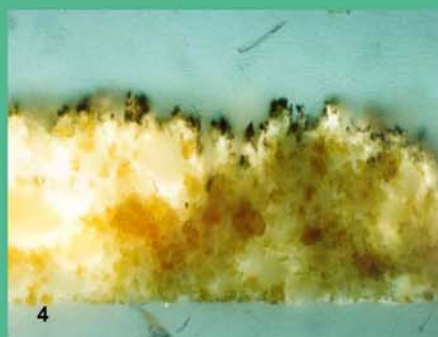
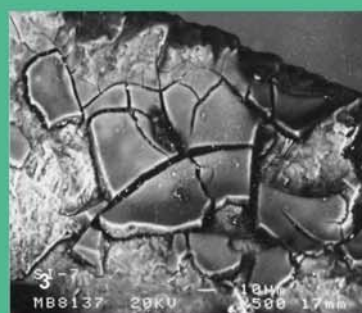
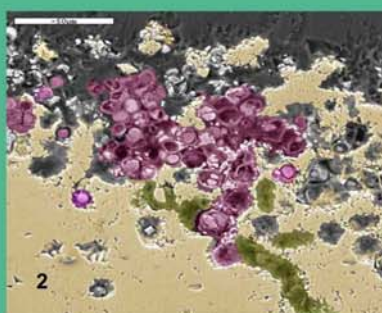


RED TEMÁTICA PATRIMONIO HISTÓRICO Y CULTURAL DEL CSIC

3ª Reunión

Técnicas de Conservación del Patrimonio



Madrid, 19 - 20 de Junio de 2003

Instituto de Geología Económica
CSIC - UCM

Comité Científico:

C. Ascaso, J.M. Bastidas, M.T. Blanco, L. Caballero, M. Castillejo, S. De Aza, F. Mingarro

Comité Organizador:

R. Fort González, M.C. López de Azcona, M. Gómez-Heras

Secretaría:

M. Alvarez de Buergo, M.J. Varas Muriel

Fotos portada:

- 1- Toro celta de Castillo de Bayuela con pintadas por vandalismo
(autor: *Francisco Mingarro*).
- 2- Efectos de tratamiento por biocidas en la fachada del Monasterio de los Jerónimos (Lisboa) (autor: *Carmen Ascaso*).
- 3- Envejecimiento de hidrofugante sobre roca granítica (SEM)
(autor: *Mónica Álvarez de Buergo*).
- 4- Efectos de irradiación láser en témpera *Amarillo de Nápoles*
(autor: *Marta Castillejo*).
- 5- Durabilidad de morteros de restauración ante la cristalización de sales
(autor: *Mª Teresa Blanco*).

INTRODUCCIÓN

La conservación del Patrimonio Histórico y Cultural parte necesariamente de un conocimiento del bien que se quiere preservar para poder establecer los métodos de intervención más adecuados a sus características, y del entorno en el que se encuentra. La gran variedad de tipos de materiales con que se ha realizado este patrimonio (piedra, metales, cerámicos, vidrio, tejidos, papel, madera, pintura, etc.), junto con los diferentes daños y causas de deterioro hacen que los métodos de actuación sean distintos, con la intervención de profesionales procedentes de diferentes ramas del conocimiento.

Las reuniones de la RTPHC tienen como objetivo facilitar la participación conjunta de estos profesionales dentro de unas jornadas en donde se debaten trabajos de investigación.

En la 3ª Reunión de la RTPHC del CSIC, además de la presentación de trabajos relacionados con la Red Temática, se realizará un apartado monográfico que profundice en las Técnicas de Conservación del Patrimonio Histórico y Cultural, resaltando la evaluación de los efectos que dichas técnicas causan sobre los materiales. Los principales temas a desarrollar son:

- Medidas Preventivas
- Técnicas de Limpieza
- Tratamientos de Consolidación e Hidrofugación
- Tratamientos de Biocidas
- Tratamientos de Protección antipintadas
- Técnicas de Sustitución
- Diseño de Morteros de Restauración, etc.

Como en reuniones anteriores, la participación a estas jornadas es abierta, tanto para los miembros de la Red como para cualquier persona que desarrolle su actividad en la preservación del Patrimonio Histórico y Cultural.

PROGRAMA

Jueves 19 Junio

- 9:30-10:00 Entrega documentación
- 10:00-10:10 Bienvenida. E. Ancochea (Decano F.CC. Geológicas), J.C. Gutiérrez (Director del IGE)
- 10:10-10:30: Inauguración: F. Criado (Coordinador del Área de Ciencias Sociales y Humanidades del CSIC), y C. Sáiz (Coordinador de RTPHC).
- 10:30-11:15 Conferencia: **“La integración interdisciplinar para la conservación del Patrimonio Histórico”** Ilmo. D. J. J. Echeverría Pérez. Director General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid.
- 11:15-11:30 Café
- 11:30-12:30 Exposición de pósters
- 12:30-13:30 Discusión de los pósters
- 13:30-15:00 Comida de trabajo
- 15:00-18:00 Reunión de los miembros de la RTPHC

Viernes 20 Junio

- 9:30 Encuentro para acreditación y entrada a Palacio Real. Puerta de Santiago. C/ Bailén
- 10:00-11:00 Conferencia: **“ El Palacio Real de Madrid: Orígenes arquitectónicos”** Ilmo. D. P. Moleón Gavilanes. Director General del Patrimonio Arquitectónico e inmueble del Patrimonio Nacional. y D. J. Hernández Ferrero, Jefe del Departamento de Arquitectura del Patrimonio Nacional
- 11:30-14:00 Visita Técnica
- 14:15 Comida de Clausura

RELACIÓN DE COMUNICACIONES DE LA 3ª REUNIÓN RTPHC	Página
Identificación, difusión y estudio de los fondos de historia de la química y la alquimia conservados en las bibliotecas del CSIC J. Pérez Pariente <i>Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC</i>	7
Conservación y restauración de la colección real de esculturas. Entre el respeto por el original y el afán de perfeccionar el original M ^a L. Tárraga Baldó <i>Departamento de Historia del Arte, Instituto de Historia del CSIC</i>	8
Los efectos del terremoto de Lisboa en el Monasterio de Santa María de Melón (Melón, Ourense) R. Blanco Rotea ¹ , B. Fernández Rodríguez ² ¹ <i>Laboratorio de Arqueología del Instituto de Estudios Gallegos Padre Sarmiento (CSIC-Xunta de Galicia)</i> ² <i>Departamento de Historia del Arte (Universidad de Santiago de Compostela)</i>	9
Caracterización de la superficie de acabados comerciales en rocas de construcción carbonáticas: Aplicación al mármol comercial Gris Pulpis (Santa Magdalena de Pulpis, Castellón) M.A. García del Cura ^{1,2} , D. Benavente ^{2,3} , A. Bernabéu ^{2,3} , R. Fort ^{1,2} , S. Ordóñez ^{2,3} ¹ <i>Instituto Geología Económica (CSIC-UCM)</i> ² <i>Unidad Asociada CSIC-UCM</i> ³ <i>Dptº Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante</i>	10
Caracterización arqueométrica de restos cerámicos (siglos xi-xii) de los Reales Alcázares de Sevilla M ^a E. Enrique Magariño ¹ , M ^a A. Ontalba Salamanca ² , A. Ramírez de Arellano López ¹ , A. Ruiz Conde ³ , P.J. Sánchez Soto ³ ¹ <i>Dpto. de Física de la Materia Condensada. Universidad de Sevilla-CSIC</i> ² <i>Centro Nacional de Aceleradores (CNA)</i> ³ <i>Instituto de Ciencia de los Materiales de Sevilla (CSIC-USE)</i>	11
Estudio del sustrato y de los pigmentos de las pinturas murales de la Iglesia de S. Andrés en Sevilla M.T. Blanco-Varela ¹ , M. Ugarte Monasterio ² , M. C. Suárez Ávila ² , F. Puertas, A. Palomo ¹ , S. Martínez-Ramírez ¹ ¹ <i>Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja</i> ² <i>Restauración de Obras de Arte, Carmona Sevilla</i>	12
Estudio analítico y de conservación-restauración de las tablas medievales de “San Antón Abad” y “San Cristóbal” del Museo de Bellas Artes de Sevilla A. Durán ¹ , M ^a B. Sigüenza ¹ , M ^a C. Jiménez ¹ , C. Gallardo ¹ , Á. Justo ¹ , F. de la Paz ² , C. Álvarez ² , J.L. Pérez-Rodríguez ¹ ¹ <i>Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla</i> ² <i>Museo de Bellas Artes de Sevilla</i>	13

- Estudio analítico de la pintura mural de Neptuno del Estanque de Mercurio del Real Alcázar de Sevilla** 14
M^aB. Sigüenza Carballo¹, J. Bueno Vargas², J.C. Roldán Saborido², A. Durán Benito¹, M^aC. Jiménez de Haro¹, A. Justo Erbez¹, J.L. Pérez Rodríguez¹
¹ Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla
² Predela, Conservación y Restauración de Obras de Arte S.L.
- Procesos de alteración de vidrios históricos en medio submarino** 15
N. Carmona¹, M. García-Heras², C. Gil³ y M.A. Villegas²
¹ Fraunhofer Institut für Silicatforschung-ISC, Würzburg. 97877 Wertheim, Alemania.
² CENIM-CSIC.
³ Fundación Centro Nacional del Vidrio. Real Fábrica de Cristales
- Estudio de la degradación del cobre en atmósferas contaminadas por ácidos orgánicos** 16
E. Cano, L. Narváez y J.M. Bastidas
 CENIM-Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC
- Técnicas nucleares aplicadas al estudio del patrimonio histórico** 17
M.A. Ontalba Salamanca¹, B. Gómez Tubio², M.A. Respaldiza³
¹ Departamento de Física, Facultad de Veterinaria y Escuela Politécnica de Cáceres, Universidad de Extremadura
² Departamento de Física Aplicada III, Escuela Superior de Ingenieros, Sevilla
³ Centro Nacional de Aceleradores, Sevilla
- Empleo de técnicas espectroscópicas para el estudio de la hidratación del cemento en presencia de aditivos hidrofugantes** 18
S. Martínez-Ramírez¹, J.V. García-Ramos², S. Sánchez-Cortés², C. Domingo²
¹ Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (CSIC)
² Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)
- Limpieza láser de superficies de interés artístico** 19
M. Castillejo¹, M. Martín¹, Mohamed Oujja¹, E. Rebollar¹, J.V. García-Ramos², M. Álvarez de Buergo³
¹ Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC)
² Instituto Estructura de la Materia (CSIC)
³ Instituto Geología Económica (CSIC-UCM)
- Discusión sobre el método de extracción de sal en materiales pétreos y propues de modelos de funcionamiento del par sustrato-sorbente: aplicación a la cartografía de sales y desalación de paramentos.** 20
B. Franco, J. Gisbert, P. Navarro, I. Mateos
 Equipo Arbotante. Dpto de Geología. Universidad de Zaragoza
- Evolución de la polimerización de tratamientos de conservación de calizas utilizadas en el patrimonio** 21
M.J. Varas¹, M. Álvarez de Buergo¹, C. Domingo², J.V. García-Ramos², S. Sánchez-Cortés², M. Gómez-Heras¹ y R. Fort¹
¹ Instituto Geología Económica (CSIC-UCM)
² Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)

Valoración de la eficacia y durabilidad de tratamientos de conservación en rocas silíceas empleadas en los monumentos de Avila y Zamora	22
A.C. Iñigo, ^{1,2} J. García-Talegón, ^{1,2} V. Rives, ^{1,3} S. Vicente-Tavera, ^{1,4} E. Molina ^{1,5}	
¹ Unidad Asociada IRNA-CSIC Salamanca/Universidad de Salamanca	
² Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC	
³ Dpto. Química Inorgánica, Universidad de Salamanca	
⁴ Dpto. Estadística, Universidad de Salamanca	
⁵ Dpto. Geología, Universidad de Salamanca	
Tratamientos de tipo inorgánico de rocas ornamentales porosas para su mejora de calidad. Aplicación a la Piedra Bateig	23
A. Bernabéu ^{1,2} , M.A. García del Cura ^{1,3} y S. Ordóñez ^{1,2}	
¹ Laboratorio Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante,	
² Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante,	
³ Instituto Geología Económica. CSIC - UCM.	
Materiales híbridos para la protección de superficies arquitectónicas	24
S.M. Mascarós, L. Alonso, J. Rubio y J.L. Oteo	
Grupo de Restauración del Departamento de Química Física de Superficies y Procesos, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC	
Materiales híbridos orgánico-inorgánicos con actividad biocida	25
S.M. Mascarós, I. García, J. Rubio y J.L. Oteo	
Grupo de Restauración del Departamento de Química Física de Superficies y Procesos. Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC	
Diseño de morteros de restauración	26
M. Louis ^{1,2} , R. Prado ¹ , Y. Spairani ¹ , E.M. García ¹	
¹ Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universidad de Alicante,	
² Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante	
Restauración del túmulo 5 de la necrópolis de Forno Dos Mouros, Coriscada (Ortigueira, A Coruña)	27
Y. Porto Tenreiro	
Laboratorio de Arqueoloxía, Instituto de Estudios Gallegos Padre Sarmiento (CSIC)	
Conservación del Patrimonio Paleontológico: Huellas fósiles sobre yesos en el yacimiento de Hoya de la Sima, Jumilla (Murcia)	28
F. Mingarro, M.C. López de Azcona, R. Fort y M. Álvarez de Buergo	
Instituto Geología Económica (CSIC-UCM)	
Puesta en valor del yacimiento de San Cibrán de Lás. Dos campañas de excavación y consolidación.	29
M.A. López Marcos, L.F. López González	
Terra – Arqueos, S.L.	
RELACIÓN DE PARTICIPANTES	30

IDENTIFICACIÓN, DIFUSIÓN Y ESTUDIO DE LOS FONDOS DE HISTORIA DE LA QUÍMICA Y LA ALQUIMIA CONSERVADOS EN LAS BIBLIOTECAS DEL CSIC.

J. Pérez Pariente

Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC

El CSIC posee un rico patrimonio bibliográfico que abarca la práctica totalidad de las disciplinas científicas. Sobresale el fondo antiguo (obras hasta 1.800), distribuido en diversos centros de la institución, la mayoría del cual ha sido convenientemente catalogado.

La clasificación por materias de los fondos antiguos posee una problemática especial, ya que la mayoría de esas obras fue realizada en épocas previas a la definición de las disciplinas científicas que conocemos en la actualidad. Así, las categorías de clasificación de libros antiguos con frecuencia no describen adecuadamente su verdadero contenido. Por este motivo, materias tales como química, física, biología, etc., no incluyen necesariamente todos los documentos relevantes de ese campo del conocimiento. Este efecto distorsionador de la clasificación de los fondos antiguos se agudiza, paradójicamente, al incorporar a los catálogos las herramientas informáticas actuales, particularmente su consulta a través de Internet

El CSIC posee un fondo documental antiguo muy notable relacionado con la historia de la química. Este es un área particularmente compleja, en la que la problemática que se acaba de exponer incide de manera especial. Las dificultades de catalogación en este caso se deben esencialmente a la enorme influencia que actividades como las que se engloban generalmente bajo el término “Alquimia” tuvieron en el origen y desarrollo de la química. Como ejemplo, un primer estudio exploratorio me ha permitido identificar al menos una veintena de materias bajo las que se clasifican los libros sobre química y alquimia, como por ejemplo química, minería, suelos, azufre, medicamentos, esoterismo, hermetismo, química analítica, magia, etc.

Los estudios más recientes reconocen la necesidad de considerar la influencia de la alquimia y otras corrientes de pensamiento no convencionales en el origen de la química, y muestran la necesidad de incorporar a nuestro acervo cultural aspectos considerados hasta ahora no sólo como marginales, sino incluso como “anticientíficos”. Este trabajo propone como objetivos la revalorización, difusión y análisis del patrimonio bibliográfico del CSIC sobre los orígenes de la química y la alquimia, y las corrientes de pensamiento que influyeron en su nacimiento y desarrollo. Tomando como base la información disponible en los catálogos y la revisión directa de los textos, se pretende elaborar en una primera etapa un censo de los documentos, sobre todo libros, relativos a esas disciplinas.

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA COLECCIÓN REAL DE ESCULTURAS. ENTRE EL RESPETO POR EL ORIGINAL Y EL AFÁN DE PERFECCIONAR EL ORIGINAL

M^a L. Tárraga Baldó

Departamento de Historia del Arte, Instituto de Historia del CSIC

El alta estima de nuestros monarcas por sus colecciones artísticas ha sido clave para preservar este preciado Patrimonio, y ha propiciado el que, a pesar de haberse producido circunstancias adversas, como fue el incendio del Alcázar madrileño, una buena parte de esta Colección haya llegado hasta nosotros.

Han jugado, también, un papel muy destacado en la conservación y restauración de la Colección Real de Esculturas el parecer e interés de determinados artistas al servicio de la realeza, principalmente, algunos escultores de Corte, así como el pintor Antonio Rafael Mengs. No han sido ajenos tampoco a la conservación de este Patrimonio escultórico algunos Directores de nuestra primera Pinacoteca. Decía uno de sus Directores, D. José de Madrazo, que: *"Las restauraciones de Escultura siempre se resienten del carácter de la época en que se ejecutan"*.

En todos los Museos de Europa se sigue, actualmente, como regla el no restaurar las obras de escultura antiguas. Se prefiere exponer los trozos o fragmentos, tales y como se sacaron de las excavaciones, y no llevar a cabo en ellas restauraciones, por considerarlas perjudiciales.

LOS EFECTOS DEL TERREMOTO DE LISBOA EN EL MONASTERIO DE SANTA MARÍA DE MELÓN (MELÓN, OURENSE)

R. Blanco Rotea¹, B. Fernández Rodríguez²

¹ Laboratorio de Arqueoloxía del Instituto de Estudos Gallegos Padre Sarmiento (CSIC-Xunta de Galicia), ² Departamento de Historia del Arte (Universidad de Santiago de Compostela)

El póster que se presentará en la 3ª Reunión de la Red Temática del Patrimonio Histórico y Cultural del CSIC, recoge los resultados de los estudios previos llevados a cabo entre el mes de agosto de 2002 y el mes de enero de 2003, en el Monasterio de Santa María de Melón (Melón, Ourense), realizados por un equipo del Laboratorio de Arqueoloxía del Instituto de Estudos Gallegos Padre Sarmiento (CSIC-XuGa) dirigido por Rebeca Blanco Rotea, y un equipo de la Universidad de Santiago de Compostela dirigido por Begoña Fernández Rodríguez. Dichos trabajos fueron conveniados entre ambos equipos y la Dirección Xeral de Turismo de la Consellería de Cultura (Xunta de Galicia) en agosto de 2002, con motivo de la restauración de dicho monasterio.

La finalidad de dichos estudios tenía tres objetivos fundamentales: por una lado, la corrección del impacto de la intervención restauradora a través de un conocimiento previo y exhaustivo del conjunto monástico; por otro lado, como objetivo arqueológico estaba la determinación de la secuencia histórica del edificio; un último objetivo patrimonial era el de valorar adecuadamente la problemática patrimonial que presenta este tipo de conjuntos monásticos gallegos, llevándose a cabo un trabajo que posibilitase conocer la morfología, delimitación de fases constructivas, funcionalidad y tipos de procesos deposicionales y postdeposicionales que permitan tratar en un futuro adecuadamente este tipo de conjuntos.

Uno de los aspectos más interesantes documentados durante los trabajos fue la constatación de que, el abandono y decadencia del monasterio no se había producido, como se pensaba *a priori*, como consecuencia de la Desamortización ni la posterior incidencia de un rayo en el conjunto monástico, sino que se había iniciado con anterioridad debido a los efectos de la incidencia del Terremoto de Lisboa (1755) en el conjunto. Este hecho se ha constatado en la fábrica a través de las lecturas y análisis efectuados en el Monasterio por ambos equipos y posteriormente se ha podido corroborar gracias a las fuentes históricas consultadas.

CARACTERIZACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ACABADOS COMERCIALES EN ROCAS DE CONSTRUCCIÓN CARBONÁTICAS: APLICACIÓN AL MÁRMOL COMERCIAL GRIS PULPIS (SANTA MAGDALENA DE PULPIS, CASTELLÓN)

M.A. García del Cura^{1,2}, D. Benavente^{2,3}, A. Bernabéu^{2,3}, R. Fort^{1,2}, S. Ordóñez^{2,3}

¹ Instituto Geología Económica (CSIC-UCM), ² Unidad Asociada CSIC-UA, ³ Dptº Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante

El Mármol Comercial Gris Pulpis (MCGP) es una caliza micrítica – microcristalina, del Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica. Es comercializada para solado y aplacado, por la Empresa Mármoles Serrat, con diferentes tipos de acabados. Entre ellos hemos escogido los cuatro tipos más universalmente utilizados, con vistas a su caracterización y al establecimiento de su comportamiento frente a los procesos de envejecimiento que afectan a los materiales pétreos una vez puestos en obra.

Los diferentes acabados son estudiados con el MEB-ES, tanto en la superficie de placas y baldosas, como en secciones perpendiculares. También se estudia cuantitativamente la rugosidad, brillo (a 85°) y ángulo de contacto con agua.

A excepción del acabado “*Pulido*”, los restantes acabados se caracterizan por presentar una heterogeneidad superficial debido a que los componentes petrográficos que tienen un mayor tamaño de cristal, como es el caso del relleno de la mayoría de las vénulas, presentan relieve respecto a los elementos más microcristalinos que constituyen la masa general (matriz) de la roca. El acabado “*Pulido*” intensifica el brillo de las superficies y afecta al color, como hemos determinado anteriormente en otros materiales coloreados. Presenta una rugosidad de $0,19 \pm 0,20 \mu\text{m}$ y un brillo de $83,57 \pm 3,92$.

El acabado “*Flameado*” se caracteriza por la aparición de pequeños procesos de descamación y planos de discontinuidad paralelos a la superficie, que introducen tonalidades más claras distribuidas de forma discontinua en la superficie. Este proceso puede llegar a afectar a la sílice microcristalina presente en la roca. Su rugosidad es $11,49 \pm 2,17 \mu\text{m}$ y su brillo $0,89 \pm 0,22$.

En el acabado “*Al ácido*” denominado comercialmente “*Matizado*”, se disuelve micrita y se pueden observar estructuras de disolución en los mesocristales y macrocristales que rellenan vénulas. Este acabado también afecta preferentemente a las zonas de estilolitos de la superficie de las piezas. En el MCGP este proceso también tiene un efecto de resalte y/u homogenización del color. La rugosidad de este acabado es $1,01 \pm 0,36 \mu\text{m}$ y el brillo $10,15 \pm 1,64$.

El acabado “*Apomazado*”, mantiene el color de la roca y le da una textura “sacaroidea” y un aspecto, observado con MEB-ES, que coincide con el de la fractura fresca de la roca. Su rugosidad es $8,88 \pm 0,28 \mu\text{m}$ y el brillo $11,34 \pm 3,75$.

CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE RESTOS CERÁMICOS (SIGLOS XI-XII) DE LOS REALES ALCÁZARES DE SEVILLA

M^aE. Enrique Magariño¹, M^aA. Ontalba Salamanca², A. Ramírez de Arellano López¹, A. Ruiz Conde³, P.J. Sánchez Soto³

¹ Dpto. de Física de la Materia Condensada. Universidad de Sevilla-CSIC, ² Centro Nacional de Aceleradores (CNA), ³ Instituto de Ciencia de los Materiales de Sevilla (CSIC-USE)

Los Reales Alcázares de Sevilla fueron la sede de los dignatarios y príncipes musulmanes de la Sevilla islámica y, desde 1248 hasta nuestros días, corte de los reyes castellanos en la ciudad hispalense. Junto a la Catedral y el Archivo de Indias son los únicos monumentos de la ciudad de Sevilla inscritos por la UNESCO como Bien del Patrimonio de la Humanidad.

El objeto del presente estudio es la caracterización de los materiales e investigación de la tecnología de fabricación de las cerámicas de los siglos XI-XII halladas en las excavaciones arqueológicas que, de forma periódica y sistemática, se realizan en los Reales Alcázares de Sevilla.

Las técnicas empleadas en este estudio son: Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Espectroscopía Dispersiva de Rayos X (EDS), Difracción de Rayos X (DRX) y Emisión de Rayos X Inducido por Partículas (PIXE).

Mediante la información aportada por estas técnicas, se ha realizado la caracterización de las pastas cerámicas, vidriados, pigmentos y engobes, lo que ha permitido identificar los materiales empleados para la fabricación de la cerámica musulmana de los siglos XI-XII, así como la tecnología aplicada en esa época. Se presentan los principales resultados obtenidos en este estudio y se discuten algunas correlaciones obtenidas que son de interés para posteriores etapas de esta investigación.

Agradecimientos: A la Junta de Andalucía, III Plan Andaluz de Investigación, por su apoyo económico al Grupo de Investigación TEP-204 (Investigador Responsable Dr. P.J. Sánchez Soto) y al Proyecto del Plan Nacional de Materiales MAT2002-02549.

ESTUDIO DEL SUBSTRATO Y DE LOS PIGMENTOS DE LAS PINTURAS MURALES DE LA IGLESIA DE S. ANDRÉS EN SEVILLA.

M.T. Blanco-Varela¹, M. Ugarte Monasterio², M. C. Suárez Ávila² F. Puertas, A. Palomo¹, S. Martínez-Ramírez¹

¹ Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, ² Restauración de Obras de Arte, Carmona Sevilla

Se trata de una superficie pintada de 130 m², planteada como cúpula de media naranja, sobre lunetos y pechinas. La capa pictórica es aplicada sobre morteros de cal secos y pulidos. Cabe destacar la utilización de veladuras blancas –yeso- sobre la mayoría de los colores, así como veladuras coloreadas suavemente utilizando pigmentos en determinadas zonas. Toda la superficie estaba cubierta por una capa de temple gris en una o varias manos, pobremente adherida a la capa pictórica. Al levantar la capa de temple se descubren las pinturas murales que podrían ser atribuidas a Juan Valdés Leal, aspecto este que está actualmente en estudio.

El trabajo se plantea en una doble vertiente, primero caracterizar los morteros que sustentan las pinturas que cubren algunas zonas de la Iglesia, (cúpula, bóvedas bajas, etc), y segundo analizar los pigmentos utilizados en la ejecución de las pinturas.

Se efectuó una visita de inspección en la que se tomaron muestras a tres alturas: en la cúpula (primer nivel), en la zona de lunetos y pechinas (segundo nivel), y en las bóvedas bajas (tercer nivel). Se tomaron 21 muestras de pigmentos de diferente coloración, en las pinturas que cubren la cúpula, bóvedas, etc. en los tres niveles anteriormente señalados. Del estudio de la capa pictórica se deduce: Los pigmentos azules son vidrios de sílice cuyo fundente principal es el óxido de potasio, (con cantidades variables de CaO), y cuyos elementos cromóforos son Fe, Co, Ni y As. El elemento cromóforo de los pigmentos rojos, de encarnadura y amarillo es el Fe. Se podría tratar de distintas tierras o tierras tostadas frecuentemente usadas en pintura. Se trataría pues de distintos minerales arcillosos, que contienen Fe y/o están mezclados con óxido de hierro rojo. Las muestras blancas están constituidas por un mortero de cal sin apenas árido. En estas muestras, no se ha encontrado plomo, que ha sido usado con frecuencia como pigmento blanco. El elemento cromóforo de los pigmentos verdes es el cobre, previsiblemente procedente de Malaquita. Los espectros EDX de la mayor parte de las muestras revelan la presencia de yeso en la superficie pictórica. Este yeso no procede del mortero base, y podría proceder de una mezcla con los pigmentos originales, para facilitar su adherencia al sustrato, o ser resto de un posterior enlucido que se hubiese aplicado sobre las pinturas.

Se tomaron también 5 muestras de morteros, algunas de las cuales estaban constituidas por varias capas, en los distintos niveles de las pinturas murales ya descritos. De su estudio se concluye que el ligante de todas las muestras de morteros tomadas es el CaCO₃, procedente de la carbonatación de la cal, se trata pues de morteros de cal. Todas las muestras contienen como fases minoritarias yeso y nitratos. Existen tres capas de mortero, la mas interna y en ocasiones la media tiene una relación árido: ligante 1:2; la capa externa es mas rica en ligante siendo dicha relación 1:15.

ESTUDIO ANALÍTICO Y DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE LAS TABLAS MEDIEVALES DE “SAN ANTÓN ABAD” Y “SAN CRISTÓBAL” DEL MUSEO DE BELLAS ARTES DE SEVILLA

A. Durán¹, M^aB. Sigüenza¹, M^aC. Jiménez¹, C. Gallardo¹, Á. Justo¹, F. de la Paz², C. Álvarez², J.L. Pérez-Rodríguez¹

¹ Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, ² Museo de Bellas Artes de Sevilla

En el trabajo, se ha estudiado la composición de una serie de muestras procedentes de dos tablas medievales expuestas en el Museo de Bellas Artes, “San Antón Abad” y “San Cristóbal”, de autor anónimo, seguidor de Juan Sánchez de Castro, y datadas hacia el año 1480.

Se han extraído quince muestras en diferentes partes de las mismas, once de San Antón Abad y cuatro de San Cristóbal. Para su estudio se han empleado técnicas de microscopía óptica, difracción de rayos X, espectroscopía IR (modos transmisión y reflexión con microscopio incorporado), y microscopía electrónica de barrido con análisis elemental por energía dispersiva de rayos X.

Como capa de preparación sobre la madera se ha detectado yeso, y sobre él, una capa de imprimación de albayalde y la capa pictórica propiamente dicha (rojos, ocre, blancos, azules, verdes y negros). Se han detectado pigmentos como cinabrio, bol rojo, azurita, malaquita, negro marfil y varias lacas orgánicas y, en al menos tres muestras (1, 2 y 5), pigmentos modernos como litopón, cochinilla o litopón de cadmio rojo, indicadores de repintes posteriores a la fecha inicial de ejecución de la obra. Por otra parte, a lo largo del siglo XV se produjo una transformación gradual de la pintura de temple a óleo, y de la tabla al lienzo, y las tablas estudiadas se encuadran en este período, hacia 1480, empleándose en las mismas una técnica pictórica mixta de temple oleoso, detectada en el estudio.

Ante el estado de conservación deficiente que presentan las pinturas, el Museo de Bellas Artes de Sevilla está procediendo a su restauración, recuperando la estabilidad de los distintos elementos alterados, devolviendo la consistencia a los estratos disgregados, controlando factores como focos de humedad o el ataque biológico, labores que culminarán con la recuperación de la imagen estética mediante el tratamiento de limpieza de las pinturas y la reintegración cromática.

ESTUDIO ANALÍTICO DE LA PINTURA MURAL DE NEPTUNO DEL ESTANQUE DE MERCURIO DEL REAL ALCÁZAR DE SEVILLA.

M^aB. Sigüenza Carballo¹, J. Bueno Vargas², J.C. Roldán Saborido², A. Durán Benito¹, M^aC. Jiménez de Haro¹, A. Justo Erbez¹, J.L. Pérez Rodríguez¹

¹ Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, ² Predela, Conservación y Restauración de Obras de Arte S.L.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la programación de conservación-restauración que el Real Alcázar de Sevilla lleva a cabo, se están restaurando los revestimientos y pinturas murales del Estanque de Mercurio. Es una intervención necesaria ante el lamentable estado de conservación que presentan para recuperar la estabilidad de los distintos elementos alterados.

En este trabajo se presentan los resultados de los análisis químicos del estrato de color de la pintura de Neptuno, como ejemplo de la especial problemática de estas pinturas murales.

METODOLOGÍA

Para el conocimiento de las pinturas a intervenir se ha creado un equipo multidisciplinar en el que distintos profesionales (restauradores-conservadores, químicos e historiadores), han aportado los datos imprescindibles para establecer una metodología de intervención de los distintos elementos decorativos.

TÉCNICAS DE ANÁLISIS APLICADAS

Las técnicas empleadas han sido: Microfotografía Óptica, Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y Análisis por Energía Dispersiva de Rayos X (EDX), Espectroscopía y Microscopía de Infrarrojos (IR), Difracción de Rayos X (DRX).

RESULTADOS

Se ha confirmado que gran parte de las alteraciones del estrato de color provienen de restauraciones anteriores. Así, se ha detectado yeso que está produciendo sales que cristalizan en superficie, descohesionando y modificando las tonalidades de la capa de color. También se ha detectado una gran presencia de sustancias orgánicas que se alteran fácilmente al descomponerse. Respecto a los pigmentos empleados se identifica su naturaleza: los rojos y carnaciones son silicoaluminato cálcico y óxido de hierro, los ocreos son óxidos de hierro, los blancos son albayalde, calcita y yeso, los azules son orgánicos y silicoaluminatos, los negros son de carbón de madera y sulfuro de hierro. Además se han confirmado la existencia de restauraciones no datadas, como aquella en la que se empleó una gran cantidad de bario (barita) como material consolidante de los morteros disgregados, elemento presente prácticamente en todas las muestras.

PROCESOS DE ALTERACIÓN DE VIDRIOS HISTÓRICOS EN MEDIO SUBMARINO

N. Carmona¹, M. García-Heras², C. Gil³ y M.A. Villegas²

¹ *Fraunhofer Institut für Silicatforschung-ISC*, ² *CENIM-CSIC*, ³ *Fundación Centro Nacional del Vidrio. Real Fábrica de Cristales*.

Entre la amplia variedad de materiales históricos, el vidrio suele ser uno de los que más frecuentemente se estudia cuando se halla asociado a excavaciones arqueológicas, vidrieras históricas u otros objetos de vidrio conservados en museos y otras instituciones. Sin embargo, el estudio del deterioro experimentado por los vidrios históricos de procedencia subacuática es todavía una especialidad poco habitual y prácticamente desconocida. Los vidrios sometidos a medios submarinos experimentan un proceso de deterioro recurrente que provoca, en una primera etapa en medio neutro, la extracción de iones alcalinos y posteriormente, cuando el pH del medio aumenta localmente debido al ataque hidrolítico, la destrucción del retículo vítreo a través de un ataque en medio básico que conlleva la pérdida de los óxidos formadores del propio vidrio.

Puesto que los vidrios históricos procedentes de medios subacuáticos suelen presentar una gran fragilidad desde el punto de vista mecánico, el presente trabajo se planteó como un estudio del comportamiento químico de distintos tipos de vidrio en un medio submarino simulado. Para ello se preparó una disolución con una composición semejante, aunque mucho más concentrada, a la del agua marina y en ella se sumergieron cinco vidrios de 3 sistemas distintos de composición (silicato sódico cálcico, silicato potásico cálcico y vidrio cristal al plomo), seleccionados como los más representativos entre los que pueden encontrarse en objetos históricos de procedencia subacuática. Los ensayos de ataque acelerado se llevaron a cabo en caliente y en frío a través de una serie de ciclos, tras los cuales los vidrios se extrajeron y estudiaron con diversas técnicas analíticas como microscopía óptica (MO) y electrónica (MEB), espectrometría de rayos X de dispersión de energías (EDX), fluorescencia de rayos X (FRX) y difracción de rayos X (DRX).

El comportamiento de los vidrios estudiados en los ensayos de resistencia química en medio submarino simulado resultó ser paralelo al que presentan cuando se someten a otros medios agresivos (humedad, aire contaminado, suelos, etc.). Además, cuanto mayor es su contenido de PbO mayor es la extracción de este óxido, ya que se produce la estabilización de los iones Pb²⁺ como plumbatos en el medio acuoso a pH básico.

ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DEL COBRE EN ATMÓSFERAS CONTAMINADAS POR ÁCIDOS ORGÁNICOS

E. Cano, L. Narváez y J.M. Bastidas.

CENIM-Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CSIC

Como primer paso para establecer los procedimientos para la conservación preventiva de los objetos que componen el Patrimonio Histórico y Cultural, es necesario conocer los factores que causan su deterioro. En este sentido, en los últimos años se ha despertado un gran interés en el estudio de la contaminación del aire en el interior de museos y archivos. Este interés ha permitido comprobar que los ácidos orgánicos volátiles son unos de los principales contaminantes presentes en este tipo de ambientes. Sin embargo, aun no está claro como pueden afectar dichos contaminantes a muchos de los materiales objeto de conservación.

El objetivo de esta comunicación es hacer un estudio comparativo de la corrosión del cobre (uno de los metales, puro o en aleación, más importantes desde el punto de vista del Patrimonio) ocasionada por los vapores de los principales ácidos orgánicos presentes en atmósferas interiores: los ácidos fórmico [HCOOH], acético [CH₃COOH], propiónico [CH₃CH₂COOH] y butírico [CH₃(CH₂)₂COOH].

En esta comunicación se presentan los resultados de corrosión del cobre expuesto a diferentes concentraciones de dichos ácidos (0-300 ppm) al 100% de humedad relativa, en tiempos cortos de exposición. Se han utilizaron técnicas gravimétricas para cuantificar la corrosión, y microscopía electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía fotoelectrónica de rayos-X (XPS) para la caracterización de los productos de corrosión formados.

TÉCNICAS NUCLEARES APLICADAS AL ESTUDIO DEL PATRIMONIO HISTÓRICO

M.A. Ontalba Salamanca¹, B. Gómez Tubio², M.A. Respaldiza³

¹ Departamento de Física, Facultad de Veterinaria y Escuela Politécnica de Cáceres, Universidad de Extremadura, ² Departamento de Física Aplicada III, Escuela Superior de Ingenieros, Sevilla, ³ Centro Nacional de Aceleradores, Sevilla

Las técnicas de análisis basadas en el uso de haces de iones obtenidos mediante aceleradores de partículas, conocidas como técnicas IBA (*Ion Beam Analysis*), se han mostrado muy útiles para la caracterización de materiales debido a su carácter multielemental, no destructivo y su alta sensibilidad. De hecho, han sido aplicadas para el estudio de una gran variedad de materiales y han fomentado el trabajo interdisciplinario en muy diversos campos de la ciencia mostrando siempre una gran potencialidad.

En relación a los estudios sobre el Patrimonio Histórico las aplicaciones pueden ser muy diversas: identificación de las tecnologías de fabricación de artefactos y del uso de herramientas encontradas en los yacimientos, conocimiento de las fuentes de materias primas para estudios de procedencia y relaciones comerciales en distintas regiones geográficas, estudios de autenticidad o refutación de obras de arte, evaluación de estados de deterioro, obtención de información para una selección adecuada de los métodos de restauración y conservación,...

La aplicación de las técnicas IBA hace necesario el uso de aceleradores de partículas, capaces de imprimir una gran energía a iones que al interactuar sobre el material a estudiar provocan la emisión de señales de distinto tipo cuyo registro permite conocer la composición elemental y la distribución de los elementos en la muestra. En este trabajo mostramos el análisis de distintos tipos de materiales con procedencia y problemática muy diversa utilizando, fundamentalmente, la técnica PIXE (*Particle Induced X-ray Emission*) en las diferentes modalidades de macro y microhaz. Los dispositivos necesarios para ello están disponibles en nuestro país gracias a la instalación del acelerador Pelletron de 3 MV en el Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla. Como técnica complementaria hemos utilizado la técnica de fluorescencia de rayos X (XRF).

EMPLEO DE TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS PARA EL ESTUDIO DE LA HIDRATACIÓN DEL CEMENTO EN PRESENCIA DE ADITIVOS HIDROFUGANTES

S. Martínez-Ramírez ¹, J.V. García-Ramos ², S. Sánchez-Cortés ², C. Domingo ²

¹ *Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (CSIC)*, ² *Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)*

El Patrimonio Histórico-Artístico del siglo XX ha estado construido en su mayoría por cemento y hormigón. La penetración de agua en estos materiales puede ocasionar diferentes problemas. Entre las soluciones que se plantean se encuentra la de adicionar aditivos que hagan al material hidrofugante. En general, se definen los aditivos (1) como productos químicos, sólidos, líquidos o suspensiones que añadidos al hormigón en cantidades no superiores al 5% permiten modificar alguna propiedad específica del material. Los hidrofugantes evitan la penetración de agua en el material actuando de diferentes formas, siendo una de las más empleadas la utilización de productos que reaccionando con el Ca(OH)_2 de la pasta de cemento hidratado.

Se ha demostrado que las técnicas espectroscópicas son una herramienta de gran utilidad para estudiar los procesos de hidratación de las pastas de cemento en presencia de diferentes aditivos (2-5). En ese trabajo utilizaremos la espectroscopia Raman y RMN para estudiar la hidratación del cemento en presencia de un hidrofugante *.

-
- * [1] A.M. Neville. Properties of Concrete 4th Ed. Addison Wesley Longman Limited.
[2] A. Stoch; M. Zdaniewicz; Cz. Paluszkievicz. J. of Molecular Structure 511-512 (1999) 319-325
[3] M.Y.A. Mollah; W. Yu; R. Schemach; D.L. Cocke. Cem. Concr. Res. 30 (2000) 267-273
[4] Z. Lu and X. Zhou. Cem. Concr. Res. 30 (2000) 227-231
[5] C. Miliani; M. Ombelli; A. Mornesi, A. Romani. Surf. CoatingsTech. 151-152 (2002) 276-280

LIMPIEZA LÁSER DE SUPERFICIES DE INTERÉS ARTÍSTICO

M. Castillejo¹, M. Martín¹, M. Oujja¹, E. Rebollar¹, J.V. García-Ramos², M. Álvarez de Buergo³

¹ Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC, ² Instituto de Estructura de la Materia, CSIC,

³ Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM

El procedimiento óptimo de limpieza láser de superficies artísticas permite la eliminación de capas externas sin ocasionar daño a las capas subyacentes. Los parámetros específicos de longitud de onda, energía y duración de los pulsos láser, su número y fluencia, han de ser ajustados y optimizados en cada aplicación individual. En particular, la longitud de onda es un parámetro crucial porque determina el mecanismo que rige la interacción entre la radiación láser y los materiales del sustrato.

En trabajos recientes [1,2] hemos investigado el efecto de la longitud de onda para la limpieza láser de varios tipos de superficies de interés artístico. Se caracterizaron las condiciones adecuadas para la limpieza de policromías sobre soporte lúneo, expresión artística muy abundante en nuestro país, utilizando un láser de Nd:YAG a la longitud de onda fundamental y sus armónicos (1064, 532, 355 y 266 nm). Para la determinación de las modificaciones inducidas en la superficie tras la irradiación, se utilizaron técnicas de espectroscopía láser óptica (*laser-induced fluorescence*, LIF y *laser-induced breakdown spectroscopy*, LIBS) y vibracional (FT-Raman y FT-IR). La irradiación en el UV a 266 nm resultó en un claro efecto de limpieza para las superficies pintadas en rojo (bermellón), verde (verdigris) y amarillo (oropimento). Se observó que la irradiación a mayor longitud de onda induce procesos de decoloración. Este trabajo ha demostrado que la utilización conjunta de las técnicas mencionadas constituye un potente instrumento de identificación de los materiales de las capas pictóricas (pigmentos, medio ligante, etc).

Se ha estudiado asimismo el efecto de la longitud de onda del láser para la eliminación de tratamientos hidrofugantes Paraloid B-72 y Tegosivin HL-100 sobre piedra caliza. En este caso se utilizaron técnicas de colorimetría, rugosimetría y microscopía electrónica de barrido para evaluar los efectos sobre las superficies de piedra. Los mejores resultados se obtuvieron tras la irradiación en el UV cercano a 355 nm. La radiación fundamental del láser de Nd:YAG resultó asimismo efectiva para la eliminación de los tratamientos, pero induce procesos de alteración térmica de los cristales de calcita constituyentes de la piedra caliza.

Se agradece la colaboración de Fernando Guerra-Librero de CORESAL (Madrid).

Referencias

[1] M. Castillejo, M. Martín, M. Oujja, E. Rebollar, C. Domingo, J.V. García-Ramos, S. Sánchez-Cortés, "Effect of wavelength on the laser cleaning of polychromes on wood", *Journal of Cultural Heritage* (2003), en prensa.

[2] M. Gómez-Heras, M. Álvarez de Buergo, E. Rebollar, M. Oujja, M. Castillejo, R. Fort, "Laser removal of water repellent treatments on limestone", enviado a *Applied Surface Science* (2003).

DISCUSION SOBRE EL METODO DE EXTRACCION DE SAL EN MATERIALES PETREOS Y PROPUESTA DE MODELOS DE FUNCIONAMIENTO DEL PAR SUSTRATO-SORBENTE: APLICACION A LA CARTOGRAFIA DE SALES Y DESALACION DE PARAMENTOS

B. Franco, J. Gisbert, P. Navarro, I. Mateos

Equipo Arbotante. Dpto de Geología. Universidad de Zaragoza

Para investigar la dinámica existente entre un sustrato pétreo poroso y una papeta de celulosa (arbocecell de fibra larga), hemos realizado una serie de experimentos con piedra arenisca, tanto libre de sales, como con una cantidad conocida de ellas.

Para el control y seguimiento de los experimentos se ha diseñado y fabricado una sonda para un conductivímetro que permite medir sobre superficies húmedas. El resultado último de estos experimentos ha conducido a la elaboración de un modelo cualitativo de la cinética del reparto del agua entre el par sustrato- sorbente. También sugiere el momento más adecuado para que al retirar la papeta se produzca la máxima extracción de sal del sustrato.

a) En arbocecell de fibra larga sobre sustrato permeable existen flujos-reflujos de humedad hacia la superficie cada 30-40 minutos.

b) Para la desalación de un material pétreo esto implica que la cantidad de sal presente en la papeta oscila durante el proceso de secado. El momento de máxima concertación de sal en el apósito se produce en torno a los 10 primeros minutos. El tiempo exacto puede calcularse experimentalmente en cada caso.

c) La máxima extracción de sal se consigue colocando la papeta sobre el sustrato seco y retirándola al final de ese intervalo de aproximadamente 10 minutos. El proceso puede repetirse varias veces siempre que en los intervalos se deje secar perfectamente la pieza a desalar.

Esta investigación ha permitido poner a punto un método de cartografía de sales sobre paramentos basado en la concentración salina en una red de puntos que posteriormente se interpolan con isolíneas. Hemos desarrollado diversos tipos de obleas para utilizar en función de las características del sustrato pétreo para aunar la rapidez en la medida y la exactitud del dato.

Finalmente hemos desarrollado una metodología para la desalación. Esta última incluye — además de una estimación de los tiempos idóneos para la retirada de la papeta—, un sistema industrial para desalar grandes superficies.

Los experimentos y la metodología los ilustramos dos cartografías de sales: un ejemplo en la valla del Paraninfo en la Universidad de Zaragoza y otro en las pinturas de Francisco de Goya en la cúpula *Regina Martirum* del Pilar.

EVOLUCIÓN DE LA POLIMERIZACIÓN DE TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN DE CALIZAS UTILIZADAS EN EL PATRIMONIO

M.J. Varas¹, M. Álvarez de Buergo¹, C. Domingo², J.V. García-Ramos², S. Sánchez-Cortés², M. Gómez-Heras¹ y R. Fort¹.

¹ Instituto Geología Económica (CSIC-UCM), ² Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)

Uno de los problemas que surgen al utilizar tratamientos consolidantes e hidrofugantes para la conservación de materiales pétreos se basa en el hecho de la falta de un conocimiento profundo acerca de los procesos de polimerización que se producen en la piedra al ser impregnada con estos tratamientos. Además, no se suele conocer cuándo el proceso de transformación/polimerización se ha completado, lo cual es importante cuando los tratamientos se aplican en sucesivas aplicaciones, o cuando tras la aplicación de un consolidante se lleva a cabo la aplicación de otro tipo de tratamiento (e.g. hidrofugantes, antipintadas/antigrafiti); además, antes de aplicar los productos en obra, se recomienda haber realizado ensayos en laboratorio sobre la idoneidad, eficacia y durabilidad de los mismos. El desconocimiento de estos tiempos de polimerización pueden dejar sin validez los resultados que se obtengan en laboratorio para la selección del producto más adecuado a aplicar a un material pétreo determinado. Por ello el objeto de este trabajo ha sido el de llevar a cabo un control y seguimiento de la evolución de los tratamientos de consolidación e hidrofugación aplicados a materiales carbonatados mediante técnicas de análisis espectroscópicas y microscópicas.

Mediante espectroscopía y microscopía Raman con excitación láser a 1064 nm y 785 nm, respectivamente, se han seguido los cambios de los tratamientos con el tiempo, tanto sobre soportes de vidrio como sobre las muestras pétreas. La utilización de la microscopía electrónica de barrido ha permitido realizar un seguimiento controlado de las muestras pétreas impregnadas con objeto de establecer los cambios y transformaciones que se observaran con el paso del tiempo. Ambos tipos de técnicas han estado complementados por la medida de una serie de propiedades encaminadas a determinar las variaciones antes y después de la impregnación de la piedra con los productos, y en segundo lugar, intentar detectar los mínimos cambios en la evolución del curado de los tratamientos aplicados.

Para llevar a cabo este trabajo se ha utilizado una caliza (biocalcarenita) conocida como material de construcción en la Península Ibérica desde el siglo XII. Procede de las canteras de Bateig (Alicante). Respecto a los tratamientos utilizados, se ha empleado 1 consolidante a base de ésteres del ácido silícico y 1 hidrofugante constituido por polisiloxanos modificados de bajo peso molecular.

VALORACIÓN DE LA EFICACIA Y DURABILIDAD DE TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN EN ROCAS SILÍCEAS EMPLEADAS EN LOS MONUMENTOS DE AVILA Y ZAMORA

A.C. Iñigo,^{1,2} J. García-Talegón,^{1,2} V. Rives,^{1,3} S. Vicente-Tavera,^{1,4} E. Molina^{1,5}

¹ Unidad Asociada IRNA-CSIC Salamanca/Universidad de Salamanca, ² Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, ³ Dpto. Química Inorgánica, Universidad de Salamanca, ⁴ Dpto. Estadística, Universidad de Salamanca, ⁵ Dpto. Geología, Universidad de Salamanca

Los tratamientos de conservación sobre materiales pétreos deben ser "no agresivos", respetando sus propiedades físico-químicas, mineralógicas y su aspecto estético (color). En este trabajo, se han seleccionado dos variedades de rocas silíceas (granito silicificado ocre, M-3; arenisca silicificada, Z-1) ampliamente empleadas en la construcción y restauraciones de los monumentos de Avila y Zamora. Es por ello, que han sido elegidos para evaluar la eficacia y durabilidad de diferentes tratamientos de conservación silicoorgánicos (alcoxi-silanos y/o polisiloxanos). Estos materiales pétreos se caracterizan por presentar una mineralogía, cuyos componentes principales son ópalo, silicatos laminares 2:1 y 1:1 y cuarzo.

La eficacia de los tratamientos de conservación (RC-70, RC-80 y H-224), aplicados a estas dos variedades, se ha determinado mediante las propiedades hídricas (porosidad libre, coeficiente de imbibición, coeficiente de absorción capilar, etc.) y la medida de las coordenadas cromáticas (L^* , a^* , b^*). De los resultados obtenidos se deduce que el RC-80 es el tratamiento más eficaz debido a que posee componentes con acción hidrofuga (polisiloxanos) y consolidante (alcoxi-silanos). Los valores cromáticos (ΔE^* , ΔL^* , Δa^* , Δb^*) indican un ligero oscurecimiento de las probetas tratadas en todos los casos.

Para evaluar la durabilidad de los tratamientos, se han determinado las propiedades hídricas y de color sobre probetas tratadas tras ser sometidas a ciclos de envejecimiento artificial de hielo/deshielo y frío/calor (-20°C a 110°C), con el fin de simular los efectos de los procesos propios de estas zonas (termoclastia y gelifracción). Tras su realización, en todos los casos han aumentado la capacidad de circulación de fluidos a través de sus sistemas porosos.

TRATAMIENTOS DE TIPO INORGÁNICO DE ROCAS ORNAMENTALES POROSAS PARA SU MEJORA DE CALIDAD. APLICACIÓN A LA PIEDRA BATEIG

A. Bernabéu^{1,2}, M.A. García del Cura^{1,3} y S. Ordóñez^{1,2}

¹ Laboratorio Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC–Universidad de Alicante,

² Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante,

³ Instituto Geología Económica. CSIC - UCM.

La mejora de calidad de rocas ornamentales porosas, de forma previa a su comercialización, tiene una gran importancia para la prevención de su degradación. En nuestro trabajo, se ha intentado obtener esta mejora de calidad, mediante la generación de un fase mineral en el interior del sistema poroso como material cementante, y se ha aplicado a la Piedra Bateig, (una biocalcarenita, históricamente conocida como Piedra de Novelda).

Para evaluar la mejora de calidad se ha estimado la cohesión interna del material, mediante ensayos de resistencia a flexión y ensayos de cristalización de sales.

Se han utilizado dos métodos para generar la fase cementante: a) Precipitación a partir de disolución de hidróxido cálcico, en ambiente controlado y b) Precipitación electroquímica.

En el primer caso en algunos experimentos se adicionaron cantidades variables de Mg^{2+} en la disolución. Como metodología para los tratamientos se utilizó la capilaridad.

Los datos de DRX y MEB de los precipitados generados comprobaron los datos termodinámicos, según los cuales para disoluciones saturadas en $Ca(OH)_2$ y en el rango de pH de la disolución ($pH \approx 12$), la especie predominante formada es la portlandita. Para disoluciones subsaturadas en $Ca(OH)_2$, acidificadas con CO_2 ($pH \approx 5$), está favorecida la precipitación del $CaCO_3$. En la mayoría de los casos el tamaño predominante de los cristales de calcita formados corresponde a micrita, ($\leq 1\mu m$), lo que conlleva que el efecto de cementación no haya producido la mejora deseable de las características mecánicas del material.

En el segundo caso se ha seguido un método basado en la utilización del material pétreo como separador de compartimentos de un reactor electroquímico. Escogiendo adecuadamente las disoluciones de anolito y catolito, los iones migran a través del sistema poroso y precipita una fase mineral insoluble en su interior. Una de las fases minerales que ha demostrado ser más adecuada ha sido el fosfato de bario, debido a su insolubilidad en el rango de pH de trabajo. Así mismo, los iones empleados Ba^{2+} y PO_4^{3-} , no forman parte de la composición del material pétreo, lo que facilita su identificación.

Los resultados obtenidos muestran que el fosfato de bario, precipita únicamente en una pequeña zona de la sección del material cerca de la superficie, lo que conlleva que la mejora de las propiedades esté limitada a dicha zona. (*Trabajo parcialmente subvencionado por el Proyecto MAT2000-074. Agradecemos a Bateig, Piedra Natural el suministro del material pétreo.*)

MATERIALES HÍBRIDOS PARA LA PROTECCION DE SUPERFICIES ARQUITECTONICAS

S.M. Mascarós, L. Alonso, J. Rubio y J.L. Oteo

Grupo de Restauración del Departamento de Química Física de Superficies y Procesos, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC

La experiencia de nuestro grupo en el desarrollo tecnológico de materiales nanocomposites ha llevado a la aplicación de muchos materiales híbridos en el campo de la protección y la conservación del patrimonio. Ya han sido aplicados en las superficies de edificios modernos que sufren una degradación rápida debida, en ocasiones, al vandalismo con pintadas de graffiti.

Los silicatos modificados orgánicamente (Ormosil) se utilizan como material protector. El material obtenido por la hidrólisis y la polimerización de los componentes es muy homogéneo. De este modo se pueden obtener materiales híbridos orgánico-inorgánicos, cuyas características se diseñan cambiando las materias primas y las condiciones de preparación,. Los materiales están preparados en condiciones muy suaves (temperatura ambiente, medios no ácidos...). El sol obtenido se puede aplicar directamente en cualquier tipo de material pétreo.

Los tiempos de gelificación y secado se han estudiado en función del alcóxido metálico y del disolvente empleados. La textura de estos materiales ha sido estudiada por adsorción de N_2 comprobando que el material muestra una de estructura mesoporosa. La reacción de hidrólisis ha sido estudiada mediante FTIR por evaluación del incremento del área del pico a 881 cm^{-1} correspondiente (CH_3 vibración en etanol).

El componente inorgánico contribuye a las propiedades de consolidación de estos materiales, mientras que la parte hidrofóbica orgánica les proporciona características hidrofóbicas y facilita la protección de la superficie frente a la corrosión ambiental, ya que el aumento en la energía superficial da lugar a variaciones en el ángulo de contacto con agua y otros líquidos. Esto hace que las lacas y tintas de los graffiti no mojen la superficie y proporciona al sistema interesantes características antivandalismo.

MATERIALES HÍBRIDOS ORGÁNICO-INORGÁNICOS CON ACTIVIDAD BIOCIDA

S.M. Mascarós, I. García, J. Rubio y J.L. Oteo

*Grupo de Restauración del Departamento de Química Física de Superficies y Procesos.
Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC*

Los compuestos híbridos orgánico-inorgánicos se obtienen mediante el método sol-gel. Este proceso se realiza mediante una mezcla de soluciones líquidas de los precursores a temperaturas bajas. Estas condiciones suaves de reacción facilitan la incorporación de componentes orgánicos y de moléculas muy sensibles a la temperatura, como biocidas, pesticidas, repelentes e incluso otras biomoléculas como proteínas, anticuerpos o enzimas.

La incorporación de moléculas bioactivas como fungicidas o repelentes, confieren al material propiedades biológicas muy interesantes. La incorporación puede hacerse mediante dos vías: la vía química, en la que el componente bioactivo se libera por ruptura de enlaces, y la vía física en la que la dosificación se realiza por difusión.

En este trabajo se describe la incorporación por vía física de un fungicida, el acetato de dodine, al material híbrido antivandálico en presencia de alcohol. El sólido obtenido mantiene las propiedades del material de partida a las que se añade la propiedad biocida.

Se han preparado compuestos con hasta 8% en peso de acetato de dodine, y se ha observado mediante espectroscopia infrarroja y microscopía que el fungicida se ha repartido homogéneamente en toda la matriz polimérica.

Se han realizado ensayos de control de crecimiento de hongos sobre el mismo que nos permitirán determinar la vida media de este tipo de materiales. Las pruebas preliminares realizadas muestran la eficacia de la dosificación controlada del fungicida. La superficie adquiere propiedades biocidas, además de conservar su transparencia y sus propiedades antivandálicas e hidrofugantes.

DISEÑO DE MORTEROS DE RESTAURACIÓN

M. Louis^{1,2}, R. Prado¹, Y. Spairani¹, E.M. García¹

¹ *Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universidad de Alicante,*

² *Unidad Asociada CSIC-Universidad de Alicante*

La búsqueda de soluciones en los morteros de restauración, tanto para evitar la humedad como para eliminar o inhibir la acción de las sales solubles y frenar así la pérdida del Patrimonio Arquitectónico, es hoy en día de gran interés.

En este tipo de revestimientos prima la durabilidad sobre la resistencia mecánica por lo que las características básicas que deben reunir son las siguientes: Fácil trabajabilidad, Fraguado rápido en ambientes tanto secos como húmedos, Retracción lenta durante el fraguado, Características mecánicas, térmicas y porosidad similares a las del material junto al que se coloquen (piedra, ladrillo,...). Contenido en sales solubles lo más bajo posible y resistencia a las sales del exterior.

Se trata de emplear morteros con elevada porosidad y permeabilidad al vapor de agua, que poseen al mismo tiempo una conductividad capilar mucho menor. Por ello no actúan como enlucidos de barrera sino todo lo contrario: permiten eliminar el agua presente en los muros y a su vez reducen la ascensión de ésta por succión capilar. También mejoran substancialmente la resistencia a las heladas y evitan la acción destructora de las sales solubles, inhibiendo su cristalización.

En este estudio se han caracterizado diversos tipos de morteros, con distintas dosificaciones en peso, seleccionando la arena más adecuada y empleando varios conglomerantes (cal aérea, cal hidráulica y cemento blanco BL V 22,5 (MC 22,5 X según nueva UNE), y aditivos, de forma que el conocimiento de su comportamiento nos permita elegir el más adecuado para un empleo específico en la restauración, como rejuntado o revestimiento y según las condiciones ambientales.

De los resultados obtenidos se deduce que, en principio, los morteros de cal aérea y especialmente los de cal aérea-cemento BL V 22,5 son los más apropiados para aplicaciones en restauración o como enlucidos de saneamiento a los que se añade un aditivo porógeno, y la proporción más adecuada debe estar entre las mezclas de cal pura y la de cal-cemento 1:1 utilizadas, ya que mayores proporciones de cemento darán morteros más impermeables y con riesgo de retracción. Si puede ser interesante aumentar la proporción de cal aérea y en este sentido estamos trabajando con diversas dosificaciones buscando la que pueda ser más adecuada para estas aplicaciones.

RESTAURACIÓN DEL TÚMULO 5 DE LA NECRÓPOLIS DE FORNO DOS MOUROS, CORISCADA (ORTIGUEIRA, A CORUÑA)

Y. Porto Tenreiro

Laboratorio de Arqueoloxía, Instituto de Estudos Gallegos Padre Sarmiento

La restauración del túmulo nº5 de la necrópolis de Forno dos Mouros, se enmarca dentro del **Plan Ortegalia** de recuperación del patrimonio cultural de la comarca de Ortegal (A Coruña). Más concretamente esta actuación se integra dentro de una de las líneas de trabajo fijadas en dicho plan, como es la recuperación de la ruta tradicional conocida como *Camiño dos Arrieiros*, en este caso el tramo que discurre por la zona de **Coriscada**.

El objetivo principal de este plan es la constitución de una infraestructura de turismo cultural, al mismo tiempo que se recupera una parte importante del patrimonio ortegano, que en la actualidad comienza a peligrar debido a la construcción de infraestructuras energéticas.

A este objetivo principal hay que añadir los siguientes objetivos complementarios:

- Mejora de las condiciones jurídicas de protección de los yacimientos que en su mayor parte se encuentran fuera de los planes de ordenamiento de los respectivos ayuntamientos
- Mejora de las condiciones físicas de conservación y, en su caso, exhibición, de los yacimientos que lo requieran, puesto que muchos de ellos están afectados por la construcción de pistas, repoblaciones forestales y construcciones diversas.
- Señalización de los distintos argumentos patrimoniales presentes en la zona.
- Divulgación de un patrimonio cultural en gran parte desconocido, incluso por los propios habitantes de la zona.
- Documentación exhaustiva del registro arqueológico presente en la zona.
- Realización de medidas correctoras destinadas a evitar el progresivo deterioro del paisaje por causas naturales derivadas de acciones humanas (fundamentalmente erosión superficial derivada de la construcción de pistas forestales y de parques eólicos).
- Creación de infraestructuras hosteleras que permitan comenzar a rentabilizar el previsible incremento de visitas a la zona y que esos beneficios reviertan de forma directa en el desarrollo local.
- Incremento del patrimonio arqueológico conocido y catalogado como vía para el incremento de recursos culturales.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO: HUELLAS FÓSILES SOBRE YESOS EN EL YACIMIENTO DE HOYA DE LA SIMA, JUMILLA, MURCIA.

F. Mingarro, M.C. López de Azcona, R. Fort y M. Álvarez de Buergo

Instituto Geología Económica (CSIC-UCM)

Al Noroeste de Jumilla se localiza un yacimiento de Icnitas de vertebrados superiores, emblemático por ser el único en España sobre yesos del Mioceno Superior. Este yacimiento se encuentra en una cantera antigua que fue explotada desde 1890 hasta mediados del siglo XX, siendo descubiertas las huellas fósiles en 1997. El estado de conservación de las icnitas es defectuoso no sólo por los problemas de disolución, sino también por presentar abombamientos de sus capas que dan lugar a la destrucción del yacimiento. Dada su importancia (Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Murcia), se comienzan los estudios de caracterización y consolidación de las huellas en 1999.

Para llevar a cabo la conservación de estas icnitas se ha realizado un estudio geológico del yacimiento con la caracterización petrológica de los materiales yesíferos que permita determinar el origen de los abombamientos y definir así la metodología para su conservación y puesta en valor.

Las huellas fósiles se encuentran en varios estratos de yeso con procesos de recristalización, apreciándose inclusiones de anhidritas, con celestina, calcedonia y baritina, y pequeñas cantidades de filosilicatos (illitas) entre los cristales. La roca tiene una porosidad del 7% aunque aumenta hacia la parte superior de los estratos, donde se encuentran las icnitas, alcanzando valores del 21%. Existen dos tipos de porosidades -intercristalina y fisural-, esta última generada por el proceso de abombamiento y siendo la causa de que la capacidad de absorción de agua sea mayor en esta zona (12,6%), frente al 4,1% de agua que absorbe el sustrato sin abombar. Aunque minerales como la anhidrita al hidratarse y transformarse a yeso aumentan un 57% en volumen, el abombamiento es debido principalmente a la hidratación física de los yesos laminares de la base de los estratos.

Para la conservación del yacimiento es necesario proceder a intervenciones preventivas que eviten la entrada de agua, para lo cual se diseñó una cubrición de protección especial del yacimiento con una barrera que impida la entrada de aguas de infiltración y garantizando un drenaje que evita el ascenso de agua capilar. A la superficie de los yesos en donde se encontraban las icnitas se le aplicó en el año 2000, un tratamiento de impregnación con resinas acrílicas de priolito especiales. Este tratamiento permitió disminuir la porosidad de la piedra y sellar las fisuras existentes preservándolas de entrada de agua de condensación. Ambas actuaciones conjuntas han permitido detener el proceso de degradación al que estaba sometido el yacimiento, sin que hayan aparecido efectos secundarios debidos a los tratamientos aplicados hace tres años, ni nuevos procesos de abombamiento en las capas superiores.

PUESTA EN VALOR DEL YACIMIENTO DE SAN CIBRAN DE LÁS. DOS CAMPAÑAS DE EXCAVACIÓN Y CONSOLIDACIÓN.

M.A. López Marcos, L.F. López González

Terra – Arqueos, S.L.

Tras varias campañas de excavación en el yacimiento arqueológico de San Cibrán de Lás en los años 20, 40 y 80 se ha iniciado un proyecto de puesta en valor por parte de la Xunta de Galicia en la que se propone la excavación parcial del yacimiento y la consolidación del mismo.

Los trabajos realizados en el 2000 y 2001 han supuesto un cambio significativo en la adecuación a la visitabilidad de las zonas ya excavadas de antiguo. Los trabajos se han centrado en la eliminación de antiguos testigos y reexcavación de derrumbes, etc. Sin embargo la mayor inversión se ha centrado en el estudio de la edilicia y en la estratigrafía muraria.

Se analizaron los factores de alteración y la problemática del yacimiento en cuanto a su conservación futura.

Se marcaron unas líneas de actuación sobre unos 3900 m² de yacimiento.

A continuación se iniciaron los trabajos consistentes en:

- Adecuación del yacimiento en el interior y accesos.
- Localización completa de drenajes exteriores existentes y creación de otros drenajes necesarios.
- Restauración y consolidación de elementos arquitectónicos.
- Adecuación de elementos interiores de viviendas.
- Recuperación de pavimentos y zonas de paso.

Los trabajos de recrecido y consolidación en viviendas se siguieron analizando y teniendo en cuenta la creación de una trama urbanística previa en la que se instalaban las diferentes dependencias de la unidad de ocupación. Así se ha recrecido con más hiladas de aparejo las estancias principales mientras que las construcciones adosadas o secundarias quedan en segundo plano con un menor recrecimiento. Dicho recrecimiento se realiza con piedra del yacimiento separada de la piedra original con pequeñas lajas de pizarra dispuestas cada 50 cm y trabadas con mortero básico de cal tintado de una resistencia a la compresión de 40 Kg/cm², tierras aglutinadas con latex vinílico, etc.

Por último se planteará la restauración hipotética mediante dibujos y reconstrucciones de una unidad de ocupación de seis dependencias, realizada tras el análisis de los datos obtenidos en excavación y en estratigrafía muraria.

RELACIÓN DE PARTICIPANTES

Laura ALONSO MONTULL

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC

Campus de Cantoblanco-Universidad Autónoma de Madrid

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid

Tlf.: 917355840 Fax: 917355843

lamontull@icv.csic.es

Mónica ALVAREZ DE BUERGO BALLESTER

Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM)

Facultad de Ciencias Geológicas, 7ª planta

Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

Tlf.: 913944903 Fax: 915442535

alvarezm@geo.ucm.es

Virtudes AZORÍN LÓPEZ

Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC

Serrano Galvache s/n 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 (Ext.265) Fax: 913020400

vazorin@ietcc.csic.es

José María BASTIDAS RULL

Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-CENIM, CSIC

Avda Gregorio del Amo 8. 28040 Madrid

Tlf.: 915538900 Fax: 915347425

bastidas@cenim.csic.es

David BENAVENTE GARCÍA

Laboratorio Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC – Universidad de Alicante

Dpto. Ciencias de la Tierra y Medioambiente

Apdo. Correos, 99, 03080 Alicante

Tlf.: 965903400 Fax: 965903552

david.benavente@ua.es

Ana BERNABEU GONZALVES

Laboratorio Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC – Universidad de Alicante

Dpto. Ciencias de la Tierra y Medioambiente

Apdo. Correos, 99, 03080 Alicante

Tlf.: 965903400 Fax: 965903552

ana.bernabeu@ua.es

Rebeca BLANCO ROTEÁ

Instituto de Estudios Gallegos Padre Sarmiento

Rúa San Roque 2, 15704 Santiago Compostela, A Coruña

Tlf.: 981552139 Fax: 981554570

phrebeca@usc.es

Mª Teresa BLANCO-VARELA***Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC***

Serrano Galvache s/n 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 (Ext 337) Fax: 913020400

blancomt@ietcc.csic.es**Mª del Mar BÓVEDA LÓPEZ*****Instituto de Estudios Gallegos. Padre Sarmiento***

Rúa San Roque 2, Santiago de Compostela A Coruña

Tlf: 981 552139 Fax: 981 554570

phmarb@usc.es**Rosa BUSTAMANTE MONTORO*****Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas****ETS Arquitectura-UPM*

Av. Juan de Herrera 4, 28040 Madrid

Tlf.: 9133642476

rbustamante@aq.upm.es**Emilio CANO DÍAZ*****Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-CENIM, CSIC***

Avda Gregorio del Amo 8. 28040 Madrid

Tlf.: 915538900 Fax: 915347425

ecano@cenim.csic.es**Marta CASTILLEJO STRIANO*****Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC***

Serrano 119, 28006 Madrid

Tlf.: 915619400 Fax: 915642431

marta.castillejo@iqfr.csic.es**Felipe CRIADO BOADO*****Instituto de Estudios Gallegos. Padre Sarmiento***

Rúa San Roque 2, Santiago de Compostela A Coruña

Tlf: 981 552139 Fax: 981 554570

Emilio CRIADO HERRERO***Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC***

Campus de Cantoblanco-UAM

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid

Tlf.: 917355840 Fax: 917355843

ecriado@icv.csic.es

Salvador DE AZA PENDAS***Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC***

Campus de Cantoblanco-UAM

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid

Tlf.: 917355869

Fax: 917355843

aza@icv.csic.es**Adrián DURÁN BENITO*****Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla***

Centro de Investigaciones Científicas "Isla de la Cartuja"

Junta de Andalucía-CSIC-Universidad de Sevilla

Avda. Américo Vespucio, s/n. Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla

Tlf.: 954489527/35

Fax: 954460665

adrian@icmse.csic.es**Begoña FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

Plaza da Universidade 1, 15703 Santiago de Compostela, A Coruña

Tlf.: 981563100 (Ext.12715)

habfema@usc.es**Rafael FORT GONZÁLEZ*****Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM***

Facultad de Ciencias Geológicas, 7ª planta

Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

Tlf.: 913944920

Fax: 915442535

rafort@geo.ucm.es**Moisés FRÍAS ROJAS*****Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", CSIC***

Serrano Galvache s/n 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 (Ext.220)

Fax: 913020440

mfrias@ietcc.csic.es**Mª Ángeles GARCÍA DEL CURA*****Laboratorio Petrología Aplicada. Unidad Asociada CSIC – Universidad de Alicante***

Dpto. Ciencias de la Tierra y Medioambiente

Apdo. Correos, 99, 03080 Alicante

Tlf.: 965903400

Fax: 965903464

agcura@geo.ucm.es**Manuel GARCÍA-HERAS*****Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-CENIM, CSIC***

Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid

Tlf.: 915538900 (Ext 370)

Fax: 915347425

mgheras@cenim.csic.es

**Nuria GARCÍA PASCUA*****Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC***

Serrano Galvache s/n 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 (Ext.215) Fax: 913020440

srojas@ietcc.csic.es**Irene GARCÍA PERULERO*****Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC***

Campus de Cantoblanco-Universidad Autónoma de Madrid

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid

Tlf.: 917355840 Fax: 917355843

igperulero@icv.csic.es**José Vicente GARCÍA RAMOS*****Instituto de Estructura de la Materia, CSIC***

Serrano 121 28006 Madrid

Tlf.: 915616800 Fax: 915645557

lmgt160@iem.cfm.csic.es**Jacinta GARCÍA TALEGÓN*****Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC***

Cordel de Merinas 40-52. 37008 Salamanca

Tlf.: 923219606 Fax: 923219609

emoli@usal.es**Josep GISBERT AGUILAR*****Facultad de Ciencias, Departamento de Geología****Area de Petrología, Universidad de Zaragoza*

Plaza San Francisco s/n, 50009

Tlf.: 976761070 Fax: 976761106

gisbert@posta.unizar.es**Miguel GÓMEZ-HERAS*****Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM****Facultad de Ciencias Geológicas, 7ª planta*

Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

Tlf.: 913944903 Fax: 915442535

mgh@geo.ucm.es**Blanca GÓMEZ TUBÍO*****Dpto. Física Aplicada III. Escuela Superior de Ingenieros****Universidad de Sevilla*

Camino de los Descubrimientos s/n. 41092-Sevilla

Tlf.: 954486185 Fax: 954-486003

tubio@us.es**María Jesús HERRERO*****Patrimonio Nacional***

C/ Bailén s/n- Palacio Real, Madrid

**Adolfo Carlos IÑIGO IÑIGO*****Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC***

Cordel de Merinas 40-52. 37008 Salamanca

Tlf.: 923219606

Fax: 923219609

emoli@usal.es**Angel JUSTO ERBEZ*****Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla***

Centro de Investigaciones Científicas "Isla de la Cartuja"

Junta de Andalucía-CSIC-Universidad de Sevilla

Avda. Américo Vespucio, s/n. Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla

Tlf.: 954489534

Fax: 954460665

jjusto@cica.es**María Concepción LÓPEZ DE AZCONA*****Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM***

Facultad de Ciencias Geológicas, 7ª planta

Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

Tlf.: 913944902

Fax: 915442535

Miguel Angel LÓPEZ MARCOS***Terra – Arqueos S.L.***

C/ Fonte do Bispo 4, 4ºA, 32002 Ourense

Tlf.: 659801169

Fax: 988391486

terraarqueos@terra.es**Rafael MARTÍNEZ CÁCERES*****Instituto de Cerámica y Vidrio- CSIC***

Campus de Cantoblanco-Universidad Autónoma de Madrid

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid

Tlf.: 917355840

Fax: 917355843

rmartinez@icv.csic.es**Sagrario MARTÍNEZ-RAMÍREZ*****Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", CSIC***

Serrano Galvache s/n 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 (Ext 222)

Fax: 913020400

sagrario@ietcc.csic.es**Francisco MINGARRO MARTÍN*****Departamento de Petrología y Geoquímica,****Facultad de Ciencias Geológicas**Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid*

Tlf.: 913944902

Fax: 915442535

Eloy MOLINA BALLESTEROS***Dpto. Geología, Universidad de Salamanca***

Cordel de Merinas 40-52. 37008 Salamanca

Tlf.: 923219606

Fax: 923219609

emoli@usal.es

**Sonia MURCIA-MASCARÓS*****Instituto de Cerámica y Vidrio- CSIC***

Campus de Cantoblanco-Universidad Autónoma de Madrid

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid 28049 – MADRID

Tlf.: 917355840 (ext 1203) Fax: 917355843

smascaros@icv.csic.es

Angel PALOMO SÁNCHEZ***Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC***

Serrano Galvache s/n, 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 Fax: 913020400

palomo@ietcc.csic.es

Carmen PASCUAL CENTENERA***Instituto de Cerámica y Vidrio- CSIC***

Campus de Cantoblanco-Universidad Autónoma de Madrid

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid 28049 – MADRID

Tlf.: 917355840 Fax: 917355843

cpascual@icv.csic.es

Elena PEREZ MONTSERRAT***Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM***

Facultad de Ciencias Geológicas, 7ª planta

Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

Tlf.: 913944903 Fax: 915442535

emperezm@geo.ucm.es

Joaquín PÉREZ PARIENTE***Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC***

c/ Marie Curie, s/n. Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid

Tlf.: 915854784 Fax: 915854760

Jperez@icp.es

Yolanda PORTO TENREIRO***Instituto de Estudios Galegos Padre Sarmiento***

Rúa San Roque 2, 15704 Santiago Compostela, A Coruña

Tlf.: 981552139 Fax: 981554570

phyolanp@usc.es

Raúl H. PRADO GOVEA***Departamento Construcciones Arquitectónicas. Universidad Alicante***

Aptdo. Correos 99, 03080 Alicante

Tlf.: 965903400 Fax: 965903702

Raul.Prado@ua.es

Francisca PUERTAS MAROTO***Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC***

Serrano Galvache s/n 28033 Madrid

Tlf.: 913020440 (Ext.206) Fax: 913020440

puertas@ietcc.csic.es**Paloma RECIO DE LA ROSA*****Instituto de Cerámica y Vidrio- CSIC***

Campus de Cantoblanco-Universidad Autónoma de Madrid

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid 28049 – MADRID

Tlf. : 917355840

Fax: 917355843

recio@icv.csic.es**Miguel Ángel RESPALDIZA GALISTEO*****Centro Nacional de Aceleradores, CSIC-Universidad de Sevilla***

Parque Tecnológico Cartuja 93. Av. Thomas A. Edison s/n. 41092 Sevilla

Tlf.: 954460553 Fax: 954460145

respaldiza@us.es**Antonio RUBINOS PÉREZ*****Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC***

Serrano 119, 28006 Madrid

Tlf.: 915619400 Fax: 915642431

rubinos@iqfr.csic.es**Juan RUBIO ALONSO*****Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC***

Campus de Cantoblanco-UAM.

Camino de Valdelatas SN. 28049 Madrid

Tlf. : 917355840

Fax: 917355843

jrubio@icv.csic.es**Cesáreo SAIZ JIMENEZ*****Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología***

Avda Reina Mercedes, 10, 41012 Sevilla

Tlf. : 954624909

Fax: 954 624002

saiz@irnase.csic.es**Mª Isabel SÁNCHEZ DE ROJAS GÓMEZ*****Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja”, CSIC***

C/ Serrano Galvache S/N Madrid 28033

Tlf. 913020440 (Ext.215) Fax: 913020440

rojas@ietcc.csic.es

**Pedro J. SANCHEZ SOTO*****Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, CSIC-Universidad de Sevilla***

C/ Americo Vespucio S/N, 41092 Sevilla

Tlf.: 954489535/27 Fax: 954460665

pedroji@cica.es**Belinda SIGÜENZA CARBALLO*****Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, CSIC-Universidad de Sevilla***

C/ Americo Vespucio S/N, 41092 Sevilla

Tlf.: 954489527 Fax: 954460665

belinda@icmse.csic.es**M^a Luisa TÁRRAGA BALDÓ*****Instituto de Historia, CSIC***

Duque de Medinaceli, 6, 28014 Madrid

Tlf.: 914290626 Fax: 913690940

ceht108@ceh.csic.es**María José VARAS MURIEL*****Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM***

Facultad de Ciencias Geológicas, 7ª planta

Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

Tlf.: 913944903 Fax: 915442535

mjvaras@geo.ucm.es**M^a Angeles VILLEGAS BRONCANO*****Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-CENIM, CSIC***

Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid

Tlf.: 915538900 Fax: 915347425

mavillegas@cenim.csic.es

