la mayor parte de los países de nuestro entorno. Nuestro trabajo se centra en las posibilidades actuales y futuras del desarrollo profesional de las ciencias experimentales en la conservación y restauración de los Bienes Culturales a través de un estudio comparativo de la situación. Así podremos enjuiciar el lugar que ocupa España y reflexionar sobre la forma de aprovechar mejor los recursos humanos y económicos para propiciar su expansión.

La especialización científica en el ámbito del patrimonio no es una disciplina consolidada y hasta ahora su papel ha sido insuficientemente conocido y valorado. En la España actual no hay especialidades universitarias en licenciaturas científicas relacionadas con la conservación del patrimonio, a pesar de que todas ellas tienen importante vertientes de aplicación en este campo. Además, no hay establecida una clara relación entre los centros de investigación y los centros de conservación y restauración más allá de convenios de colaboración establecidos por impulso propio de cada centro.

El resultado es que investigadores que adquieren alta especialización científica tienen dificultades para trabajar habitualmente con bienes culturales y profesionales de gran experiencia en ciencia aplicada a patrimonio no encuentra posibilidades ni reconocimiento para la investigación. Sólo si coordinamos nuestro trabajo podremos aprovechar conjuntamente la infraestructura de investigación del Consejo y la Universidad y la dedicación y acceso a las obras de las Instituciones encargadas del Patrimonio. La actual coyuntura de desarrollo de la tecnología hace necesario un mayor protagonismo de las Ciencias Experimentales que contribuya a mejorar la metodología de gestión y conservación de los Bienes Culturales. En un ámbito tan amplio, los recursos humanos empleados guardan una clara desventaja en relación con las peticiones formuladas por otros especialistas, la diversidad de objetos y materiales a

Para profundizar sobre las posibles vías de solución a esta situación enquistada, se analizan programas diseñados para mejorar la investigación de ciencias experimentales para la



## **Castillo de La Palma (Mugardos, A Coruña): Trabajos arqueológicos para un proyecto de puesta en valor.**

**Rebeca Blanco Rotea<sup>1</sup>, Sonia García Rodríguez<sup>2</sup>**

*1 Laboratorio de Arqueoloxía da Paisaxe, IEGPS (CSIC-Xunta)*

*2 Laboratorio de Patrimonio, Paleoambiente e Paisaxe, IIT (USC) (UA CSIC)*

A través de este póster, se presentan los trabajos desarrollados por un equipo del Laboratorio de Arqueoloxía da Paisaxe (en adelante LAr) del IEGPS (CSIC-Xunta) y del Laboratorio de Patrimonio, Paleoambiente e Paisaxe (en adelante LPPP), IIT (USC) (UA CSIC), en el marco de la elaboración del proyecto arquitectónico para la rehabilitación del Castillo de la Palma (Mugardos, A Coruña) como Hotel-Spa. La propiedad del castillo había sido adquirida recientemente por la sociedad Castillo de la Palma Mugardos S.A. y el proyecto arquitectónico estaba siendo ejecutado por los arquitectos R. Garrigues y Asociados S.L.

Con motivo de la elaboración de este proyecto, se llevaron a cabo una serie de estudios previos encaminados a alcanzar un conocimiento exhaustivo del edificio con anterioridad a su intervención, así como a establecer la viabilidad del anteproyecto presentado y enriquecer el proyecto que se estaba gestando, que debía tener en cuenta los resultados de estos trabajos. Estos estudios eran los siguientes: estudio histórico-artístico del edificio (elaborado por la historiadora Margarita Sánchez), estudios arqueológicos previos (por el LAr y el LPPP), estudio previo del estado de conservación de las fábricas (por el arquitecto técnico José Luis Pardo), elaboración de sondeos geotécnicos (por Agbar Certificación, S.L.), elaboración de sondeos mecánicos (por C&C Construcción, Rehabilitación, Conservación S.L.) en aquellas zonas que podrían estar afectadas por las instalaciones del hotel proyectado, así como otros trabajos derivados directamente del proyecto arquitectónico, como el estudio paisajístico del entorno, el análisis de zonas ajardinadas o el estudio de tipos de materiales y sus acabados, entre otros.

El estudio arqueológico se había orientado inicialmente al análisis sólo de aquellas zonas del edificio que estarían directamente afectadas por el proyecto de intervención. Pero desde el LAr y el LPPP se consideraba que era necesario alcanzar un conocimiento exhaustivo de la totalidad del edificio, de las estructuras que se emplazaban en su entorno y que con el castillo formaban un único complejo arquitectónico, así como interrelacionar el castillo con la fortificación defensiva de la ría de Ferrol, ya que todas sus arquitecturas formaban un único sistema, y no se

podía explicar el castillo ni su evolución constructiva, sin tener en cuenta su papel dentro de este sistema defensivo.

Así, los trabajos se efectuaron en dos fases, una primera fase de estudios iniciales, en la que se llevó a cabo una primera aproximación al edificio y se plantearon las intervenciones que era necesario realizar desde el punto de vista arqueológico para el desarrollo del proyecto, y una segunda fase en la que se llevan a cabo estas intervenciones. El póster se refiere a esta segunda fase, y en él se exponen los resultados de los trabajos allí realizados.

Además de otras actuaciones, como el control arqueológico de los sondeos geotécnicos y mecánicos o de la limpieza de algunas partes del edificio, el grueso de la intervención arqueológica se centraba en la lectura de alzados del edificio, la realización de cinco sondeos manuales, el análisis de la planimetría histórica, el estudio de las edificaciones anejas al castillo y el estudio del castillo dentro del sistema fortificado de la ría de Ferrol, y, en relación con este último punto, el cálculo teórico de la cuenca visual del castillo. Todos ellos estaban encaminados a recuperar la secuencia constructiva del castillo, a través tanto del análisis de los restos materiales conservados en el mismo como de la documentación histórica (escrita y gráfica). En este sentido, era muy importante la constante coordinación entre estos trabajos y el análisis histórico del edificio, efectuado por M. Sánchez.

Se determinaron cinco grandes etapas constructivas: el castillo de finales del s. XVI, el castillo del s. XVIII, el castillo de la 2ª ½ del s. XIX y el castillo del s. XX. A estas dos últimas fases correspondían la configuración actual del inmueble.

Quizás lo más interesante de esta intervención, fue la buena coordinación entre todos los equipos de trabajo, que, en todo momento, tenían clara la prioridad de la conservación del inmueble y sus características constructivo-funcionales sobre el propio proyecto hotelero. En todo momento, los resultados se tuvieron en cuenta en el desarrollo del mismo y fueron incluidos en el proyecto arquitectónico.

La riqueza de los resultados obtenidos, ha permitido además plantear un nuevo proyecto de futuro, compatibilizando el uso hotelero con la puesta en valor del castillo y su entorno. Actualmente, a la espera de la aprobación del mismo por las administraciones competentes, se está comenzando a elaborar un plan para la puesta en valor del inmueble, con el desarrollo de una serie de programas paralelos como: la elaboración de un programa museográfico (se reserva un ala del castillo para este fin) o de un programa para su difusión y divulgación, dentro del cual está planteado realizar un plan de publicaciones de distinta entidad.

**phrebeca@usc.es**

## **RECOPAR**

### **La nueva red de conservación del patrimonio arquitectónico.**

**Juan Monjo, Rosa Bustamante**

*ETS de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Juan de Herrera 4 (Ciudad Universitaria) 28040 Madrid.*

La red temática RECOPAR nació como soporte al funcionamiento del subcomité Nº 8 “Conservación, restauración y rehabilitación de edificios”, del CTN 41 de AENOR, que desde 2001 viene trabajando en la redacción de documentos técnicos y de futuras normas técnicas, de apoyo a los profesionales que trabajan en este campo.

Como consecuencia, uno de sus principales objetivos es el de apoyar las investigaciones, tanto históricas, como sobre materiales, sistemas constructivos, intervenciones, así como el seguimiento y evaluación de las mismas, como trabajo prenормativo necesario que facilita la redacción de normas técnicas.

Asimismo, la red RECOPAR se centra en la visión global de los problemas que afectan al patrimonio edificado, partiendo de la consideración del conjunto para descender posteriormente al tratamiento de los problemas concretos. Por otra parte, a través de su página web, pretende ofrecer un soporte técnico de difusión del conocimiento, por su inmediatez y por el uso de la imagen en los contenidos técnicos y científicos.

En este sentido, RECOPAR ofrece su colaboración a otras redes de patrimonio existentes y concretamente propone su página web como instrumento de difusión de las actividades y conocimientos de la Red Temática de Patrimonio Histórico del CSIC.

**restauración@aq.upm.es**





## **Limpieza láser de costra negra sobre superficies pétreas: amarilleamiento y estrategias de limpieza.**

**M. Ouja<sup>1</sup>, E. Rebollar<sup>1</sup>, S. Gaspard<sup>1</sup>, C. Domingo<sup>2</sup>, P. P. Pérez<sup>3</sup>, A. Laborde<sup>3</sup>  
P. Pouli<sup>4</sup>, G. Totou<sup>4</sup>, V. Zafiropoulos<sup>4</sup>, C. Fotakis<sup>4</sup>, M. Castillejo<sup>1</sup>**

*1 Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC. Serrano 119, 28006 Madrid*

*2 Instituto de Estructura de la Materia, CSIC. Serrano, 123, 28006 Madrid*

*3 Instituto del Patrimonio Histórico Español. El Greco 4, 28040 Madrid*

*4 Institute of Electronic Structure and Lasers (IESL), Foundation for Research and Technology-Hellas (FORTH. PoBox 1527, Heraklion, Crete, 71110, Greece.*

La aplicación de radiación láser en el infrarrojo (1064 nm) para la limpieza y eliminación de las costras negras sobre superficies pétreas debidas a la contaminación atmosférica está limitada en muchos casos por efectos de descoloración o amarilleamiento. La investigación y eventual eliminación de estos efectos es crucial para la aplicación de metodologías de limpieza láser. Los mecanismos propuestos incluyen: a) preexistencia de pátinas, b) migración hacia el sustrato de una fracción polar amarilla presente en la costra, c) dispersión de la luz en los huecos formados en la piedra por vaporización selectiva de partículas carbonáceas de la costra, y d) presencia de esferas ricas en hierro (100-200 nm) proveniente de la transformación de hematita. Para evitar o rectificar el efecto de amarilleamiento se han propuesto varias metodologías. Las más prometedoras se basan en la combinación de dos longitudes de onda de un láser de Nd:YAG (Q-switched), en el infrarrojo (IR) a 1064 nm y en el ultravioleta (UV) a 355 nm, con solapamiento temporal y espacial (irradiación simultánea) o en condiciones de irradiación secuencial.

Para evaluar la validez de estas dos metodologías de limpieza láser, se presenta en este trabajo un estudio comparativo realizado sobre dos tipos de muestras de diferentes sustratos y costras. El primer tipo consiste en una piedra caliza de Hontoria con costra dendrítica gruesa (Museo de Burgos) y el segundo tipo es un mármol Pentélico con costra fina y homogénea. Los métodos analíticos utilizados para caracterizar los efectos inducidos por la radiación láser incluyen colorimetría, espectroscopía micro-Raman confocal y FT-Raman, y SEM/EDAX.

Los resultados obtenidos indican que la limpieza láser de sustratos con costra negra, basada en la utilización combinada de las radiaciones IR y UV, produce resultados satisfactorios libres de descoloración de la superficie pétrea. Además dichos resultados proporcionan el marco adecuado para el estudio de los distintos mecanismos que contribuyen a dicho efecto.



## **Estudio de la eliminación de la corrosión producida en láminas de Cu expuestas a distintas atmósferas mediante técnicas láser.**

**M. Jadraque<sup>1</sup>, M. Martín<sup>1</sup>, E. Cano<sup>2</sup>, J.M. Bastidas<sup>2</sup>, L. Bartoli<sup>3</sup>, S. Siano<sup>3</sup>, R. Salimbeni<sup>3</sup>**

*1 Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC. Serrano 119, 28006 Madrid, España*

*2 Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC. Avda. Gregorio del Amo 8, 28040 Madrid, España*

*3 Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara", CNR. Via Madonna del Piano 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italia*

Los ácidos orgánicos, fundamentalmente el acético y el fórmico, son unos de los principales contaminantes en interiores y, por tanto, un importante agente de degradación de las obras metálicas del Patrimonio no expuestas a la intemperie. En interiores de museos y exposiciones, especialmente en vitrinas y recipientes cerrados, se han metido valores de hasta partes por millón (ppm) de dichos ácidos [1]. Se ha demostrado que los vapores de dichos ácidos pueden provocar corrosión del cobre incluso a humedades relativas bajas [2, 3]

La utilización de láseres para la eliminación de contaminantes superficiales en diversos tipos de sustratos es un campo que se ha desarrollado de forma espectacular en los últimos años. La limpieza láser es eficaz en una gran variedad de materiales como madera, cuero, vidrio, etc... Es de gran interés caracterizar los efectos de la interacción láser con los distintos materiales para la optimización de la limpieza láser. Los efectos producidos dependen de la naturaleza del material y de las condiciones de irradiación, tales como la longitud de onda del láser, la duración del pulso y la fluencia. Investigaciones previas han demostrado que, para la limpieza de superficies metálicas, el uso de láseres permite una limpieza precisa y controlada, siendo posible eliminar la capa de suciedad sin dañar el sustrato [4-7]

Se han estudiado dos muestras de cobre de 1.00 mm de espesor. La primera de ellas, ha sido expuesta a 300 ppm de ácido acético y 80% de humedad relativa durante 21 días para tratar de simular de manera acelerada la corrosión en interiores. La segunda de ellas ha sido expuesta durante 8 años a la atmósfera exterior de Madrid. Las muestras han sido caracterizadas por XRD, SEM-EDX y XPS. Ambas muestras presentan una pátina estratificada, con cuprita (Cu<sub>2</sub>O) en la capa más interna de la pátina, y sobre ella una capa de acetatos de cobre en la muestra 1 y distintos sulfatos en la muestra 2.

Los ensayos de limpieza se realizaron con distintos sistemas láser: Excimer Laser Lambda Physics KrF = 248 nm (Duración del pulso 25 ns, Frecuencia 1 Hz), Excimer Laser Lambda Physics XeF = 351 nm (Duración del pulso 25 ns, Frecuencia 1 Hz), Q-switch Nd:YAG = 1064 nm (Duración del pulso 70 ns, Frecuencia 5 Hz) y Quanta Physics “Raffaello” Nd:YAG = 532 nm, 266 nm (Duración del pulso 8 ns, Frecuencia 20 Hz), utilizándose para la confirmación de la misma un microscopio óptico (Microscope Nikon Eclipse L150). Los mejores resultados se obtuvieron al irradiar la primera muestra con el láser de KrF a  $\lambda = 248$  nm, siendo la fluencia recomendada de 1.9 J·cm<sup>-2</sup>. Sin embargo para la segunda muestra los mejores resultados se obtuvieron a  $\lambda = 248$  y 266 nm, siendo las fluencias recomendadas 1.9 J·cm<sup>-2</sup> y 0.4 J·cm<sup>-2</sup>, respectivamente.

#### Referencias

- [1] “Corrosion of copper and lead by formaldehyde, formic and acetic acid vapours” J. Tetreault, E. Cano, M. van Bommel et al. *Studies in Conservation* 48(4), (2003), 237-250
- [2] “Study of the effect of acetic acid vapor on copper corrosion at 40% and 80% relative humidity” E. Cano, J. M. Bastidas, J. L. Polo y N. Mora. *J. Electrochem. Soc.*, 148 (2001) B431-B437.
- [3] “An XPS study of copper corrosion originated by formic acid vapour at 40% and 80% relative humidity” E. Cano, C. L. Torres y J. M. Bastidas. *Mater. Corros.*, 52 (2001) 667-676.
- [4] “Laser cleaning” B. Luk’yanchuk (Ed), World Scientific, Singapore (2002)
- [5] “Laser clearing in Conservation” M. Cooper (Ed), Butterworth Heinemann, Oxford (1998)
- [6] “Laser cleaning methodology for preservation of the Porta del Paradiso by Lorenzo Ghiberti” S. Siano, R. Salimbeni, R. Pini et al. *J. Cultural Heritage* 4 (2003) 140s-146s
- [7] “A variable pulse width Nd:YAG laser for conservation” R. Salimbeni, R. Pini, S. Siano. *J. Cultural Heritage* 4 (2003) 72s-76s

**m.jadraque@iqfr.csic.es**

## Microanálisis de película cinematográfica mediante espectroscopía de ruptura inducida por láser.

C. Abrusci<sup>1</sup>, S. Gaspard<sup>2</sup>, M. Oujja<sup>2</sup>, E. Rebollar<sup>2</sup>, A. del Amo<sup>3</sup>, F. Catalina<sup>4</sup>,  
M. Castillejo<sup>2</sup>

*1 Departamento de Microbiología III, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 2, 28040 Madrid*

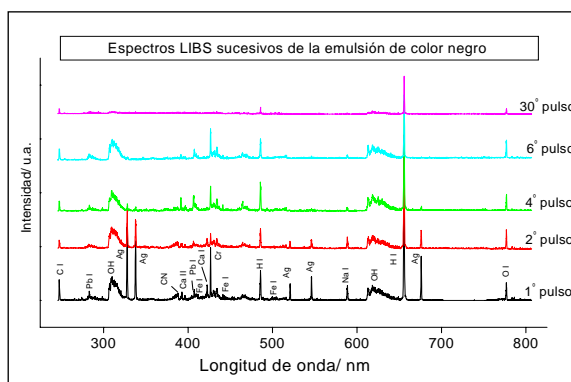
*2 Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC, Serrano 119, 28006 Madrid*

*3 Filmoteca Española, Instituto de la Cinematografía y de las Artes Audiovisuales, Magdalena 10, 28012-Madrid.*

*4 Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC, Juan de la Cierva 3, 28006 Madrid*

Las películas cinematográficas almacenadas en archivos constituyen una parte importante del Patrimonio Cultural y la caracterización de sus materiales constitutivos es esencial para definir condiciones adecuadas de conservación. Una película cinematográfica es un sistema complejo que consiste en una capa de emulsión fotográfica (15-20  $\mu\text{m}$ ) recubriendo un soporte polimérico (100  $\mu\text{m}$ ). Sobre la emulsión y con fines de protección se aplica una capa superficial transparente de gelatina reticulada (1  $\mu\text{m}$ ).

La aplicación de técnicas láser en objetos del patrimonio fotográfico o cinematográfico es escasa. En este trabajo, la técnica LIBS (laser-induced breakdown spectroscopy) se utiliza para caracterizar la composición de los materiales de películas en blanco y negro basadas en emulsiones fotográficas de gelatina y plata. Los espectros LIBS (ejemplo en la figura) de muestras y de gelatinas de referencia (de diferentes grados de resistencia de gel o valor Bloom y diferentes grados de reticulación), fueron obtenidos en vacío por excitación a 266 nm con láser de Nd:YAG (Q-switched).



El análisis estratigráfico obtenido al irradiar con pulsos sucesivos en el mismo punto de la muestra suministra la composición elemental de la gelatina utilizada en la capa protectora superior y en la emulsión subyacente. Las líneas de plata (Ag), de las sales de la emulsión sensibles a la luz, vienen acompañadas en el espectro por las líneas de Fe y Pb, cuya presencia

es debida a la composición de los agentes de revelado (por ejemplo oxalato ferratos), y de Cr que se incluye en la composición de los agentes endurecedores.

Los resultados revelan la capacidad analítica de la técnica LIBS para el estudio y clasificación de diversos tipos y calidades de gelatina de la capa de protección y de la emulsión fotográfica. Además, el análisis por LIBS permite extraer información revelante sobre los productos químicos empleados como agentes de revelado y endurecedores de las películas.

**sgaspard@iqfr.csic.es, marta.castillejo@iqfr.csic.es**

## **Estudio de biodegradación de emulsiones fotográficas por bacterias. Valoración de CO<sub>2</sub> por medidas de impedancia.**

**C. Abrusci<sup>1</sup>, D. Marquina<sup>1</sup>, A. Santos<sup>1</sup>, A. Del Amo<sup>2</sup>, F. Catalina<sup>3</sup>**

*1 Departamento de Microbiología III, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Novais 2, 28040-Madrid*

*2 Filmoteca Española, Instituto de la Cinematografía y de las Artes Audiovisuales, Magdalena 10, 28012-Madrid.*

*3 Departamento de Fotoquímica, Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC, C/Juan de la Cierva 3, 28006-Madrid*

El Patrimonio Cinematográfico por su naturaleza requiere condiciones adecuadas de conservación (1). Las variables de conservación, temperatura y humedad, han sido muy estudiadas tanto en películas de nitrato de celulosa (“celuloide”) como en las de triacetato de celulosa (“síndrome del vinagre”). En cuanto al biodeterioro de las películas existía una laguna de conocimientos, a pesar de que se conoce que a humedades relativas superiores al 60% puede producirse la aparición de microorganismos en los materiales(2). Por ello, promovidos por Filmoteca española y patrocinados por los laboratorios Fotofilm-Deluxe se llevaron a cabo, en una primera fase, trabajos(3) de aislamiento e identificación de bacterias y hongos presentes en muestras de películas procedentes de archivos de Barcelona, Gran Canaria y Madrid, así como, estudios de su eficiencia de biodegradación sobre gelatinas en disolución(4). En esta segunda fase del trabajo se ha puesto a punto la técnica y la metodología necesaria para la valoración de CO<sub>2</sub> por medidas indirectas de impedancia, así como su aplicación al estudio de biodegradación de emulsiones cinematográficas. Los estudios de impedancia se emplean en microbiología tanto de forma directa como indirecta en muchas aplicaciones de la industria farmacéutica y de alimentación, sin embargo, no se había empleado dentro del campo del biodeterioro y biodegradación de materiales de interés en el patrimonio. A través del aumento de la impedancia con el tiempo de una disolución de KOH por captura del CO<sub>2</sub> producido por el metabolismo microbiano, se ha podido calcular la velocidad de biodegradación de la emulsión fotográfica para las bacterias gelatinasa positivas (*Staphylococcus hominis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. pichinotyi*, *B. pumilus*) presentes en los materiales.





## **Biodeterioro de las vestiduras pontificales del Arzobispo Rodrigo Ximénez de Rada (Siglo XIII).**

**L. Láiz<sup>1</sup>, A. Martínez<sup>2</sup>, P. Pastrana<sup>2</sup>, J.M. González, C. Saiz-Jimenez**

*1 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Avda. Reina Mercedes, 10, 41012 Sevilla*

*2 Centro de Restauración y Conservación de Bienes Culturales de la Junta de Castilla y León, Carretera 2, 47130 Simancas (Valladolid)*

Las calzas y cinturón forman parte del conjunto de vestiduras pontificales del arzobispo Rodrigo Ximénez de Rada, que habitualmente se encuentran en el Monasterio de Santa María de Huerta (Soria). Ambos están deteriorados por el crecimiento de microorganismos, aún cuando las piezas fueron anteriormente restauradas por el Departamento de Restauración de Tejidos en el Centro de Restauración de Obras de Arte, actualmente Instituto del Patrimonio Histórico Español, Madrid. Existe evidencia de un tratamiento de las calzas con una pulverización de la sal sódica del orto-fenil-fenilo al 1% en formol, método que actualmente se desaconseja para el tratamiento de tejidos. No se conoce el tratamiento aplicado al cinturón de cuero. En el monasterio no se tienen habilitadas estancias de almacenamiento con condiciones adecuadas para el mantenimiento de obras de arte, por lo que es posible que ésta sea una de las causas de la re-infección por microorganismos e insectos.

Se han muestreado exhaustivamente el cinturón de cuero, el cordón y las calzas. Estas muestras, cultivadas en el laboratorio en medios específicos para hongos y bacterias, permitieron el aislamiento y la caracterización de los microorganismos colonizadores. El empleo de técnicas moleculares permitió la identificación de la totalidad de la comunidad microbiana. Tanto las calzas como el cinturón están colonizados por cepas del hongo *Penicillium chrysogenum* (identificadas con un porcentaje de similitud de 99%). Estas cepas producen un pigmento amarillo en el medio de cultivo malta-agar. Además, en el cinturón se han identificado cepas bacterianas pertenecientes a los géneros *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Staphylococcus* y *Rahnella*. En las calzas se identificaron especies de *Bacillus*.

Las técnicas moleculares permitirán controlar la eficiencia de los tratamientos de limpieza y restauración posteriores.

**saiz@irnase.csic.es**



## **Determinación del color en materiales de construcción impregnados con un antigraffiti.**

**P.M. Carmona-Quiroga, S. Martínez-Ramírez, M I Sánchez de Rojas,  
M.T. Blanco-Varela**

*Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC. Serrano Galvache 4, 28033 Madrid*

El deterioro que provocan las pintadas en los materiales de construcción, ha conducido al desarrollo de tratamientos antigraffiti, que protegen sus superficies impidiendo la entrada de pintura en el sistema poroso, y facilitan su limpieza con los métodos tradicionalmente empleados: láser, agua a presión, disolventes..., mediante el control de las propiedades adhesivas de los polímeros.

Uno de los principales requisitos que debe satisfacer cualquier tratamiento protector de los materiales de construcción, es el de provocar las mínimas interferencias estéticas en las superficies de aplicación, y especialmente los de naturaleza antigraffiti diseñados para tal fin.

En cinco materiales: caliza, granito, mortero de cemento, mortero de cal y ladrillo hidrofugado en fábrica, se determinaron los cambios en los parámetros cromáticos  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $\Delta E^*$  (CIE-Lab, 1976), a los tres días de la impregnación con un antigraffiti fluoroalquilsiloxano.

El tratamiento oscurece (desciende  $L^*$ ) y amarillea ( $b^*$  aumenta) ligeramente las superficie de todos los materiales, con la excepción del mortero de cal, que es el sustrato que experimenta la menor variación total de color  $\Delta E^* = 1,16$ .

Las muestras protegidas fueron pintadas con tres esmaltes sintéticos en spray formulados a base de resinas alcídicas y posteriormente limpiadas de forma consecutiva, mediante peeling, disolvente químico, agua caliente y cepillado para evaluar la eficacia antigraffiti del tratamiento.

Tras la limpieza descende nuevamente la luminosidad y aumenta el valor de la coordenada  $b^*$  en todos los materiales. En el ladrillo donde se alcanzó el mayor grado de limpieza del material con  $\Delta E^*$  entre 2,37 y 2,94, el descenso de  $L^*$  es menor, mientras que las mayores variaciones de este parámetro medidas en las superficies de los morteros de cemento están relacionados con las variaciones total de color más elevadas ( $\Delta E^* = 13,42$  (negro)-19,08(rojo)).

La pintura más difícil de limpiar en todas las superficies tratadas fue la negra, menos en el mortero de cemento que fue el esmalte rojo.



## **Análisis por espectroscopía Raman intensificada por superficies de pigmentos empleados en el Patrimonio Histórico y Cultural.**

**Z. Jurasekova, J.V. García-Ramos, C. Domingo, S. Sánchez-Cortes**

*Instituto de Estructura de la Materia. CSIC. Serrano, 121. 28006 Madrid.*

Los pigmentos orgánicos se encuentran entre los componentes más importantes de las pinturas históricas y los textiles, y su color característico viene determinado por su naturaleza. La identificación de este tipo de pigmentos es una etapa necesaria en la conservación de obras de arte, pero todavía resulta problemática, ya que las sustancias colorantes generalmente están presentes en muy pequeña cantidad, mezcladas con un medio, y embebidas en una estructura laminar compleja, y, además, muy frecuentemente, los colores originales han sufrido una considerable decoloración.

La purpurina es un colorante de naturaleza antraquinónica que se encuentra en las raíces de la *Rubia tinctorum* L. Los pigmentos antraquinónicos se han empleado tradicionalmente en alimentación, en el teñido de telas y en tratamientos médicos.

La cuercetina es uno de los flavonoides más ampliamente distribuidos en la corteza de plantas y en la piel de las frutas. Además de presentar múltiples actividades biológicas, este tipo de sustancias se ha empleado tradicionalmente para preparar pigmentos artísticos.

Ambos pigmentos son muy fluorescentes, por lo que es necesario el empleo de la técnica SERS, ya que atenúa la gran emisión fluorescente de los pigmentos, permitiendo el análisis de muy pequeñas cantidades de los mismos. Por lo tanto, mediante la espectroscopía SERS, es posible analizar objetos artísticos in situ, con vistas a la caracterización de los materiales empleados, y de posibles alteraciones de los mismos.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del estudio mediante espectroscopía Raman intensificada por superficies (SERS) de varios pigmentos (purpurina, cuercetina y otros flavonoides). Dicho estudio se ha llevado a cabo empleando coloides de plata y de oro como soportes SERS, preparados mediante distintos procedimientos, así como diferentes longitudes

de onda de excitación (514,5, 785 y 1064 nm), diversas concentraciones de pigmentos y diferentes valores de pH.

*Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto FIS2004-00108), por la Comunidad de Madrid (proyecto GR/MAT/0439/2004) y por la Red Temática del Patrimonio Histórico y Cultural del CSIC. Z.J. agradece la concesión del contrato Marie Curie Early Stage Research Training (número MEST-CT-2004-513915) del 6º Programa Marco de la Comunidad Europea.*

**imtj001@iem.cfmac.csic.es**

## Synchrotron light in the study of pigments in the Velázquez palette. Preliminary results.

P. C. Gutiérrez<sup>1</sup>, A. Climent-Font<sup>1,2</sup>, C. Garrido<sup>3</sup>, E. Pantos<sup>4</sup>, A. Smith<sup>5</sup>,  
M. D. Ynsa<sup>1</sup>

*1 Centro de Microanálisis de Materiales. Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco E-28049 Madrid*

*2 Departamento de Física Aplicada C-XII, Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco E-28049 Madrid*

*3 Museo del Prado, Paseo del Prado s/n, E-28014 Madrid*

*4 Daresbury Laboratory, Keckwick Lane, Warrington WA4 4AD, UK.*

Paintings from Diego Rodríguez de Silva y Velázquez have been studied using the historic knowledge and documents about the author and his works [1]. A qualitative study of the major elements of the pigments on cross sectional paint layer samples has been made in the museum laboratory using standard XRF, complemented with whole radiographs [2]. This study gives the elemental composition of the overall layers.

These samples, exposing the different layers (see Fig. 1), are very convenient for studying pigments on each of the individual paint layers if an analytical probe with the adequate lateral dimensions is available. Typical size of these samples is around 500 to 1000 micrometers long by 200 to 500 micrometers wide. A Synchrotron Radiation (SR) with a beam size focused down to several micrometers is able of performing such study, exploiting some of the possible analytical techniques offered by SR such as X-Ray Fluorescence (XRF) or X-ray Absorption Spectroscopy (XAS).



*Fig. 1. Micro-sample 1166\_5: “Adoración de los magos” (white colour from the clothes surrounding the child).*

A set of paint layer samples from Velázquez paintings belonging to the Prado Museum have been selected in order to cover different periods of the artist's activity (first period in Seville, then Madrid, first trip to Italy and back to Madrid). Using the mentioned SR techniques we hope to be able to detect trace elements in the pigments that could characterize the provenance of the

materials used by the artist. A first attempt to characterize those samples using SR has been undertaken in collaboration with the SRS facility at Daresbury laboratories in UK. We report here on the preliminary results obtained using XRF-XAS with an incident X-ray beam of 50 micrometers diameter.

X-Ray Fluorescence (XRF) was used to determine the spatial distribution of the elements present in the energy range available at that station in Daresbury [4-14keV]. Iron (Fe) and lead (Pb) were identified as the main elements in the area scanned as well as some parasitic Ni arising from scatter from a mounting ring to position the sample. A 2D matrix of points was collected and XAS spectra were collected at four points. Each scan took 60 min; the spectra were acquired in fluorescence mode, the sample was positioned at 45° with respect to the beam, a Canberra 13-element solid state detector was used to detect the fluorescence signal. Figure 2a shows a map of XRF with the distribution of the major elements of the area investigated in the micro-sample, the Fe in red and the Pb in blue; and in figure 2b the MCA (Multi-Channel Analyser) spectra of the four points shown in the XRF map. The iron comes from the mineral content in the imprimatur layer and the lead confirms the white paint layer as being lead white. The points P3 and P4 present a similar feature, with the peak at 6.4 KeV corresponding to the K $\alpha$  line of iron and a small amount of lead (L $\alpha$  line detected at 10.5 KeV). In the other two spectra (P1 and P2) only the peak associated to Pb is present.

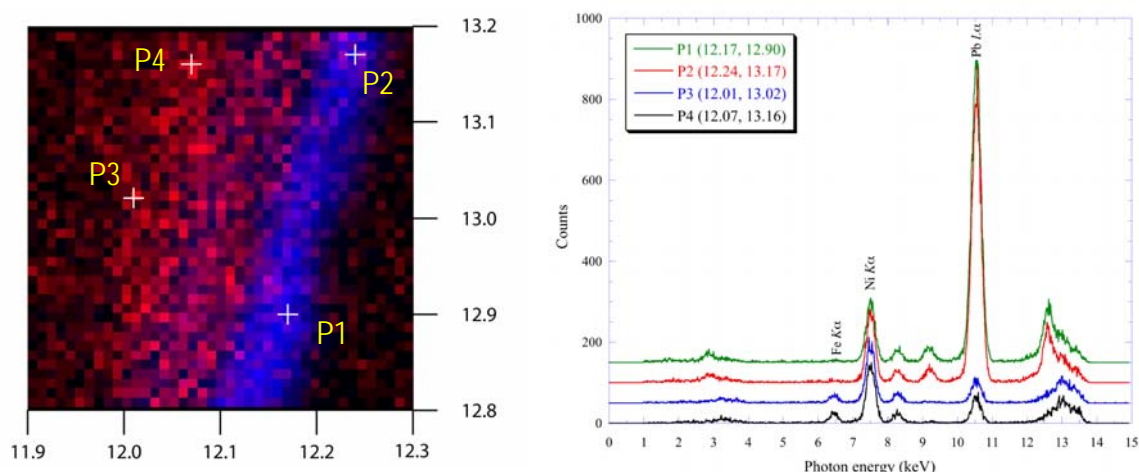


Fig. 2. a. XRF map of sample 1166\_5, Fe in red and Pb in blue. b. Spectra of the four points selected (P1, P2, P3 and P4)

We consider the results obtained so far as very promising and capable of fulfilling our proposed goals.

#### References

- [1] F. Pacheco, Arte de la Pintura, Seville (1649).
- [2] C. Garrido, Velázquez..Técnica y evolución, Museo del Prado (1992).

Aurelio Climent-Font <acf@uam.es>



## The Visigothic Torredonjimeno treasure: A PIXE study.

**A. Perea<sup>1</sup>, A. Climent-Font<sup>2,3</sup>, M. Fernández-Jiménez<sup>3,4</sup>, O. Enguita<sup>3</sup>, P. C. Gutiérrez<sup>3</sup>, S. Calusi<sup>3,5</sup>, A. Migliori<sup>3,5</sup>, I. Montero<sup>1</sup>.**

*1 Dpto Prehistoria, Instituto de Historia, CSIC. C/ Serrano, 13. 28001-Madrid, Spain*

*2 Dpto. Física Aplicada C-12. Universidad Autónoma Madrid. 28049- Madrid, Spain*

*3 Centro de Micro-Análisis de Materiales. Universidad Autónoma Madrid. Campus de Cantoblanco, Edif. 22, Faraday 3. E-28049 Madrid, Spain*

*4 Parque Científico de Madrid. Campus de Cantoblanco – Pabellón C. 28049-Madrid, Spain*

*5 Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze. Via Sansone 1, 50019 Sesto Fiorentino, Italy*

The Visigothic treasure of Torredonjimeno (Jaén, Spain) was found by chance in the year 1926 buried in an olive grove. The find consisted in some hundreds fragments of gold objects and gems coming from several votive crowns and crosses, some of them belonging to a non identified visigothic king. The treasure may belong chronologically to the same period as the Guarrazar treasure or a bit later, but the pieces are fragmented and of less technological workmanship than the latter. This is the reason why the Torredonjimeno treasure has not attracted as much attention from archaeologist and art historians as the one from Guarrazar. On the occasion of an exhibition that showed together all the objects of the treasure, which is kept in three different museums in Barcelona, Cordoba and Madrid, a number of pieces were analyzed, mainly using PIXE, at the external microbeam facility installed at the Center for Micro-Analysis of Materials (CMAM).

The Project on visigothic goldwork, coordinated by the Department of Prehistory, Institute of History, CSIC, published the results of the study of Guarrazar's treasure in 2001 [1]. In 2004 the second phase of the study of Torredonjimeno's treasure was started. We present the provisional results concerning the analytical study realized on a selection of the metal and of the cabochon setting materials (gemstones, glasses and organic material) of the total set in the CMAM of the UAM, Madrid [2]. The analytical techniques used were PIXE, PIGE and RBS.



*Fig. 1. Gold cross of the Torredonjimeno treasure.*

Twenty nine pieces were studied. They include chains, gold crowns, crosses, gemstones and pendant letters. In general more than one point was analyzed for each piece. For example, for the gold crowns, the base metal sheet, some of the hoop wires and the soldered joint were the chosen points for analysis.

PIXE spectra were analyzed by means of the GUPIX software in the “matrix calculation” option. Samples were assumed as homogeneous in depth; RBS measurements assure us that this is true at least up to 17  $\mu\text{m}$ . We verified that if this was just the thickness of the gilded layer, the uncertainty in the determination of elemental concentrations would be of about 1%.

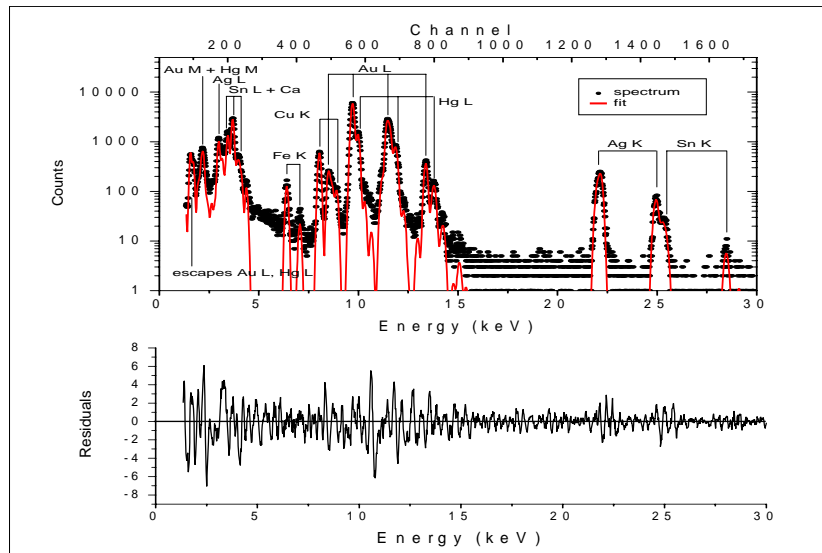


Fig. 2. Example of PIXE spectrum with its relative fit obtained through GUPIX software

The analytic results confirm the difference observed by archaeologist and art historians when compared to the Guarrazar treasure. The metallic materials of Torredonjimeno treasure are very heterogeneous. Pieces made of tin, iron, bronze, copper, silver, silver gilded, gold gilded and a wide variety of gold alloys can be found.

In addition, we have characterized gemstones and synthetic and organic materials used for the ornamentation of the crosses. These materials are very similar to the ones found in the Guarrazar treasure [1], but distributed in different percentages. Emeralds, sapphires, amethysts, garnets and pearls in minor quantities than in Guarrazar were identified by PIGE. The biggest amount corresponds to synthetic glasses that can be separated in two main groups: high lead content and low lead content.

Finally, we have analysed some soldering areas in order to determine the technique used, probably a ternary alloy Au-Ag-Cu, containing a higher amount of Ag and Cu than the base alloy, or a binary alloy Ag-Cu with a very low melting point.

#### References

- [1]. PEREA, A. (Ed.) 2001: El Tesoro visigodo de Guarrazar. CSIC. Madrid.
- [2]. A. Climent-Font, F. Pászti, G. García, M.T. Fernández-Jiménez, F. Agulló, Nucl. Instr. and Meth. B, 219-220 (2004) 400.

**Aurelio Climent-Font <acf@uam.es>**

## **Un proyecto para la puesta en valor del fondo antiguo de química de bibliotecas del CSIC y de la Comunidad de Madrid.**

**Joaquín Pérez Pariente, Miguel López Pérez**

*Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC. Marie Curie 2, 28049 Cantoblanco. Madrid.*

En las contribuciones presentadas en reuniones anteriores de la RTPHC se puso de manifiesto la carencia de un censo razonado de las obras relevantes para el estudio de la historia de la química pertenecientes al rico patrimonio bibliográfico del CSIC. En efecto, las obras impresas referentes a esta ciencia se encuentran dispersas en una gran variedad de materias distintas (los autores han identificado hasta el momento una treintena), lo que impide una correcta apreciación del patrimonio de la institución, y dificulta su empleo como herramienta de investigación.

Basándose en la metodología y resultados preliminares obtenidos en el trabajo de identificación de las obras antiguas de química que albergan las bibliotecas del CSIC (1), se ha puesto en marcha un proyecto de investigación con el objetivo de ampliar el estudio a otras bibliotecas de la Comunidad de Madrid, en particular la Biblioteca Histórica “Marqués de Valdecilla” de la UCM y la Biblioteca Nacional, que albergan un gran número de obras anteriores al siglo XIX.

El objetivo final del proyecto consiste en la elaboración de un catálogo razonado, virtual en una primera fase, accesible a través de los servidores de las instituciones implicadas, lo que sin duda redundará en un notable incremento del valor de los correspondientes patrimonios bibliográficos, y facilitará el estudio de la disciplina, al poner a disposición de los investigadores fondos que en muchos casos sólo se consideraba que estaban presentes en bibliotecas de otros países.

A modo de ejemplo, se han identificado 30 obras de química del siglo XVI y otras 110 del XVII, cuando sólo aparecen 1 y 7, respectivamente, en la materia química en el catálogo virtual del CSIC, distribuidas en materias tales como metalurgia, medicamentos, farmacología, entre otras mucho menos comunes, como retórica, hipócrates o diccionarios.

## AGRADECIMIENTOS

*A Agnès Ponsati Obiols, directora de la Unidad de Coordinación de Bibliotecas del CSIC, y Ana Santos Aramburo, directora de la Biblioteca Histórica “Marqués de Valdecilla” de la UCM, por las facilidades dadas para la realización de este proyecto, así como al MEC por la subvención concedida a través de la Acción Complementaria CTQ2004-21483-E*

## BIBLIOGRAFIA.

[1] Actas de la 3ª Reunión de la RTPHC (2003) y 5ª Reunión de la RTPHC (2004).

**jperez@icp.csic.es**

## **Análisis de los revestimientos y pinturas del Estanque del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla.**

**A. Durán, M<sup>a</sup>.D. Robador, P. Gimena, J.L. Pérez-Rodríguez, M<sup>a</sup>.C. Jiménez de Haro, Á. Justo.**

*Instituto de Ciencia de los Materiales de Sevilla. Avda Américo Vespucio, s/n. 41002 Sevilla*

En los trabajos actuales de investigaciones arqueológicas del Real Alcázar de Sevilla se ha descubierto el antiguo patio y jardín mudéjar de las Doncellas en el Palacio del rey Pedro I de Castilla, construido a mediados del siglo XIV. Se ha descubierto que el espacio central está ocupado por una gran alberca alargada.

La técnica constructiva de esta alberca es la misma con la que se han realizado todas las de aquella época, a base de gruesos muros de ladrillo trabados con mortero de cal. Pero esta alberca por tratarse de un edificio real se hizo con fines no sólo prácticos sino también ornamentales. El mortero de enfoscado aplicado sobre la fábrica de ladrillo aparece como un mortero de cal para enfoscar de gran calidad que ha sido elaborado con gran esmero y dominio de los materiales que lo componen. Sobre la superficie de este enfoscado de terminación superficial fina, se aplicó el mortero de cal tipo estuco, continuo, una sola capa muy fina, de color amarillo muy suave, color marfil. Este amarillo suave lo conseguían a base de utilizar como pigmento el albero, machacándolo y lixiviándolo con agua.

Sobre esta capa de estuco, en fresco, se hicieron los trazos de la decoración con esquema repetitivo geométrico mudéjar. Estos dibujos están marcados mediante incisiones o líneas rehundidas en la superficie del mortero soporte. Para decorar y realzar estos dibujos geométricos se pintó entre las líneas con una pintura a la cal, tipo jabelga, compuesta de cal de mucha pureza, coloreada con un pigmento mineral rojo hematite, cuyo color rojo pardo se mezcla con amarillo albero para formar un rojo menos brusco, superponible sobre el fondo de estuco amarillo hueso.

Posteriormente, a mediados del siglo XVI, este revestimiento se cubrió con otro mortero de cal con acabado de estuco pigmentado en un amarillo suave sobre el que se aplicó una decoración de ondas azules superpuestas. La aplicación de este segundo mortero se realizó sobre el revestimiento mudéjar. Para conseguir mayor adherencia se picoteó el estuco original. Éste permaneció visto hasta su enterramiento por relleno de la alberca en 1583.

La técnica empleada en la aplicación de los morteros de estuco coloreados en este revestimiento y el mudéjar es similar. Lo único que varía es el acabado decorativo y el tipo de pigmento mineral, según los colores deseados. El empleo de capas finas de estuco supone una gran calidad del mortero de estuco y un ahorro notable en la cantidad de pigmentos a utilizar.

**adrian@icmse.csic.es**

## **Estudio de la interacción del pigmento alizarina con albúmina de huevo, empleada en pinturas al temple, mediante espectroscopía Raman intensificada por superficies (SERS)**

**M. V. Cañamares, C. Domingo, J. V. Garcia-Ramos y S. Sanchez-Cortes**

*Instituto de Estructura de la Materia. CSIC.*

El empleo de la albúmina o de la clara de huevo como aglutinante de pigmentos y como barniz es bien conocido. A pesar del frecuente uso de la clara de huevo en los procedimientos pictóricos tradicionales, no existen trabajos acerca de la interacción de las proteínas de la clara de huevo y los pigmentos.

En este trabajo se ha estudiado la interacción de la albúmina de huevo (AH) con el colorante alizarina (AZ). La albúmina es el componente mayoritario de la proteína total de la clara de huevo (54% aprox.). El principal interés en el estudio de la interacción AH/AZ es la posibilidad de que tenga lugar una variación estructural del colorante que conduzca al final a un cambio de color, con importantes consecuencias artísticas.

La alizarina (1,2-dihidroxiantraquinona) es un colorante antraquinónico encontrado en las raíces de la *Rubia tinctorum* L., y en otros tipos de rubia en diversas cantidades. Tradicionalmente, los pigmentos de naturaleza antraquinónica se han empleado como colorantes alimentarios, para el teñido de materiales textiles y tratamientos médicos. Por otra parte, también presentan una considerable actividad antigenotóxica.

La espectroscopía Raman es una técnica ideal para llevar a cabo estudios de reconocimiento molecular. Sin embargo, la elevada fluorescencia de la AZ impide la utilización directa de esta técnica. De este modo, es necesario el empleo de la espectroscopía SERS sobre superficies metálicas nanoestructuradas, que atenían la emisión fluorescente, para caracterizar el complejo AH/AZ. La investigación llevada a cabo mediante la técnica SERS, sobre dicho complejo, incluye el registro de los espectros en diferentes condiciones experimentales: pH, concentración de analito, longitud de onda de excitación y sustrato de plata.

### **Agradecimientos**

*Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (proyecto FIS2004-00108) y por la Comunidad de Madrid (proyecto GR/MAT/0439/2004). M.V.C. agradece a la Red Temática de Patrimonio Histórico y Cultural del C.S.I.C. la concesión de una beca predoctoral I3P cofinanciada por el Fondo Social Europeo.*

**Jose Vicente Garcia Ramos <imtg160@iem.cfmac.csic.es>**



## **Estudio de las policromías del Retablo Mayor de la Iglesia de la Asunción de Huércal Overa (Almería)**

**L.K. Herrera<sup>1</sup>, J. Bueno<sup>2</sup>, A. Justo<sup>1</sup>, A. Durán<sup>1</sup>, J.L. Pérez Rodríguez<sup>1</sup>**

*1 Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, CSIC. Centro de Investigaciones Científicas Isla de la Cartuja, 41092 Isla de la Cartuja (Sevilla).*

*2 Predela, Conservación y Restauración de obras de arte, s.l. España, Tel: 656568970*

El retablo, por su morfología e implicaciones sociales y culturales es un elemento importante en el patrimonio cultural. En el presente trabajo se muestra la metodología de estudio que se aplicó al estudio del retablo mayor de la Iglesia de la Asunción en Huércal Overa, Almería, el cual es un retablo barroco de la escuela murciana, realizado en la segunda mitad del siglo XVIII: 1746 – 1764; planta cóncava, con un eje simétrico vertical y hornacina central con camarín.

Se realizó un muestreo de las diferentes zonas de la obra de modo que estuvieran presentes todas las intervenciones que han tenido lugar, luego se continuó con la preparación de secciones transversales de las diferentes policromías donde se observan las diferentes capas y se realizó la identificación de los materiales constituyentes por medio de técnicas de caracterización como: Microscopia óptica, difracción de rayos X, espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier, microscopia electrónica y microanálisis químico. Estas técnicas permiten identificar los diferentes soportes presentes en las pinturas y arquitectura del retablo, los diferentes pigmentos, materiales, entre otros.

En su policromía predominan el estrato de preparación de yeso o carbonato cálcico, las superficies doradas al agua sobre bol rojo y que combinan con distintos tipos de temples imitando marmoleados de distintos colores o fondos lisos mates, que se alternan con zonas corladas, estofadas y doradas. En muchas de las superficies en las que el metal está corlado, el análisis e identificación de materiales determinó que no se ha empleado oro sino lámina de plata.

**lkaren@icmse.csic.es, predela@hotmail.com**



## **La técnica de pintura mural de Maestro Bolfgang y su discípulo Maestro de Mace en las iglesias de Eslovenia (S. XV)**

**A. Kriznar<sup>2</sup>, A. Ruiz-Conde<sup>1</sup>, J. Höfler<sup>2</sup>, P.J. Sánchez-Soto<sup>1</sup>**

*1 Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Centro Mixto CSIC –US. c/Américo Vespucio 49, 41092 Isla de la Cartuja (Sevilla)*

*2 Departamento de Historia del Arte, Facultad de Filosofía, Universidad de Ljubljana, Aškerceva 2, 1000 Ljubljana. Eslovenia.*

El maestro Bolfgang es uno de los pintores más importantes del territorio esloveno en la Edad Media. Además es uno de los pocos conocidos por su nombre. Sus pinturas se conservaron en tres monumentos: en la iglesia de la Asunción de María en Crngrob (1453), en la iglesia de San Juan Bautista en Mirna (1463–65) y en la iglesia de San Nicolás en Mevkuz (1469). Estilísticamente Bolfgang cortó con la tradición del Gótico Internacional y con las influencias del Trecento italiano, expresando en su obra las corrientes artísticas norte-europeas, especialmente alemanas. A Eslovenia trajo los elementos del gótico tardío con el realismo, mientras que su lenguaje personal está caracterizado de figuras con mucha lírica y elegancia. En los conceptos figurales se basó muchas veces en los grabados del Maestro E. S., anónimo artista alemán. El discípulo de Bolfgang, Maestro de Mace, siguió casi al pie de la letra a su profesor, tanto estilística como técnicamente. Le ayudó en la realización de las pinturas de Mevkuz, mientras que en la iglesia de San Nicolás en Mace (1467), que le dió el nombre, ya lo encontramos como pintor autónomo. Todas las pinturas murales mencionadas fueron investigadas en un proyecto internacional entre Eslovenia y España, donde colaboraron historiadores del arte, restauradores, conservadores, físicos, químicos y geólogos. Primero se estudiaron detalladamente las pinturas in situ y luego se tomaron pequeñas muestras de morteros y pigmentos para averiguar la técnica de pintura, la composición de morteros, los pigmentos usados y la forma de modelación de colores.

El estudio científico de las muestras se basó en la preparación de una serie de estratigrafías. Se examinaron dichas preparaciones, así como las muestras en polvo, por distintas técnicas: microscopías óptica y electrónica (MEB), espectroscopía IRTF, Difracción de Rayos X y análisis químico por Energías Dispersivas de rayos X (EDX).

Los resultados de los análisis demostraron que la composición de morteros en las pinturas del Maestro Bolfgang cambiaron con el tiempo. Si en Crngrob encontramos el mortero hecho de

cal y arena, en Mirna y Mevkuz el pintor optó por mezclar con la cal mármol o calcita previamente triturados. Así obtuvo un mortero de mejor calidad. El Maestro de Mace volvió a usar arena que, además, era de gran granulación. Los pigmentos usados eran de origen inorgánico, los más convenientes para pintura sobre el mortero aún húmedo, a fresco: ocre amarillo y rojo, tierra verde, umbra. El color azul es del mineral azurita. No se encontraron pigmentos a base de plomo, excepto en el exterior de la iglesia de Mace, que probablemente proviene de las restauraciones más recientes.

A los dos artistas que se estudian en este trabajo les une el uso de las incisiones, no solo para las aureolas, sino también para los vestidos que caen en formas complicadas. El dibujo preparatorio era de color rojo o amarillo, mientras que en las imprimaciones encontramos sólo grises debajo de la azurita. La modelación de colores era extremadamente fina, con suaves cambios entre diferentes tonos, formando así los cuerpos y objetos tridimensionales. La técnica de la ejecución era en todos casos la combinación de pintura a fresco, a seco y pintura a cal. La última la podemos observar sobre todo debajo de vestidos, donde los dos maestros con una fina capa de cal, refrescaron el mortero que se estaba secando.

Agradecimientos:

*Se agradece al MAE la financiación concedida para el Proyecto conjunto de investigación España-Eslovenia (2004-2005) y al Proyecto de investigación MAT2002-02549, mencionando que está cofinanciado en parte con Feder.*

**pedroji@icmse.csic.es**

## **El Arco-Cárcel de Lerma (Burgos): Evolución funcional y su relación con la presencia de pátinas.**

**C. Vázquez-Calvo, M. Álvarez de Buergo, R. Fort**

*Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM). (RTPHC-CSIC). Facultad de CC. Geológicas, Ciudad Universitaria, C/ José Antonio Nováis, 2, 28040 Madrid.*

El conocido como Arco-Cárcel de Lerma es en realidad una de las puertas de la primitiva muralla de Lerma. Antes de finalizar el siglo IX, en vida de Alfonso III el Magno, Lerma fue amurallada. El recinto protegido con la muralla era de 2.360 hectáreas. En el conjunto amurallado existían cuatro puertas, dos se situaban en el eje primitivo del camino de Salas de los Infantes a Palencia, y las otras dos al Este y al Sur. De la muralla sólo ha subsistido la puerta llamada de los mesones en el siglo XVII, ya que éstos se encontraban frente a ella y extramuros. Esta puerta se sitúa al oeste de Lerma en el camino real de Aranda de Duero a Burgos. El primitivo recinto amurallado fue destruido en 1336 en tiempos de Alfonso XI para luego ser reconstruido y ampliado en el siglo XV. En el siglo XVII el Duque de Lerma decidió ampliar la puerta; esta tarea la llevaron a cabo los maestros de cantería Juan de Reoz y Pedro de las Suertes. Se elevó en altura el muro que albergaba la puerta con paños de mampostería a las que se le añadieron ventanas.

El recinto amurallado debió de ser construido con piedras procedentes de lugares próximos como las que abastecieron siglos más tarde a las construcciones erigidas por el Duque de Lerma (Cervera Vera, L. 1980).

Al perder el Arco-Cárcel la función defensiva que había tenido hasta entonces, fue decorado y protegido por la patinación, una técnica empleada en los monumentos de Lerma en el siglo XVII con fines estéticos y de protección (Vázquez-Calvo, C. 2005).

El color anaranjado de las pátinas, contrasta claramente con el del substrato calcáreo de color blanco. El substrato, según la clasificación de Folk (1959), es una caliza de tipo dismicrita. Presenta porosidad fenestral y algún ostrácodo. Se observan también intraclastos redondeados. La mineralogía característica de estas patinas es calcita, hidroxiapatito y oxalatos de calcio. Los estudios al microscopio óptico y electrónico de barrido han revelado que se trata una pátina bastante continua constituida por dos capas, que sigue la topografía del substrato. La morfología externa de la pátina es bastante rugosa.

*Trabajo financiado por el proyecto (BIA2003-4073) y por una beca CSIC Predoctoral Focalizada I3P (CVC), así como por un contrato Ramón y Cajal (MAdB).*

## Bibliografía

- Cervera Vera, L. (1980). "Puerta de la muralla medieval de Lerma." Boletín corporativo de la Academia Burgense. Publicaciones del Instituto Fernán González. 149: 33-60.
- Vázquez-Calvo, C. (2005). "Estudio de pátinas históricas en materiales pétreos del patrimonio arquitectónico de Lerma". Diploma de Estudios Avanzados (DEA).

**rafort@geo.ucm.es, carmenvazquez@geo.ucm.es**

## **La Piedra de Godella, un material pétreo utilizado en el patrimonio Arquitectónico de la Comunidad Valenciana.**

**G. Algozzini<sup>1,2</sup>, D. Benavente<sup>1,2</sup>, A. Bernabéu<sup>1,2</sup>, J.C. Cañaveras<sup>1,2</sup>, R. Fort<sup>1,3</sup>,  
M.A. García del Cura<sup>1,3</sup>, J. Martínez-Martínez<sup>1,3</sup>**

*1 Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante.*

*2 Dep. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante.*

*3 Inst. Geología Económica. CSIC-UCM*

La piedra de Godella puede ser considerada como uno de los materiales tradicionales de construcción de la ciudad de Valencia y la región de La Horta. Muchos de sus monumentos están contruidos con este tipo de piedra, de color gris en superficie fresca. Su utilización se remonta ya a tiempos romanos, así en muchas de las excavaciones arqueológicas aparecen restos de construcciones en que se utilizaba este material. Su uso ha sido continuo de tal forma que este material se empleó en la Cárcel de San Vicente (siglo IV), la Lonja de Valencia (siglo XV), las Torres de Quart, etc, llegando su utilización hasta del siglo XX.

Son calizas biogénicas continentales, de edad neógeno-cuaternario, donde las facies estromatolíticas s.l. son las predominantes. Las canteras de este material, situadas en el municipio de su nombre (Mapa Topográfico 1:50.000, Hoja 969), con una actividad que se ha reducido de una forma casi total respecto a la década de los 90 del siglo XX (Regueiro, et al , 1998). Estas canteras se encuentran actualmente en el área metropolitana de Valencia y están sometidas a una importante presión urbanística, que ha destruido restos de canteras de zonas próximas como las de Rocafort, cuyo testigo actual más importante se encuentra dentro del casco urbano en la plaza de la Llodgeta.

La Piedra de Godella presenta buenas propiedades mecánicas definidas por su alta resistencia a compresión  $\approx 150$  MPa, velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas P ( $6160 \pm 11$  m/s) y S ( $3049 \pm 62$  m/s) y módulo de Young dinámico ( $64,17 \pm 0,32$  GPa). El sistema poroso de esta caliza biogénica es complejo, definido principalmente por una porosidad tipo fenestral, lo que implica una gran cantidad de porosidad cerrada. Este hecho se muestra al comparar la porosidad total de la roca ( $5,22 \pm 2,61\%$ ), obtenida con el picnómetro helio, y la porosidad abierta accesible ( $1,50 \pm 0,43\%$ ), obtenida con el porosímetro de mercurio. La baja porosidad accesible se refleja en el bajo valor del coeficiente de absorción capilar ( $2,21 \pm 0,72$  g•m-2•s-0.5). Las buenas propiedades mecánicas y los bajos valores de absorción de agua y porosidad

accesible, hacen que estas rocas presenten una excelente durabilidad y explican su utilización mantenida a lo largo del tiempo.

*Este trabajo ha sido subvencionado por la Generalitat Valenciana, proyecto GV04B/630 y Ayuda a Grupos de Investigación: Grupo 03/158 y por la beca "decreto Rettoriale n° 2860 del 5 luglio 2004" de G. Algozzini*

#### Referencias

Regueiro, M., Gómez Moreno, M. y Navarro Gascón J.V., 1998 Mapa de Rocas y Minerales Industriales. Escala 1:200.000 Hoja 56 Valencia. ITGME . Madrid. 123 págs.

**angedcura@ua.es**



## **Estudio comparado de ofitas y granitos para su adecuación a su uso como adoquines.**

**M.A. García del Cura<sup>1,2</sup>, A. Bernabéu<sup>1,3</sup>, D. Benavente<sup>1,3</sup>, M.A. Rodríguez<sup>3</sup>, J.C. Cañaveras<sup>1,3</sup>**

*1 Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante.*

*2 Instituto de Geología Económica. CSIC-UCM*

*3 Dep. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante.*

Las rocas plutónicas graníticas, o granitos s.l., han sido muy utilizadas en pavimentos de exteriores, especialmente en zonas próximas a yacimientos importantes como Madrid, Santiago de Compostela... Las ofitas, rocas filonianas y/o subvolcánicas, han sido también utilizadas tradicionalmente en el adoquinado de poblaciones.

En este trabajo hacemos un estudio comparado de ambos tipos de materiales, con acabado de “corte de sierra”, a la luz de la nueva normativa europea de adoquines (Norma UNE- EN 1342: 2003).

Para realizar esta comparación hemos estudiado un material procedente de Madrid (el Granito Blanco Rafaela o Granito de Zarzalejo, próximo a El Escorial) y otro de la Comunidad Valenciana (las diabasas de El Cabezo Negro de la provincia de Alicante).

Dicho granito contiene plagioclasa, feldespato potásico (ortosa y microclina), cuarzo y biotita (rica en titanio), como componentes fundamentales, y como componentes accesorios apatito, monacita, circón e ilmenita. Las ofitas contienen, junto con plagioclasa cálcica, anfíboles predominantemente hornblenda, biotita y calcita y como accesorio, en cantidades localmente muy variables, epidota.

Algunas propiedades físicas pueden verse en el siguiente cuadro, que pone de manifiesto las buenas propiedades mecánicas de ambas rocas, siendo la resistencia a la compresión notablemente mayor en las rocas graníticas. No se dan datos de la resistencia al deslizamiento por ser una propiedad muy condicionada por el tipo de acabado.

...

	<b>DIABASA</b>	<b>GRANITO</b>
Resistencia compresión (MPa) UNE-EN 1926	107,8 ± 30,5	166,9 ± 24,7
Resistencia al desgaste (mm) UNE-EN 1342 Anexo B	14,3 ± 0,4	13,9 ± 2,5
Absorción de agua a presión atmosférica (%) UNE-EN 13755	0,40 ± 0,03	0,60 ± 0,04
Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> ) UNE-EN 1936	2.950 ± 20	2.660 ± 10

*Este trabajo ha sido subvencionado por el Ministerio de Fomento (Proyecto: “Evaluación de la durabilidad de la Piedra Natural utilizada en pavimentos de exteriores”) y la Generalitat Valenciana (Ayuda a Grupos de Investigación: Grupo 03/158).*

**angedcura@ua.es**

## Formación de taumasita en geles CSH exentos de aluminio.

**L. N. Trusilewicz, S. Martínez-Ramírez, M.T. Blanco Varela**

*Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC. Serrano Galvache, 4.  
28033 Madrid*

El ataque por sulfatos es un fenómeno que contribuye al deterioro de materiales cementantes y produce una serie de procesos fisicoquímicos que modifican la estabilidad dimensional, resistencias mecánicas e integridad de los mismos. El ataque por sulfatos de morteros y hormigones de cemento Pórtland produce, entre otros efectos, la formación de etringita y taumasita. Mientras que, la formación expansiva de la etringita puede ser prevenida y por consiguiente su efecto destructivo evitado, en el caso de la taumasita no es así debido a que no se conocen con exactitud su mecanismo y cinética de formación (1).

La taumasita es una sal compleja de calcio, cuya fórmula estequiométrica, es:  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ , que cristaliza en el sistema hexagonal, con  $a = 11,054 \text{ \AA}$  y  $c = 10,41 \text{ \AA}$ . En dicha estructura el silicio se encuentra en el centro de un octaedro parcialmente distorsionado  $[\text{Si}(\text{OH})_6]$ , que tiene los grupos OH asimétricamente distribuidos (2).

La formación de taumasita se produce por ataque del gel CSH de la pasta de cemento hidratada por iones sulfato en presencia de iones carbonato, y entre los aspectos que no son bien conocidos es la influencia que tiene en ese proceso la presencia de aluminio en la pasta de cemento. En la literatura ha quedado demostrado que se produce taumasita a mayor velocidad cuanto mayor es el contenido en  $\text{C}_3\text{A}$  de los cementos, si bien se ha reproducido el proceso de formación de taumasita en cemento exentos de dicho mineral (3). Taylor sugiere que la presencia de 0,4-1% de alúmina reactiva en la muestra podría ser esencial (4).

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la formación de taumasita en geles CSH exentos de aluminio obtenidos por hidratación de  $\text{C}_3\text{S}$  sintético.

Se prepararon tres cementos de diferente composición: 1-  $\text{C}_3\text{S}$  (90%) + yeso (10%). 2-  $\text{C}_3\text{S}$  (75%) +  $\text{SiO}_2$  (15%) + yeso (10%). 3-  $\text{C}_3\text{S}$  (65%) +  $\text{SiO}_2$  (15%) +  $\text{CaCO}_3$  (10%) + yeso (10%). Se prepararon probetas cilíndricas de 1 cm de diámetro por 2 cm de altura de pasta hidratada de los tres cementos; dichas probetas se curaron durante 3 meses en a 21°C y 100% de HR y posteriormente se carbonataron. Finalmente las probetas se conservaron inmersas en agua

destilada a  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  durante siete años. Al cabo de este tiempo las probetas elaboradas con el cemento 1 estaban rotas en tanto que las demás conservaban su aspecto y propiedades.

Las pastas de cemento hidratadas se caracterizaron a través de DRX, FTIR, SEM/EDX y  $^{29}\text{Si}$ MASRMN. De estos estudios se concluye que los compuestos cristalinos mayoritarios en todas las probetas son calcita, yeso aragonito y vaterita. Así mismo se observa que solo las probetas de la pasta 1 contienen taumasita y trazas de portlandita y que el proceso expansivo que ha causado la rotura de las probetas de la pasta 1 es la formación de taumasita.

#### Bibliografía

- 1.- Aguilera, J.; Blanco-Varela, M.T.; Puertas, F.; Palomo, A.; Vázquez T. 2000. Thaumasite formation in hydraulic mortars and concretes. In V. H. Malhotra (ed.) CANMET-ACI International Conference on Durability of Concrete. Barcelona, proc. inter. conf., Barcelona 4-9 June.
- 2.- Edge, R.A. & Taylor, H.F.W. 1971. Crystal structure of thaumasite,  $[\text{Ca}_3\text{Si}(\text{OH})_6\text{12H}_2\text{O}](\text{SO}_4)(\text{CO}_3)$ . Acta Crystallography. B27: 594-601.
- 3.- Aguilera, J.; Martínez-Ramírez, S.; Pajares-Colomo, I.; Blanco-Varela, M.T. 2003. Formation of thaumasite in carbonated mortars, Cement and Concrete.Composite 25: 991-996
- 4.- Taylor HFW. Cement Chemistry 2nd Ed. London: Thomas Telford. P.182, 1997.

**blancomt@ietcc.csic.es**

## **Estudio de superficies de vidrios históricos con diferente grado de meteorización mediante microscopía de fuerza atómica.**

**N. Carmona<sup>1</sup>, E. Herrero<sup>1</sup>, M.L. Walczak<sup>1</sup>, J.M. Rincón<sup>2</sup>, M.A. Villegas<sup>1</sup>**

*1 Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC.. Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid. España.*

*2 Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC. Serrano Galvache s/n 28033 Madrid. España.*

En este trabajo se ha puesto de manifiesto la utilidad de la Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) para estudiar el deterioro químico de la superficie, tanto de vidrios históricos como de vidrios modelo preparados en el laboratorio. Esta técnica permite comparar la nano y microestructura, rugosidad y topografía de las muestras de vidrios seleccionadas.

Los vidrios históricos analizados corresponden a periodos comprendidos entre los siglos XIII y XX, entre los que se encuentran muestras medievales de la catedral de León, renacentistas de la cartuja de Miraflores, neorrenacentistas de la Casa Goyeneche (Madrid), etc.

Las propiedades de las muestras de vidrios históricos se han comparado con las de las muestras de vidrios modelo, preparados mediante fusión convencional en el laboratorio, con composiciones químicas similares a las encontradas más frecuentemente en las muestras históricas previamente analizadas.

Los resultados obtenidos demuestran la utilidad de la técnica AFM para el estudio y evaluación del estado de la superficie que presentan tanto vidrios modelo como vidrios históricos después de su meteorización natural; permitiendo discutir los mecanismos de degradación química debidos a la combinación de contaminantes gaseosos y a la humedad medioambiental. Sin embargo, la microestructura de cráteres profundos, depósitos insolubles y costras de corrosión supera el orden de magnitud de observación de esta técnica.

**eliherrero@cenim.csic.es**



## **El vidrio esmaltado en la región Valenciana. Estudio de una pieza “Façon de Venise” de Morella.**

**S. Murcia-Mascarós<sup>1</sup>, C. Roldan<sup>1</sup>, C. Falomir<sup>2</sup>, R. Ibáñez<sup>1</sup>, F. Sapiña<sup>1</sup>,  
E. Martínez-Tamayo<sup>1</sup>**

*1 Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad de Valencia. ICMUV. Apartado 22085. 46071 Valencia.*

*2 Museu de la Ciutat Casa de Polo. C/ Joan Fuster, 33. 12540 Vila-real (Castellón)*

La región valenciana produjo un gran número de piezas de vidrio esmaltado a lo largo del siglo XVI y principios del XVII. En ellas se observa la creación de un estilo decorativo propio e inconfundible fruto de la tipología veneciana (façon de venise) unida a la influencia islámica (horror vacui) y a la de vidrieros holandeses que llegan a la región. Todo ello da un carácter específico a las piezas de Valencia. En Cataluña, este tipo de vidrio decorado se denomina de hoja verde de Barcelona cuya calidad es tan similar a la del vidrio veneciano que solo es posible identificar su origen por el tipo de decoración. Sin embargo, es posible que la decoración fuese realizada a posteriori sobre un vidrio sin decorar procedente de vidrierías venecianas. En este caso, solo un análisis de la composición química del vidrio permitiría conocer con exactitud la procedencia de la pieza, el proceso de elaboración y las posibles rutas comerciales del vidrio valenciano, catalán y veneciano.

En este trabajo se han estudiado tres fragmentos de vidrio de una pieza (probablemente una pátera, frutera o compotera) hallados en las excavaciones del Convento de San Francisco de Morella (Castellón). El vidrio es de gran calidad, transparente, incoloro y con pocas burbujas. La decoración, de gran belleza, esta realizada con esmaltes verde, amarillo y azul y representa tallos radiales con hojas dentadas, lirios y pájaros. Al ser piezas de excavación, el vidrio presenta escamaciones y opacificaciones, mientras que el esmalte está cubierto por costras de corrosión.

El estudio químico-físico del vidrio y de los esmaltes se ha realizado mediante técnicas no destructivas: espectroscopia de fluorescencia de rayos X, microscopia electrónica ambiental y microdifracción de rayos X.

Los resultados obtenidos mediante el estudio iconográfico, histórico y de los materiales que lo componen, permite establecer una metodología de identificación y procedencia de piezas de vidrio decoradas.

**sonia.mascaros@uv.es**



## **Estudio y caracterización de algunos vidrios empleados en la villa romana de Carranque.**

**F. Capel<sup>1</sup>, A. Caballero<sup>1</sup>, J.G. Guinea<sup>2</sup>, F.J. Valle<sup>1</sup>, E. Domínguez<sup>3</sup>, C. Fernández<sup>3</sup>, V. García<sup>3</sup>.**

*1 Instituto de cerámica y Vidrio. CSIC. Kelsen, 5. 20049. Madrid*

*2 Museo de Ciencias Naturales. CSIC. C. José Gutierrez Abascal, 28006 Madrid*

*3 Parque Arqueológico de Carranque. Carranque. Toledo*

La villa romana de Carranque fue descubierta, como tantas otras explotaciones agropecuarias del mundo romano, de manera casual, en 1983 cuando se realizaban trabajos agrícolas que pusieron al descubierto uno de sus pavimentos musivos. Desde entonces y hasta la actualidad se han venido desarrollando, de manera ininterrumpida, excavaciones arqueológicas que culminaron, en 2003, con la creación y apertura al público del Parque Arqueológico de Carranque que se incluye en la red de Parques Arqueológicos de Castilla La Mancha.

El enclave en el que se hallan los restos se extiende a lo largo de una de las terrazas que forma el río Guadarrama en su ribera derecha e izquierda. En esta zona el paisaje se configura en forma de cerros alomados. En un enclave al oeste del río, el yacimiento se encuentra, entre dos vaguadas laterales y un camino que conserva hoy el nombre de calzadilla, actual vía agropecuaria y, al parecer, antigua calzada romana.

Por lo que hasta ahora conocemos, parece confirmarse que el lugar fue inicialmente ocupado, en época altoimperial, por un establecimiento agropecuario romano del que apenas conocemos materiales dispersos y del que se nos escapa, en el estado actual de la investigación, sus trazas básicas de organización arquitectónica.

A este momento podemos atribuir el aspecto definitivo que presenta la villa –edificio C-; amplia domus que acoge, en sus más de 1200 m<sup>2</sup>, una serie de estancias de marcado carácter residencial –en su mayoría pavimentadas por mosaicos- organizadas en función de un jardín posiblemente porticado –peristilo-, fuente de luz y ventilación. Conocemos, además de una serie de cubícula, la cocina, etc., las dos principales salas de representación de la aristocracia tardorromana: el oecus –salón- y el triclinium –comedor-, amplias habitaciones que impactaban al visitante no sólo por su rica decoración sino por su original forma. Al oeste de estas

instalaciones se distribuyeron las estancias rústicas y productivas de la villa –habitaciones de servicio, hornos, depósitos, etc.- que formaban parte de todo establecimiento agropecuario.

A apenas 70 metros al norte de esta villa, se levanta el ninfeo –edificio B-, construcción dedicada a las ninfas del que contamos con importantes paralelos en la Península Ibérica (Milreu, San Cucufate), de planta cuadrangular y cabecera semicircular sobre podio, en la que el agua jugó un papel determinante.

Por último, el complejo actualmente visitable se completa con el denominado edificio A o “Basílica”, construcción de época teodosiana (fines del siglo IV d.C.) de gran importancia arquitectónica, con el que el propietario del complejo pretendió mostrar su poder y prestigio, utilizando como modelo el de edificios públicos similares a los palacios de los gobernadores o a los propios palacios imperiales presididos por la simetría planimétrica y la majestuosidad decorativa. El patio del edificio posiblemente se encontraba jalonado por treinta y seis columnas que se tallaron de una sola pieza en mármoles de distintas canteras del Mediterráneo Oriental – Grecia y Turquía-; materiales lapídeos a los que se suma la decoración pavimental y parietal a base de opera sectilia en piedras de Túnez, Egipto, etc...

Posteriormente el edificio se cristianiza y se dedica al culto. En la edad media es conocido como Santa María de Batres como atestiguan numerosos documentos históricos. En 1920 se dinamitó para aprovechar la piedra y otros materiales de construcción en el actual pueblo de Carranque.

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en la presentación de los estudios preliminares de caracterización microestructural y microanálisis de algunas teselas de vidrio empleadas en la técnica musivaria de la Villa de Carranque. La tesela de vidrio se empleaba en aquellas partes del mosaico en donde el artista quería resaltar la silueta que da forma a la figura.

De las observaciones por MOLT en lámina delgada y por MEB se deduce que los vidrios analizados presentan una falta de homogeneidad, muy común en vidrios de aquella época. Los resultados del microanálisis realizado por microsonda electrónica de barrido (EPMA) nos muestran, atendiendo a su composición, cuatro familias principales de vidrios clasificados por su color y tonalidad: verdes, amarillos, negros y rojos. Los estudios analíticos por FESEM-EDS/WDS y mineralógicos cuando ha sido posible por DRX, permitieron determinar que los vidrios de color amarillo se caracterizan por la utilización de compuestos de plomo-estaño ( $Pb_2Sn_2O_6$ ); los vidrios rojos por la utilización de minerales complejos de cobre; los vidrios de coloración negra por compuestos de hierro y/o manganeso y los vidrios verdes en sus distintas tonalidades por la relación de óxido ferroso (azul) y óxido férrico (amarillo).

**fcapel@icv.csic.es**

## **Estudio comparativo de vidrios históricos mediante técnicas analíticas convencionales y no convencionales.**

**N. Carmona<sup>1</sup>, I. Ortega<sup>2</sup>, B. Gómez-Tubío<sup>2</sup>, M. Walczak<sup>1</sup>, M.A. Villegas<sup>1</sup>**

*1 Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC. Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid - 67 -*

*2 Centro Nacional de Aceleradores. Avda. Thomas A. Edison s/n. 41092 Sevilla*

La caracterización de materiales del patrimonio histórico y cultural ha constituido un problema y ha quedado limitada en la mayoría de los casos a caracterizaciones de pequeños fragmentos que no era necesario reponer. La aplicación de técnicas como PIXE y PIGE ha supuesto un gran avance en este sentido debido a su carácter no destructivo. En el presente trabajo se han analizado muestras de vidrios históricos de diversas procedencias mediante técnicas convencionales (FRX, MEB/EDX, ICP) y se han comparado los resultados con los obtenidos mediante PIXE y PIGE.

Los resultados obtenidos mediante técnicas convencionales y no convencionales son coherentes, especialmente en la determinación de los cromóforos (elementos responsables del color en el interior de los vidrios). Las composiciones en óxidos obtenidas mediante las técnicas PIXE y PIGE, tanto del interior de los vidrios como de las grisallas (pinturas vitrificables de la superficie), coinciden con los resultados obtenidos mediante técnicas convencionales. Asimismo, la caracterización analítica de las costras de corrosión debidas al deterioro de los vidrios, como consecuencia del ataque sufrido por la exposición prolongada a ambientes contaminados, muestra resultados coincidentes.

La utilidad de las técnicas PIXE y PIGE en el análisis del interior de los vidrios, de las grisallas y de la valoración del grado de deterioro sufrido por los vidrios históricos ha quedado demostrada al comparar los resultados obtenidos por ambas técnicas (PIXE y PIGE) con los de las técnicas convencionales, normalmente empleadas en la caracterización de vidrios históricos. Estas técnicas además presentan la ventaja añadida que, debido a su carácter no destructivo, pueden permitir en un futuro la realización de medidas en fragmentos que deban ser repuestos en sus lugares de origen (vidrieras, vitrinas de museos, etc).

**mavillegas@cenim.csic.es**



## **Arqueometría y figurillas cerámicas mayas. Estudio de un conjunto de piezas de la ciudad de Calakmul (Campeche, México)**

**M. García-Heras<sup>1-2</sup>, J. Reyes Trujeque<sup>3</sup>, A. Ruiz Conde<sup>4</sup>, P.J. Sánchez Soto<sup>4</sup>**

*1 Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CENIM-CSIC. Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid.*

*2 Instituto de Historia, IH-CSIC. Serrano, 13. 28001 Madrid.*

*3 Universidad Autónoma de Campeche. Programa de Corrosión del Golfo de México. Avda. Agustín Melgar, s/n. 24013 Campeche. México.*

*4 Instituto de Ciencia de Materiales, Centro Mixto CSIC-Universidad de Sevilla. Américo Vespucio, 49. 41092 Isla de la Cartuja, Sevilla.*

En la región central maya del Petén uno de los centros geopolíticos y económicos más importantes entre el Preclásico Tardío (~200 a.C.) y el Clásico Tardío (~800 d.C.) fue la ciudad de Calakmul (Campeche, México), llamada así por las dos grandes pirámides erigidas en su acrópolis: Ca (dos)-lak (adyacente)-mul (pirámide), “Dos montículos adyacentes”. Los trabajos arqueológicos llevados a cabo en esta ciudad han proporcionado, entre otros hallazgos, un importante conjunto de figurillas cerámicas (zoomorfas y antropomorfas) e instrumentos musicales como ocarinas, ambos realizados con técnicas de modelado y moldeado. La mayoría de estas piezas cerámicas se localizó en una de las dos pirámides, la conocida como Estructura II. Según sus características tipológicas y estilísticas, cerca de un 90 % de las mismas pertenecían al período cronológico del Clásico Tardío (600-900 d.C.).

Teniendo en cuenta la importancia de estos materiales cerámicos, en este trabajo se ha caracterizado una muestra representativa de estas figurillas, con el propósito de recabar información sobre su tecnología de producción y estimar si se trata de producciones locales o foráneas al área de la propia ciudad de Calakmul. La caracterización arqueométrica se llevó a cabo mediante microscopía óptica convencional (MO), difracción de rayos X (DRX), espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FT-IR) y fluorescencia de rayos X (FRX). Con el fin de aislar grupos cerámicos con un perfil químico similar, los datos de FRX se analizaron también con técnicas estadísticas de análisis multivariante.

Los resultados indicaron que la mayor parte de las figurillas cerámicas se manufacturó localmente con una materia prima arcillosa rica en carbonato de calcio (calcita) que fue cocida en torno a los 700-800 °C. También se identificó un pequeño grupo de piezas rico en carbonatos mixtos de calcio y magnesio (dolomita), que podría ser foráneo o de otra zona de la región de

Calakmul. Los datos obtenidos sugieren que la producción de figurillas cerámicas pudo estar asociada a talleres ligados al monopolio que el poder centralizado de la ciudad de Calakmul ejerció sobre la producción de bienes cerámicos en este período.

*Trabajo realizado con cargo al proyecto MCYT MAT2002-02549, financiado en parte con fondos FEDER.*

**pedroji@icmse.csic.es**

## **Reproducción de las pastas magnéticas de los pavimentos de porcelana de La Casita del Labrador (Aranjuez)**

**C. López, P. Recio, S. De Aza, C. Pascual, F.J. Valle**

*Instituto de cerámica y Vidrio. CSIC. Kelsen, 5. 20049. Madrid*

Con Carlos IV, en sus casi treinta años como Príncipe de Asturias se crean los ambientes artísticos más elegantes de la historia de España. Su arquitecto, Juan de Villanueva, proyectó las denominadas "Casita del Príncipe" de El Escorial y los Jardines del Príncipe de Aranjuez con la "Casita del Labrador", pensadas como auténticos joyeros arquitectónicos en los que se guardaban valiosas colecciones de arte. La Casita del Labrador de Aranjuez fue decorada por Dugourc con ayuda de los artesanos más cotizados de la época, utilizándose las técnicas más refinadas y los materiales más suntuarios. Entre ellos se encuentran los pavimentos de la Saleta de la Reina y Saleta de Entrada a la planta principal, elaborados con porcelanas procedentes de la Real Fábrica de El Buen Retiro. Este es el único caso conocido en España, de la utilización de porcelana para revestimiento de suelos, hasta la muy reciente aparición de los porcelanatos.

Entre 1802 y 1808, la manufactura real estuvo dirigida por Bartolomé Sureda, que fue capaz, utilizando materias primas de zonas próximas al emplazamiento de El Buen Retiro, cuarzo de Galapagar, feldespato de Colmenar y arcilla procedente del Cerro de Almodóvar, entre Vicálvaro y Vallecas, de fabricar porcelana dura. Se trata de una porcelana magnética, constituida por  $\alpha$ -cuarzo,  $\text{SiO}_2$ ,  $\alpha$ -cristobalita,  $\text{SiO}_2$ , protoenstatita,  $\text{MgSiO}_3$  y fase vítrea rica en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Las baldosas originales, de tamaños 13\*13 y 10\*10 cm, constaban de un soporte porcelánico, sobre el que se aplicaba una capa de vidriado feldespático. En las piezas decoradas se utilizaba un método decorado sobre cubierta, mostrando una tercera capa más exterior, de una fritada sílico-plúmbica que contenía los pigmentos. Dado el gran deterioro que presentan en la actualidad los pavimentos y su gran significado histórico-artístico se ha planteado la posibilidad de su restauración en todo su esplendor original.

En este trabajo se aborda la preparación de las pastas magnéticas y la reproducción a escala de laboratorio del soporte porcelánico de los pavimentos

La dificultad de la reproducción de las pastas utilizadas por Sureda, deriva de la escasez de datos referentes a su manufactura, disponiéndose tan sólo un libro de Pérez Villamil (Artes e Industrias de Madrid, 1904) y de un Cuaderno de Notas del propio Sureda. En ambos se

recogen numerosas recetas empleadas en la Fábrica, pero no se tiene constancia de que sean las únicas que se utilizaron. Por otra parte, en estas recetas se hace referencia a los ingredientes y a las cantidades de sólidos empleados. Sin embargo, faltan datos importantísimos del procesamiento que permitirían conocer el proceso de fabricación.

En este trabajo se han utilizado Cuarzo, Feldespato y Sepiolita como materias primas. Se ha seguido una receta original de Sureda. Se han utilizado las técnicas de Fluorescencia de rayos X (FRX), Difracción de rayos X (DRX), Análisis térmico diferencial (ATD-TG) y Dilatometría para caracterizar las materias primas y las pastas. Se ha realizado un estudio mineralógico por DRX y microestructural por Microscopia electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) de las piezas finales. Finalmente, se comparan las características de las *losetas* obtenidas con las de los pavimentos originales fabricados en El Buen Retiro.

Los resultados obtenidos avalan que, desde el punto de vista de la composición química y mineralógica, se ha conseguido la reproducción de la porcelana de las baldosas originales. Las composiciones formuladas se localizan en el subsistema sílice – feldespato potásico - enstatita, dentro del sistema ternario sílice – forsterita – leucita. Igualmente el estudio por DRX de las piezas finales muestra contenidos en  $\alpha$ -cuarzo,  $\alpha$ -cristobalita y protoenstaita similares a los de las baldosas originales.

El estudio llevado a cabo por MEBEC revela, no obstante, diferencias entre las microestructuras de las piezas obtenidas y las de las baldosas procedentes de El Buen Retiro. Las nuevas piezas, presentan microestructuras más homogéneas, menos porosas y las especies cristalinas formadas durante el proceso de cocción son de tamaño mucho más pequeño.

Las diferencias observadas se deben fundamentalmente a que, en el intento de reproducción a escala de laboratorio de los pavimentos de La Casita del Labrador, se ha trabajado con materias primas de elevada pureza y se ha seguido un control de las granulometrías, temperaturas, tiempos y atmósfera de cocción, que, a pesar de alto grado de especialización de sus operarios, no era posible en la fabricación de los pavimentos originales.

**precio@icv.csic.es**





