



# 50

Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

## Libro Resúmenes

# CONGRESO SECV

## Madrid, 27-29 Octubre 2010

### Sede Central CSIC

1960



2010

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERÁMICA Y VIDRIO

CONGRESOS SECV

CONGRESOS SECV





  
EL JEFE DE LA CASA DE  
S. M. EL REY

jk.  
190/10

S.A.R. el Príncipe de Asturias, accediendo a la petición que tan amablemente Le ha sido formulada, ha tenido a bien aceptar la

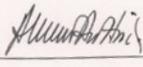
**PRESIDENCIA DEL COMITÉ DE HONOR**

del "50º CONGRESO ANUAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERÁMICA Y VIDRIO", que tendrá lugar en Madrid del 27 al 29 de octubre próximo.

Lo que me complace participarle para su conocimiento y efectos.

PALACIO DE LA ZARZUELA, / 0 de junio de 2010

EL JEFE DE LA CASA DE S.M. EL REY,





SEÑOR PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERÁMICA Y VIDRIO

MADRID



## Ante el 50 aniversario de la SECV

La celebración del 50º Aniversario de una Sociedad Científica es siempre un hecho positivo, que se integra en el proceso de progresiva consolidación del sistema científico-técnico por el que atraviesa nuestro país.

Esta circunstancia es especialmente interesante para nosotros, si se considera que esos 50 años de actividad ininterrumpida se han desarrollado en colaboración con diferentes centros del CSIC, como el Instituto de Cerámica y Vidrio, el Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja” (IETCC), el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) o los Institutos de Ciencias de Materiales de Zaragoza, Barcelona, Sevilla y Madrid.

En ese devenir conjunto, el CSIC ha proporcionado a la SECV, el apoyo de su personal y de sus medios y, a su vez, la SECV le ha servido al CSIC como canal de encuentro y comunicación con una red de empresas, instituciones y centros de investigación pertenecientes al amplio campo de los materiales cerámicos y vítreos.

A lo largo de este medio siglo, ambas instituciones han recorrido el camino que va desde una actividad industrial de carácter casi artesanal, a la realidad presente de un sector tecnológico de relevante actividad innovadora. El fructífero diálogo suscitado en torno a la SECV, ha permitido que conceptos básicos ligados al campo de la química-física y la reactividad de sólidos, de la cristalografía y mineralogía, o de las propiedades termomecánicas, ópticas o electrónicas estén hoy incluidos, en el vocabulario y los criterios tecnológicos que regulan los principales procesos productivos.

La actividad investigadora del CSIC y de otros centros de investigación, en particular los ligados a la Universidad Jaime I de Castellón, ha ido, a su vez, evolucionando bajo la demanda de amplios sectores industriales, embarcados en una creciente competencia internacional, que demandaba productos de mayor valor añadido y aplicaciones funcionales cada vez más complejas. Al mismo tiempo, las crecientes exigencias de tipo medioambiental y energético apoyaban la introducción de estas disciplinas en el ámbito investigador.

Hoy los sectores cerámicos y vítreos sufren las consecuencias de una aguda crisis por su excesiva dependencia del sector de la construcción. La complejidad de la situación no podrá solventarse sólo desde la óptica de la innovación tecnológica, pero es indudable que sin ella, y sin el concurso de la ciencia básica y de su aporte hacia la diversificación, el futuro estará mucho más comprometido.

Este 50º Congreso ofrece la oportunidad de profundizar en ese continuo diálogo entre ciencia e industria que la SECV viene propiciando desde su fundación; el número, calidad y diversidad de los autores, países, e instituciones participantes, garantizan la riqueza del debate.

Personalmente he podido comprobar, durante mi visita a la Feria de Cerámica de Valencia CEVISAMA del presente año, el prestigio y respaldo de otra faceta de la SECV: su apoyo a la innovación a través de la concesión de los premios Alfa de Oro que anualmente se conceden en el marco de dicha feria; la presencia en sus jurados de investigadores y representantes de asociaciones empresariales, les confieren un prestigio y una credibilidad crecientes.

Por todo ello, y al igual que hicieron mis predecesores, la presidencia del CSIC seguirá impulsado la colaboración entre ambas instituciones. Un fruto más de esta interacción es el apoyo que el CSIC ha dado a la edición del Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, a partir del presente año y en el marco del convenio de colaboración suscrito entre ambos.

Con esta disposición, que responde y enlaza con el papel clave que tuvo la SECV en la fundación de nuestro Instituto de Cerámica y Vidrio a mediados de los años 60 del pasado siglo, quiero expresar desde aquí mi más sincera felicitación a la SECV en su primer cincuentenario.

Rafael Rodrigo  
Presidente de la Agencia Estatal CSIC



## Las relaciones entre el ICV y la SECV

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas, creado por Ley de 1939, estaba estructurado en Patronatos, cada uno encargado de una amplia temática de investigación propia. Como ocurrió en muchos otros países, las primeras asignaciones de dinero público para investigación científica se dedicaron, casi exclusivamente, a temas de gran interés práctico. La Agricultura y la Ingeniería, fueron dos de esos temas iniciales en el CSIC, como lo habían sido mucho antes (Morrill Acts, 1862 y 1890) en USA, con la donación de terrenos federales para que los Estados constituyeran Universidades "Agricultural and Mechanical", muchas de las cuales retienen todavía hoy las siglas "A & M" en sus nombres oficiales. En 1942 el CSIC creó, encuadrado en el Patronato "Alonso de Herrera" el "Instituto de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal", que en 1949 pasó a llamarse "Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal" (IEFV). El IEFV tenía como tema de trabajo el suelo, la planta y las relaciones suelo-planta, como se ve claramente en el nombre. Los Institutos del Patronato "Juan de la Cierva" (PJC) tenían como tema de trabajo la Ingeniería y la Técnica.

Como un componente importante del suelo es la arcilla, constituida por mezclas de filosilicatos de pequeño tamaño de grano, algunos investigadores del IEFV se especializaron en su estudio, desde el Departamento de Físico-Química Mineral (DFQM), dirigido por el Dr. Vicente Aleixandre Ferrandis. Por razones difíciles de explicar, pero en último término conectadas con la obtención de financiación, el CSIC creó en 1951, encuadrado en el PJC, una Sección de Silicatos (SS), que, presidida también por el Dr. Aleixandre, residía en los mismos espacios que el DFQM, aunque su personal, excepción hecha del Dr. Aleixandre, no pertenecía al IEFV. De modo que la Físico-Química de arcillas quedaba en el IEFV, y la de Silicatos en general, directamente en su Patronato, sin depender de ningún Instituto, lo que podría interpretarse como un status de "protoinstituto". Esta situación es difícil de comprender hoy, pero era normal por aquellas fechas: el Dr. José María Albareda ejercía entonces de Director del IEFV y de Secretario General del CSIC, puesto equivalente al del actual Presidente.

La Sección de Silicatos (que en 1953 cambia su nombre a Departamento de Silicatos, DS) se dedicó a problemas en nada relacionados con el suelo como soporte de una vegetación (o de una cosecha), constituida por investigadores de, y residiendo en terrenos del IEFV. Aunque adscrito al DFQM (y no al DS), el Dr. Antonio García-Verdusch resultó ser el verdadero inspirador del futuro Instituto de Cerámica y Vidrio, ya que sus estancias internacionales, principalmente en Suecia, Reino Unido y Estados Unidos, le habían permitido familiarizarse con la Química del Estado Sólido, la Termodinámica y la Ciencia Cerámica moderna que ya se practicaba en algunos países, particularmente en USA. Otros investigadores del DS que trabajaban ya en temas abiertamente cerámicos fueron el Dr. Demetrio Álvarez-Estrada, que se centró en la esteatita, el Dr. José M<sup>a</sup> Fernández Navarro, en vidrios, y el Dr. Jaime Robredo Olave, en tierras de moldeo (García-Verdusch, A. : Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidrio, 41, 415 (2002)). A finales de 1958 el núcleo investigador del DS, junto con sus contactos en la Industria Cerámica decidieron, basados en el conocimiento de García-Verdusch sobre la American Ceramic Society, constituir la Sociedad Española de Cerámica, para potenciar los estudios cerámicos en todos sus aspectos, químicos, físicos y tecnológicos (el vidrio se añadió en 1967). Los Estatutos de la Sociedad se redactaron y aprobaron en 1959. La Sociedad celebró su Asamblea constituyente en febrero de 1960, y el Boletín empezó a publicarse en 1961.

Mientras tanto, la investigación en temas cerámicos continuaba en el Departamento de Silicatos, hasta que en 1964 el potencial humano del DS y los éxitos científicos cosechados permitieron que el "protoinstituto" fuera elevado a la categoría de Instituto de Cerámica y Vidrio del CSIC, merced, no sólo a los méritos propios y a los recursos allegados (entre ellos un importante legado bibliográfico cedido al DS por Alfred University a través del Dr. García-Verdusch), sino también a la favorable influencia de la industria cerámica, que confiaba en la investigación científica del CSIC gracias al contacto que la SECV había facilitado entra científicos e industriales. El ICV residió inicialmente en los locales del DS, y su Director inicial fue el Dr. Aleixandre. En 1972 ocupó un edificio nuevo de unos 4000 m<sup>2</sup> en Arganda del Rey, en lo que se suponía iba a ser un complejo de centros de investigación del CSIC. Esta idea no llegó a prosperar, y el ICV se trasladó a su sede actual, en el campus de la U. Autónoma de Madrid, a finales de 2002, bajo la dirección del Dr. Ángel Caballero. El Instituto ocupa un edificio de tres plantas, de unos 5000 m<sup>2</sup> construidos, edificado en una parcela de unos 6500 m<sup>2</sup> y alberga en la actualidad a unas 160 personas en total, de las que 40 son científicos de carrera del CSIC. El ICV proporciona también locales a la SECV, principalmente los destinados a la elaboración del Boletín. El ICV ha continuado manteniendo una fraterna colaboración con la SECV a través de la gestión de todos sus Directores, Vicente Aleixandre, Demetrio Álvarez Estrada, Salvador de Aza, Pedro Durán, Angel Caballero, colaboración mantenida hasta la actualidad.

Como resumen, puede verse que los orígenes y la historia de la SECV y la del ICV están íntimamente conectados, gracias a la actividad de un pequeño núcleo de entusiastas de la Ciencia Cerámica. Es de notar que el IEFV continuó siendo un Centro de "gemación" de otros Institutos, como, por ejemplo, el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC. El proceso ilustra cómo unas pequeñas inversiones iniciales en investigación sobre primeras necesidades pueden, con el tiempo, y si la coyuntura económica no empeora, constituir el núcleo de una investigación importante sobre otros temas de interés.

Juan Eugenio Iglesias  
Director Instituto Cerámica y Vidrio



## La SECV ante su 50 aniversario. Trayectoria y agradecimiento.

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio celebra este año su 50 Aniversario. Con este motivo se han organizado distintas actividades, que se iniciaron en la Feria Internacional de Cerámica de Valencia, los pasados días 9 y 10 de Febrero con la entrega de los premios Alfa de Oro a la innovación tecnológica en el sector cerámico en su 33ª edición y que culminarán con el 50º Congreso Anual de la SECV en Madrid los días 27 a 29 de Octubre, a celebrar en la Sede Central del CSIC y cuyo programa presentamos ahora. Al congreso se van a presentar más de 230 comunicaciones, 130 orales y 100 póster, procedentes de más de 70 instituciones, entre las que se encuentran la mayoría de los centros de investigación y tecnológicos de nuestro país, tanto universitarios como del CSIC; más del 15% son extranjeras.

A través de su larga trayectoria, la SECV ha seguido la evolución del amplio sector industrial de la cerámica y el vidrio y ha acompañado su conversión, desde una actividad casi artesanal, hasta su elevada capacidad tecnológica actual. La concesión ininterumpida desde 1987 de los premios Alfa de Oro, en el contexto de la Feria Internacional de Cerámica de Valencia, CEVISAMA, viene subrayando el compromiso de la SECV con las empresas innovadoras, más de 135 a lo largo de toda la historia de los premios. La SECV siempre ha tenido una vocación internacional, reflejado, por ejemplo, en su papel activo en la European Ceramic Society (ECERS), la International Ceramic Federation (ICF) y la International Commission on Glass (ICG). Al congreso asistirán delegaciones de estas instituciones así como representantes de las Sociedades Cerámicas de China, Brasil, Francia, México y Portugal. Por eso, contaremos con la participación del Prof. R. Brook, editor del Journal of the ECERS, el Prof. F. Cambier, Secretario de la ECERS, A. Delcourt, Presidente de CERAME-UNIE (Asociación Europea de Fabricantes de Materiales Cerámicos) y F. Nicoletti, presidente de la ICG. En paralelo a las sesiones ordinarias del Congreso se celebrarán jornadas técnicas sobre temas monográficos: la organizada por la ICG, que convoca a la industria española del vidrio, y la relativa a la implementación del programa REACH en la industria cerámica que se celebrará en la sede del Instituto de Cerámica y Vidrio del CSIC.

La SECV igualmente viene desarrollando una amplia red de colaboraciones con asociaciones homólogas latinoamericanas mediante la celebración de congresos, cursos y seminarios. El próximo año en colaboración con las sociedades argentinas, brasileñas y mejicanas celebraremos en Cancún el 3º Congreso Latinoamericano de Cerámica, Vidrio y Refractarios. Delegaciones de estas sociedades participarán igualmente en nuestro 50º Congreso.

El 50º Congreso de la SECV pretende hacer un balance de la trayectoria y la situación actual del sector y contribuir al debate sobre los desafíos de su futuro. La dureza de la coyuntura en que se celebra el aniversario, determinada por la grave caída experimentada por la producción cerámica y vidriera y el lógico desplazamiento de la producción hacia áreas geográficas con mayores cargas demográficas, obliga a repensar el modelo industrial y científico que lo ha venido soportando, porque estamos convencidos, de que dicho futuro, pasará sin duda por mayores esfuerzos en innovación y diversificación de la producción. Para cumplir ese propósito creemos que hemos podido contar con la valiosa aportación de la mayoría de las personas e instituciones que han sido partícipes de la evolución de la cerámica y del vidrio y de aquellos que se incorporan para propiciar los cambios que demandan los nuevos retos. El Congreso rendirá un sentido homenaje a las personas e instituciones sin cuyo apoyo no hubiesen sido posible estos cincuenta años de actividad. Desde aquí queremos expresar nuestro agradecimiento al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, no sólo por el hecho de cedernos, para celebrar el Congreso, las magníficas instalaciones de su Sede Central y de los Institutos de Ciencias Medioambientales, Química-Física Rocasolano y Estructura de la Materia, sino por el apoyo sostenido que el Instituto de Cerámica y Vidrio viene mostrando a todas las iniciativas de la SECV.

Este homenaje se extiende asimismo a la otra gran institución que nos viene acompañando en nuestras actividades, la Universidad Jaume I de Castellón y su Instituto de Tecnología Cerámica, gran impulsor de la innovación tecnológica en el sector. Nuestro recuerdo especial a CEVISAMA, por el patrocinio de los Premios Alfa de Oro y al Museo de Onda por albergar las colecciones de piezas y documentación técnica de cada entidad premiada. Pero nuestro agradecimiento va también a los centenares de personas, que han formado parte de las sucesivas Juntas de Gobierno y las distintas secciones de la SECV, a los miembros de los Comités Científicos y Organizadores de los más de doscientos cincuenta congresos y seminarios organizados y como no, a todas las instituciones que, a lo largo de estos años, nos han permitido recorrer varias veces la geografía española y seguir y sentir el pulso del siempre nuevo mundo de la actividad cerámica y vidriera.

Finalmente queremos expresar nuestra gratitud a la Casa Real por la aceptar la Presidencia de Honor del Congreso en la persona de S.A.R. el Príncipe de Asturias, a los Comités de Honor y Científico y muy en particular al Comité Organizador por su esfuerzo y entusiasmo.

Jorge Bakali  
Presidente de la SECV

Emilio Criado  
Secretario General de la SECV

## Comité de Honor

### PRESIDENTE DE HONOR

Su Alteza Real el Príncipe de Asturias

### MIEMBROS DEL COMITÉ DE HONOR

**D<sup>a</sup>. Cristina Garmendia.**

Ministra de Ciencia e Innovación del Gobierno de España

**D. Rafael Rodrigo Montero.**

Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

**D. Felipe Pétriz Calvo.**

Secretario de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España

**D. Juan Tomás Hernani.**

Secretario General de Innovación del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España

**D. Ángel Gabilondo.**

Ministro de Educación del Gobierno de España

**D. Marius Rubiralta.**

Secretario de Estado de Universidades del Ministerio de Educación del Gobierno de España

**D. Miguel Sebastián.**

Ministro de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España

**D. Jesús Candil Gonzalo.**

Director General de Industria del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España

**D. Miguel Ángel Alario.**

Presidente de la Real Academia de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

**D. Enrique Navarro.**

Presidente del Patronato del Museo de Onda

**D. Armando Ibáñez.**

Presidente de Cevisama

**D. Carlos Berzosa Alonso-Martínez.**

Rector de la Universidad Complutense de Madrid

**D. José María Sanz Martínez.**

Rector de la Universidad Autónoma de Madrid

**D. Daniel Peña Sánchez de Rivera.**

Rector de la Universidad Carlos III de Madrid

**D. Pedro González-Trevijano.**

Rector de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid

**D. Juan Antonio Gimeno Ullastres.**

Rector de la Universidad Nacional de Educación a Distancia

**D. Javier Uceda Antolín.**

Rector de la Universidad Politécnica de Madrid

**D. Vicent Climent Jordá**

Rector de la Universidad Jaume I de Castellón

**D<sup>a</sup>. Esperanza Aguirre.**

Presidenta de la Comunidad de Madrid

**D<sup>a</sup>. Lucía Figar de Lacalle.**

Consejera de Educación de la Comunidad de Madrid

**D. Jon Juaristi Linacero.**

Director General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid

**D. Alberto Ruiz-Gallardón.**

Alcalde del Ayuntamiento de Madrid

**D. Miguel A. Villanueva.**

Delegado del área de Gobierno, Economía y Empleo del Ayuntamiento de Madrid

## Comité Científico

### Presidente:

**D. Francisco Montero de Espinosa.**

Vicepresidente de Organización y Relaciones Institucionales CSIC

### Vocales:

**D<sup>a</sup>. Paloma Adeva.**

Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-CSIC

**D<sup>a</sup>. Carmen Andrade.**

Centro de Seguridad y Durabilidad Estructural de Materiales-CSIC

**D. Marc Anglada.**

Dpto. Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Universidad Politécnica de Cataluña.

**D<sup>a</sup>. Ana María Bastos Segadaes.**

Centro de Investigación en Materiales Cerámicos y Compuestos. Universidad de Aveiro

**D. Francisco Javier Belzunce.**

Dpto. Ciencia Materiales e Ingeniería Metalúrgica Universidad de Oviedo

**D. Javier Campo Ruiz.**

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón-CSIC. Universidad de Zaragoza

**D. Jesús Canales Vázquez.**

Dpto. Mecánica Aplicada. Escuela Politécnica Superior de Albacete

**D. Manuel Carsí.**

Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas CSIC

**D. Francisco Corma.**

QPT Consulting. Vicepresidente de la SECV

**D. Juan José Damborenea.**

Vicepresidente Adjunto de Áreas Científico-Técnicas del CSIC

**D. Salvador de Aza.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Ex\_Secretario de la SECV

**D<sup>a</sup>. Piedad de Aza.**

Universidad Miguel Hernández de Elche

**D. Xermán de la Fuente.**

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón-CSIC Universidad de Zaragoza

**D. Carlos Domínguez.**

Refractarios ALFRAN S.A. de Sevilla. Vicepresidente de la SECV

**D. Alicia Durán.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Vicepresidenta de la Sección de Vidrios de la SECV

**D. Agustín Escardino.**

Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón. UJI. Castellón.

**D. Juan Espinosa de los Monteros.**

Ex\_Secretario de la SECV

**D. Carlos Feliú.**

Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón. UJI. Castellón.

**D. Alfonso Fernández Canteli.**

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón

**D. José Francisco Fernández Lozano.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC

**D. José M<sup>a</sup> Fernández Navarro.**

Instituto de Óptica de Madrid. Ex\_Secretario de la SECV

**D. Miguel Ángel García Aranda.**

Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga

**D. Fernando Guiberteau.**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Extremadura.

**D. José Ramón Jurado.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Ex\_Secretario de la SECV

**D. Pío González.**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Vigo

**D. Fernando M. Bico Marques.**

Centro de Investigación en Materiales Cerámicos y Compuestos. Universidad de Aveiro

**D. Guillermo Monrós.**

Dpto. Química Inorgánica y Orgánica. Universidad Jaime I de Castellón

**D. Fernando Monteiro.**

Facultad de Ingeniería. Universidad de Oporto.

**D. Rodrigo Moreno.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC

**D. Carlos Moure.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC

**D. J. Serafín Moya.**

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid-CSIC

**D. Víctor Orera.**

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón-CSIC. Universidad de Zaragoza

**D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Isabel Osendi.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC

**D. José Pascual Cosp.**

Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga

**D. José M<sup>a</sup> Pastor.**

Depto. Física de la Materia Condensada. ETS Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid

**D<sup>a</sup>. Pilar Pena.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC

**D<sup>a</sup>. Francisca Puertas.**

Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción

**D. Antonio Ramírez de Arellano.**

Facultad de Física. Universidad de Sevilla

**D. Jaime Ramos.**

Tierra Atomizada S.A. de Castellón. Vicepresidente de la SECV

**D. Jesús Rincón.**

Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción

**D. Miguel Ángel Rodríguez.**

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Ex\_Secretario de la SECV

**D. Julio San Román.**

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros - CSIC

**D<sup>a</sup>. Mercé Segarra.**

Universidad de Barcelona

**D. Manuel Tello León.**

Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad del País Vasco

**D. Ramón Torrecillas.**

Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología. Asturias

**D. Mario Vendrell.**

Universidad de Barcelona

## Comité Organizador

### Presidente:

#### D. Jorge Bakali.

Presidente de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

### Vocales:

#### D<sup>a</sup>. Flora Barba.

Secretaria Sección Materias Primas de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. José Bartolomé Gómez.

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid - CSIC

#### D<sup>a</sup>. Carmen Baudín.

Vicepresidenta Sección Ciencia Básica de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. Amador Caballero.

Secretario Sección Electrocerámica de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. Ángel Caballero.

Vicesecretario de la SECV. Escuela de Postgrado y Especialización CSIC

#### D. Francisco Capel.

Presidente Sección Patrimonio de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. Juan B. Cardá.

Secretario Sección Esmaltes de la SECV. Dpto. Química Orgánica e Inorgánica Universidad Jaime I de Castellón

#### D. Jaime Coll.

Secretario Sección Patrimonio de la SECV. Museo Nacional de Cerámica de Valencia

#### D. Antonio de Aza.

Secretario Sección Refractarios de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. José de Frutos.

Presidente Sección Electrocerámica de la SECV. ETS. Ingenieros Telecomunicación-Universidad Politécnica de Madrid

#### D. Juan Carlos Díez.

Presidente Sección Ciencia Básica de la SECV. Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón - CSIC.

#### D. Eliseo Monfort.

Secretario Sección Medio Ambiente de la SECV. Instituto de Tecnología Cerámica Universidad Jaime I de Castellón

#### D. Felipe Orgaz.

Vicepresidente Sección Formación de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Jesús Pascual.

Secretaria Sección Vidrios de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. José Ygnacio Pastor.

Dpto. Ciencia de Materiales. ETS Ingenieros Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid

#### D. Manuel Regueiro.

Vicepresidente Sección Materias Primas de la SECV. Instituto Geológico y Minero de Madrid

#### D<sup>a</sup>. Trinidad Roig.

Vicepresidenta Sección Patrimonio de la SECV. Asociación Nacional de Peritos Cerámicos de Valencia

#### D. Juan Rubio.

Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. Javier Sánchez Herencia.

Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

#### D. Pedro José Sánchez Soto.

Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla - CSIC. Universidad Sevilla

#### D. Jaime Sánchez.

Vicepresidente Sección Cerámica Blanca, Pavimentos y Revestimientos Cerámicos de la SECV. Tau Ceramic S.A.

#### D. Alejandro Várez.

Dpto. de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química. Universidad Carlos III de Madrid

#### D. Jorge Velasco.

Secretario Sección Ladrillos y Tejas de la SECV. AITEMIN. Toledo.

#### D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Ángeles Villegas Sanz.

Centro de Ciencias Humanas y Sociales de Madrid

### Tesorera:

#### D<sup>a</sup>. Marina Villegas.

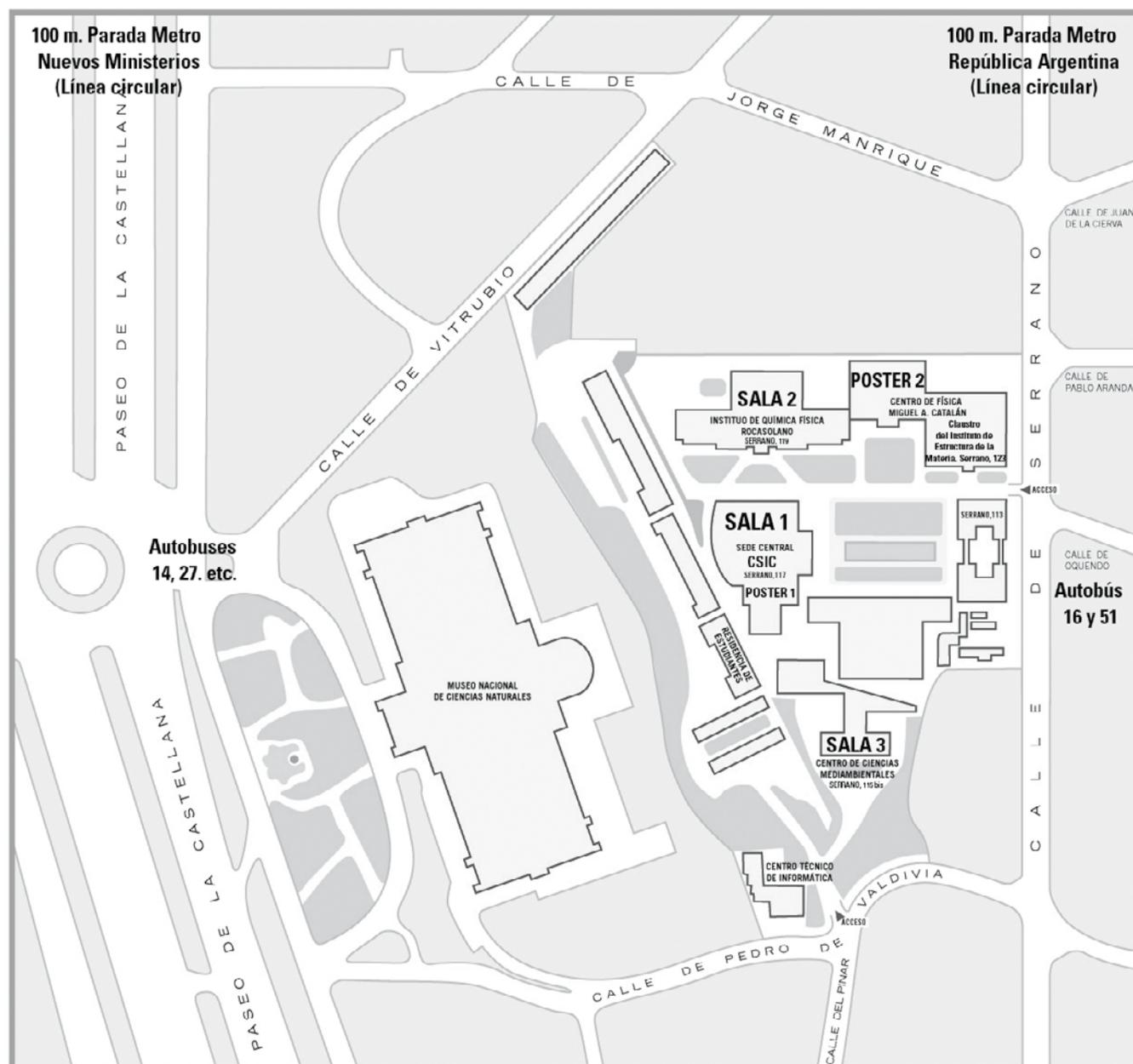
Tesorera de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

### Secretario Comité Organizador:

#### D. Emilio Criado.

Secretario General de la SECV. Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC

# Plano ubicación salas



## Esquema del Programa

<b>MIÉRCOLES 27 OCTUBRE</b>			
	<b>SALA 1</b>	<b>SALA 2</b>	<b>Vestíbulo Sede Central CSIC</b>
10.00 - 11.30	ASAMBLEA SECV		INSCRIPCIÓN
12.00 - 13.00	ACTO INAUGURAL		
13.00 - 13.45	CONFERENCIA INAUGURAL		
13.45 - 16.00	COMIDA - BUFFET, Vestíbulo Sede Central CSIC		
16.00 - 17.30	CONFERENCIAS PLENARIAS	CONCURSO DE ESTUDIANTES	INSCRIPCIÓN
17.30 - 18.00			CAFÉ - EXPOSICIÓN FOTOGRÁFICA
18.00 - 20.00	CONFERENCIAS PLENARIAS	CONCURSO DE ESTUDIANTES	INSCRIPCIÓN
20.00 - 20.30			

<b>JUEVES 28 OCTUBRE</b>			
	<b>SALA 1</b>	<b>SALA 2</b>	<b>SALA 3</b>
8.30 - 9.00	INSCRIPCIÓN, Vestíbulo Sede Central CSIC		
8.30 - 9.45	Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos	La industria española del vidrio: desafíos y oportunidades en un escenario de crisis	Estrategias de futuro en materiales de construcción. Ciencia y Tecnología para la diversificación de sectores tradicionales
9.45 - 11.00	Materiales refractarios		
11.00 - 12.00	SESIÓN PÓSTER, Salas PÓSTER 1 y PÓSTER 2 - CAFÉ, Sala PÓSTER 1		
12.00 - 14.30	Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos	La industria española del vidrio: desafíos y oportunidades en un escenario de crisis	Estrategias de futuro en materiales de construcción. Ciencia y Tecnología para la diversificación de sectores tradicionales
14.30 - 16.00	COMIDA - BUFFET, Vestíbulo Sede Central CSIC		
16.00 - 18.00	Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos	Vidrios y vitrocerámicos para una sociedad sostenible	Materiales en sistemas de generación y acumulación de energía
18.00 - 18.30	CAFÉ, Vestíbulo Sede Central CSIC		
18.30 - 19.45	Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos	Materiales cerámicos y vítreos para la salud	Materiales en sistemas de generación y acumulación de energía

<b>VIERNES 29 OCTUBRE</b>			
	<b>SALA 1</b>	<b>SALA 2</b>	<b>SALA 3</b>
9.00 - 11.00	Materiales cerámicos y vítreos para la salud	Conservación del patrimonio y arqueometría	Políticas de Educación e Innovación
11.00 - 12.00	SESIÓN PÓSTER, Salas PÓSTER 1 y PÓSTER 2 - CAFÉ, Sala PÓSTER 2		
12.00 - 12.45	Materiales cerámicos y vítreos para la salud	Conservación del patrimonio y arqueometría	Políticas de Educación e Innovación
12.45 - 14.30		Medioambiente y reciclado	
14.30 - 16.00	VINO ESPAÑOL, CAFÉ Vestíbulo Sede Central CSIC		

## Jueves 28 de Octubre

	SALA 1	SALA 2	SALA 3
	<b>CERÁMICA AVANZADA</b>	<b>SEMINARIO DE VIDRIOS</b>	<b>MATERIALES CONSTRUCCIÓN</b>
8.30 - 8.45	<b>AV-I-01 - M.I. Osendi</b>		<b>CON-I-01 - I. Calvo</b>
8.45 - 9.00		9.00-9.15: M <sup>o</sup> .J. Pascual	
9.00 - 9.15	AV-O-01 - C.J. Múñez	9.15-10.15: F. Nicoletti	CON-O-01 - A. Alonso
9.15 - 9.30	AV-O-02 - A.L. Ortiz		CON-O-02 - A. Martín
9.30 - 9.45	AV-O-03 - S. Dosta		CON-O-03 - E. Eren
9.45 - 10.00	<b>REFRACTARIOS</b>	10.15-11.15: K. Bange	<b>CON-I-02 - J.A. Espí</b>
10.00 - 10.15	<b>AVR-I-1 - S. de Aza</b>		
10.15 - 10.30	<b>AVR-I-2 - R. Schmidt</b>		CON-O-04 - D. Sola
10.30 - 10.45			CON-O-05 - M.D. Palacios
10.45 - 11.00	AVR-O-01 - A. Hidalgo de C		CON-O-06 - Z. Bayer
11.00 - 11.15	SESIÓN PÓSTER, Salas PÓSTER 1 y PÓSTER 2 - CAFÉ, Sala PÓSTER 1		
11.15 - 11.30			
11.30 - 11.45			
11.45 - 12.00			
	<b>CERÁMICA AVANZADA</b>	<b>SEMINARIO DE VIDRIOS</b>	<b>MATERIALES CONSTRUCCIÓN</b>
12.00 - 12.15	AVR-O-02 - A. Silva	12.00- 13.00: B. Scalet	<b>CON-I-3 - J.F. Fernández</b>
12.15 - 12.30	AVR-O-03 - P. Gómez		
12.30 - 12.45	AV-O-04 - J.M Rincón		CON-O-07 - F. Corma
12.45 - 13.00	AV-O-05 - M.A.G. Aranda		CON-O-08 - J.F. Noguera
13.00 - 13.15	AV-O-06 - J. Cardá	13.00-14.30: MESA REDONDA	CON-O-09 - I. De Francisco
13.15 - 13.30	AV-O-07 - S. Rasekh	Participan: J.M. Cebrerizo	<b>CON-I-4 - J. García Ten</b>
13.30 - 13.45	AV-O-08 - R. Aroz	J. Gutiérrez	
13.45 - 14.00	AV-O-09 - M. Bernardo	C. Rodero	CON-O-10 - Z. Shu
14.00 - 14.15	AV-O-10 - M. Flores		CON-O-11 - J. Cardá
14.15 - 14.30	AV-O-11 - S. Gómez	Modera: A. Durán	CON-O-12 - B. Atay
14.30 - 16.00	COMIDA - BUFFET, Vestíbulo Sede Central CSIC		
	<b>CERÁMICA AVANZADA</b>	<b>VIDRIOS</b>	<b>ENERGÍA</b>
16.00 - 16.15	<b>AV-I-02 - J.S. Moya</b>	V-O-01 - F. Muñoz	<b>ENE-I-1 - T. Baudín</b>
16.15 - 16.30		V-O-02 - A. Serrano	
16.30 - 16.45	AV-O-12 - I. Arriola	V-O-03 - N. Mascaraque	ENE-O-01 - R. Lahoz
16.45 - 17.00	AV-O-13 - M. Belmonte	V-O-04 - J.M.B.C Frade	ENE-O-02 - N. Arconada
17.00 - 17.15	AV-O-14 - F. Figueiredo	V-O-05 - E. Enríquez	<b>ENE-I-2 - L. del Campo</b>
17.15 - 17.30	AV-O-15 - A. Borrell	V-O-06 - J. Mosa	
17.30 - 17.45	AV-O-16 - M. Anglada	V-O-07 - F. Capel	ENE-O-03 - F.B. Marques
17.45 - 18.00	AV-O-17 - M. Morales	V-O-08 - J. Dou	ENE-O-04 - M. Borro
18.00 - 18.15	CAFÉ, Vestíbulo Sede Central CSIC		
18.15 - 18.30			
	<b>CERÁMICA AVANZADA</b>	<b>BIOMATERIALES</b>	<b>ENERGÍA</b>
18.30 - 18.45	<b>AV-I-3 - R. Torrecillas</b>	<b>BIO-I-1 - A. Boccaccini</b>	<b>ENE-I-3 - J.R. Jurado</b>
18.45 - 19.00			
19.00 - 19.15	AV-O-18 - L.S. Gómez	BIO-O-01 - M.H. Fernandes	ENE-O-05 - A. Orera
19.15 - 19.30	AV-O-19 - E. García-Tuñón	BIO-O-02 - J.F. Bartolomé	ENE-O-06 - G. Mather

## Viernes 29 de Octubre

	SALA 1	SALA 2	SALA 3
	<b>BIOMATERIALES</b>	<b>ARQUEOMETRÍA</b>	<b>EDUCACIÓN</b>
9.00 - 9.15	<b>BIO-I-2 - J.A. Planell</b>	<b>ARQ-I-1 - J. Coll</b>	<b>EDU-I-1 - A. Barba</b>
9.15 - 9.30			
9.30 - 9.45	BIO-O-03 - A. de Aza	ARQ-O-01 - M. García-Heras	<b>EDU-I-2 - T. Lara</b>
9.45 - 10.00	BIO-O-04 - P. Parente	ARQ-O-02 - M. Loup	
10.00 - 10.15	BIO-O-05 - H. Melero	ARQ-O-03 - D. Gimeno	EDU-O-01 - J.Y. Pastor
10.15 - 10.30	BIO-O-06 - A. Peláez	ARQ-O-04 - P. Alonso	EDU-O-02 - D. Gabaldón
10.30 - 10.45	BIO-O-07 - A. Tamayo	ARQ-O-05 - C. Bermúdez	EDU-O-03 - M. Becerril
10.45 - 11.00	BIO-O-08 - C. Rodríguez	ARQ-O-06 - J. Barrios	EDU-O-04 - J. Cardá
11.00 - 11.15	SESIÓN PÓSTER, Salas PÓSTER 1 y PÓSTER 2 - CAFÉ, Sala PÓSTER 2		
11.15 - 11.30			
11.30 - 11.45			
11.45 - 12.00			
	<b>BIOMATERIALES</b>	<b>ARQUEOMETRÍA</b>	<b>POLÍTICAS I+D</b>
12.00 - 12.15	<b>BIO-I-3 - P. Pena</b>	ARQ-O-07 - J. Molera	<b>POL-I-1 - M. Segarra</b>
12.15 - 12.30		ARQ-O-08 - C. Pascual	
12.30 - 12.45	BIO-O-09 - P. Miranda	ARQ-O-09 - F. Corpas	<b>POL-I-2 - T. De La Fuente</b>
12.45 - 13.00	BIO-O-10 - L. Carbajal	<b>MEDIO AMBIENTE Y RECICLADO</b> <b>MAR-I-1 - X. Querol</b>	
13.00 - 13.15	BIO-O-11 - R.G.Carrodeguas		<b>POL-I-3 - Y. Zhang</b>
13.15 - 13.30	<b>BIO-I-4 - J.M. Ferreira</b>	<b>MAR-I-2 - E. Monfort</b>	<b>POL-I-4 - A. Boschi</b>
13.30 - 13.45			
13.45 - 14.00	BIO-O-12 - P. González	MAR-O-01 - J.A. Labrincha	<b>POL-I-5 - L.E. Sansores</b>
14.00 - 14.15	BIO-O-13 - F. Orgaz	MAR-O-02 - M. G <sup>a</sup> -Valles	
14.15 - 14.30	BIO-O-14 - R. González	MAR-O-03 - I. Iglesias	<b>CONCLUSIONES: J. Bakali - R. De Vidane</b>
14.30 - 16.00	VINO ESPAÑOL, Vestíbulo Sede Central CSIC		

### SALAS:

(Ver ubicación plano)

**Sala-1:** Salón de Actos de la Sede Central del CSIC. Serrano, 117

**Sala-2:** Salón de Actos del Centro de Ciencias Medioambientales. Serrano, 115 Bis

**Sala-3:** Salón de Actos del Instituto de Química Física Rocasolano. Serrano, 119

**UBICACIÓN PÓSTERS:** PÓSTER-1, Vestíbulo Sede Central CSIC - PÓSTER-2, Claustro del Instituto de Estructura de la Materia

#### PÓSTER-1:

- Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos

#### PÓSTER-2:

- Conservación del patrimonio y arqueometría
- Materiales cerámicos y vítreos para la salud
- Estrategias de futuro en materiales de construcción
- Materiales en sistemas de generación y acumulación de energía
- Políticas de educación e innovación
- Medioambiente y reciclado
- Vidrios y vitrocerámicos para una sociedad sostenible

(Al menos uno de los firmantes deberá permanecer junto a su póster durante la sesión)

## Miércoles 27 de Octubre

### SALA 1. SEDE CENTRAL CSIC. Serrano, 117

**10.00 - 11.30** ASAMBLEA SECV  
**11.30 - 12.00** PAUSA  
**12.00 - 13.00** ACTO INAUGURAL

**13.00 - 13.45** **CONFERENCIA INAUGURAL**

**CARMEN MAÑUECO**. Conservadora. Museo Arqueológico Nacional.

“La cerámica madrileña en el siglo XVIII: Manufactura de porcelana del Buen Retiro (1760-1808)”

El establecimiento de esta manufactura real en los jardines del madrileño Palacio del Buen Retiro marcó un hito en el panorama cerámico español del siglo de las Luces, entre otras razones porque se convirtió en la fábrica de porcelana más antigua de nuestro país. Los datos que proporcionan las fuentes documentales conocidas y el estudio de las obras conservadas permiten recomponer una imagen bastante aproximada de la historia de esta manufactura, no obstante la destrucción de los archivos originales. Esa imagen es la que deseamos transmitir en esta charla.

Para valorar Buen Retiro en su justa medida, es preciso abordar diferentes aspectos. En primer lugar, ciertas peculiaridades que rodearon la fundación de la fábrica y que, en cierta manera, condicionaron su trayectoria durante algunos años. En segundo lugar, algunos elementos relacionados con la estructura de la empresa, tales como la organización del trabajo, el funcionamiento de los distintos obradores y las condiciones laborales de los operarios. Finalmente, la producción enfocada globalmente: materias primas, fases de la elaboración de una porcelana con sus luces y sombras, cómputo e intentos de comercialización del producto. Una selección de obras representativas ayudará a explicar los puntos comentados, así como los caracteres que definen y diferencian esta porcelana en el ámbito artístico.

**13.45 - 16.00** COMIDA - BUFFET

**SESIONES PLENARIAS** Moderadores: **Francisco Montero de Espinosa y Jorge Bakali**

**16.00 - 16.45** **PLENARIA 1**

**JOSÉ M<sup>a</sup>. FERNÁNDEZ NAVARRO**. Profesor de Investigación Instituto de Óptica-CSIC.

“La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio a lo largo de medio siglo”

**16.45 - 17.15** **PLENARIA 2**

**ALAIN DELCOURT**. Presidente Cerame-Unie.

“Cerame-Unie in Brussels – vital for the ceramic industry in Europe”

Cerame-Unie, the European Ceramic Industry Association, was established in Brussels in 1962 and represents the interests of the European ceramic industry.

The association acts as an umbrella organisation covering 8 different product sectors: from bricks, tiles and clay pipes over tableware and sanitary ware to refractories, abrasives and technical ceramics. Members of Cerame-Unie are both national federations and direct member companies.

Cerame-Unie plays a key role in providing policymakers with accurate information and giving a fundamental contribution to issues of vital importance for the European ceramic industry, notably in the field of environment, trade and construction. The ceramics industry is characterised by its need for locally available as well as imported raw materials, its energy intensive production process based almost exclusively on the use of natural gas and the high durability of the end product. As such, the industry is a world leader in producing value added, uniquely designed high quality ceramic products manufactured by flexible and innovative companies, mainly SMEs. The ceramics industry represents an annual turnover of around € 30 billion, accounting for approximately 25% of the global production.

The EU ceramics industry is export oriented with 30% of its productions sold outside the EU market. It is generally competitive both domestically and on international markets. However, since the last decade the market situation has changed considerably with the rise of low-cost products from new competitors in emerging and developing countries.

**17.15 - 17.45** **PLENARIA 3**

**FRANCIS CAMBIER**. Secretario European Ceramic Society.

“Microstructure: the key factor of ceramics behaviour”

**17.45 - 18.15** CAFÉ - INAUGURACIÓN CONCURSO FOTOGRAFÍA CIENTÍFICA

**18.15 - 18.45** PLENARIA 4

**FABIO NICOLETTI.** Presidente International Commission on Glass.  
"ICG: A global cooperation platform in the challenging world of glass"

**18.45 - 19.15**

PLENARIA 5

**RICHARD BROOK.** Editor Journal of the European Ceramic Society.  
"Three Societies"

Professional societies, of which the SECV is an excellent and now celebrated example, must serve their members, their discipline and their industry. The paper considers three societies and gives evidence for their importance during the past fifty years, in part from personal experience, in part from the development of ceramics during that time, and in part from the continuing significance of productive industry.

**19.45 - 20.15**

PLENARIA 6

**JORGE BAKALI.** Presidente de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.  
"¿Dónde está y adonde va la Industria Cerámica Azulejera Mundial?"

En esta conferencia pretendo realizar una reflexión sobre la situación en la que se encuentra el sector cerámico azulejero mundial y las perspectivas de futuro del mismo.

Tras una exposición del contexto del sector en los últimos años, caracterizada por el creciente desplazamiento de la producción hacia nuevas áreas geográficas, en particular, China, sureste asiático y Brasil y los cambios progresivos en una tecnología cada vez más globalizada, se pretende extrapolar el desarrollo futuro de la industria cerámica azulejera mundial.

## SALA 2. CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES. Serrano, 115 Bis

---

**13.45 - 16.00**

COMIDA - BUFFET

**16.00 - 20.30**

CONCURSO DE ESTUDIANTES

# Jueves 28 de Octubre

## SALA 1. SEDE CENTRAL CSIC. Serrano, 117

### Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos

Moderadores: **Fernando Guiberteau y Miguel Ángel Rodríguez**

**8.30 - 9.00 AV-I-1**

**Investigación en materiales cerámicos avanzados expuestos a condiciones de trabajo severas**

M.I. Osendi

Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Madrid

Después de conocer momentos álgidos durante las dos últimas décadas, los materiales cerámicos parecen estar perdiendo peso específico en cuanto a su potencialidad para aplicaciones tecnológicas destacadas. Aunque se percibe cierta pérdida de ascendente, no debemos pensar que no se está evolucionando; por el contrario, cada vez es mayor el conocimiento fundamental que se tiene sobre los materiales cerámicos avanzados. También, se siguen mejorando sus propiedades, al tiempo que se buscan nuevas aplicaciones, la mayoría relacionadas con condiciones extremas de trabajo. En este sentido, se dará una visión actual sobre la investigación en determinados materiales cerámicos que trabajan bajo condiciones severas, como altas temperaturas y ciclos térmicos, atmósferas corrosivas (por ej., altas presiones de vapor de agua) o están sometidos a fenómenos de erosión y desgaste. En particular, se hará referencia al trabajo que realizamos en el Grupo de Cerámica Técnica del ICV en tres tipos de materiales o estructuras, concretamente, los recubrimientos protectores para las turbinas del gas del futuro, denominados barreras ambientales, los compuestos de matriz cerámica con estructuras basadas en la lámina del grafeno (nanotubos, plaquetas) con comportamiento tribológico verdaderamente extraordinarios y funcionalidades aún por explorar y, por último, mencionaré los materiales cerámicos altamente porosos que son utilizables en numerosos procesos industriales (combustión, filtrado, catálisis, etc.).

**9.00 - 9.15 AV-O-01**

**Oxidación isoterma de recubrimientos de  $Al_2O_3$ -20%NiAl procesados por proyección térmica**

F. Sevillano, C.J. Muñoz y P. Poza

Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Universidad Rey Juan Carlos. Móstoles. Madrid

El sistema analizado en este trabajo es un recubrimiento con matriz cerámica de  $Al_2O_3$  a la que se ha incorporado un 20% de NiAl depositado por proyección térmica a la llama sobre un acero 2Cr<sub>1</sub>Mo. Este tipo de sistemas tiene aplicaciones en la industria generadora de energía, por ejemplo como sellantes en turbinas de gas o como soporte de combustible sólido. Mediante ensayos de oxidación isoterma en aire se ha estudiado la degradación del recubrimiento tras su exposición a alta temperatura y la influencia de la fase metálica en esta degradación. Para aumentar la protección del sustrato se depositó un anclaje metálico de NiAl. La evolución del recubrimiento, con exposiciones hasta 336h, se analizó mediante ensayos de adhesión normalizados y su microestructura mediante técnicas de microscopía óptica y electrónica así como difracción de rayos X.

**9.15 - 9.30 AV-O-02**

**Fabricación a bajas temperaturas de cerámicos ZrB<sub>2</sub> y ZrC de ultra-altas temperaturas**

A.L. Ortiz<sup>1</sup>, V. Zamora<sup>1</sup>, B. Núñez-González<sup>1</sup>, F. Guiberteau<sup>1</sup> y M. Nygren<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura

<sup>2</sup>Department of Material and Environmental Chemistry, Arrhenius Laboratory, University of Stockholm, Sweden

Cabe esperar que el siglo XXI suponga una auténtica revolución en los vuelos espaciales supersónicos y, en general, en el desarrollo de nuevos vehículos de propulsión. Para ello será necesario utilizar los "materiales cerámicos de ultra-altas temperaturas". Estos materiales tendrán que soportar temperaturas muy elevadas en ambientes químicamente hostiles y, además, deberán mantener un cierto grado de integridad mecánica. Las investigaciones realizadas permiten identificar a los boruros, carburos y nitruros de los metales de transición IVB como los candidatos más prometedores, ya que son los únicos que presentan una combinación adecuada de propiedades químicas, mecánicas y térmicas. Sin embargo, estos materiales solo pueden ser fabricados a temperaturas próximas a 2000 °C y, además, bajo la aplicación de presión simultánea, por lo que sus costes de fabricación son muy elevados. La incorporación de determinados aditivos que contienen Si (SiC, MoSi<sub>2</sub>, ZrSi<sub>2</sub> y TaSi<sub>2</sub>) es necesaria para mejorar su resistencia a oxidación y, además, permite la fabricación de estos materiales sin presión y a temperaturas algo inferiores, si bien estas temperaturas siguen siendo aún excesivamente elevadas. En este trabajo se proponen nuevas estrategias para el procesado de ZrB<sub>2</sub> y ZrC, tanto en estado puro como con aditivos, que permiten reducir sus temperaturas habituales de sinterización en aproximadamente 500°C.

9.30 - 9.45 AV-O-03

Recubrimientos metaestables de mullita obtenidos por el proceso Nanosprayquench  
S. Dosta, J. Ventayol, I.G. Cano y J.M. Guilemany  
CPT - Centro de Proyección Térmica, Universidad de Barcelona.

En los últimos años se ha investigado para encontrar una solución competitiva para producir componentes que trabajan bajo condiciones extremas de corrosión y desgaste a elevada temperatura como intercambiadores de calor, turbinas, etc. Para ello, la deposición de materiales como circonas o mullitas mediante técnicas como PVD, CVD, EB-PVD y APS ha supuesto una solución factible en este sentido. Una vía de mejora de las propiedades de estos componentes es la producción de recubrimientos nanoestructurados a partir de procesos que además los hagan viables económicamente. De esta manera, el nuevo proceso de NANOSPRAYQUENCH aparece como un método para producir recubrimientos metaestables de mullita a partir de polvo convencional microestructurado.

La evolución estructural después de varios tratamientos térmicos que ha tenido lugar en los recubrimientos, desde la metaestabilidad hasta obtener la nanoestructura final, ha sido evaluada mediante DSC-TGA, difracción de rayos X, Raman y FE-SEM. Se observa que un elevado porcentaje de recubrimiento en fase amorfa/metaestable evoluciona a fase pseudotetragonal a temperaturas intermedias, para finalmente obtener un recubrimiento totalmente cristalino con una única fase estable de mullita ortorrómbica.

## Materiales refractarios

Moderadores: **Julio Mazorra y Carlos Domínguez**

9.45 - 10.15 AVR-I-1

**Los diagramas de equilibrio de fases como una herramienta para el diseño y uso de los materiales refractarios**

S. de Aza  
Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Madrid

La aplicación de los diagramas de equilibrio de fase para diseñar materiales refractarios y también para comprender su comportamiento en servicio, ha sido, a lo largo del tiempo, un tema de controversia en el campo de la cerámica y refractarios.

Sin embargo, en la tecnología moderna refractaria es posible obtener mezclas homogéneas a través de rutas sofisticadas de procesamiento. Como resultado, las velocidades de reacción son generalmente lo suficientemente altas para alcanzar el equilibrio o cuasi-equilibrio durante la cocción convencional del material así como en su comportamiento en servicio.

Así, hoy en día, los diagramas de equilibrio son válidos no sólo para determinar la tendencia termodinámica de equilibrio durante la cocción del material refractario, sino también para predecir el estado final de equilibrio y, con una buena comprensión de las relaciones de equilibrio, también es posible conocer el camino a través del cual el sistema refractario evoluciona hacia el estado final durante su aplicación.

En consecuencia, los diagramas de equilibrio son una potente herramienta para el diseño de nuevos materiales refractarios, así como para una mejor comprensión de su comportamiento en servicio en condiciones de alta temperatura y agentes corrosivos.

En el presente trabajo se pretende mostrar, a través de algunos ejemplos pertinentes, cómo la fabricación de algunos materiales refractarios tradicionales pueden ser explicadas y también cómo es posible mejorar y / o diseñar nuevos materiales refractarios mediante un uso de los diagramas de equilibrio de fase apropiados.

10.15 - 10.45 AVR-I-2

**The european refractories industry faces new challenges**

R. Schmidt-Whitley  
Asociación Europea de Fabricantes de Refractarios. P. R. E. Bruselas. Bélgica.

The European refractories industry was born with the industrial revolution in the 19th century, and has kept its worldwide leading position until today. But in the last few years, new and formidable challenges to this position have appeared: the ever increasing dependence on imported raw materials, the appearance of competitors from fast growing emerging economies, and the financial and industrial crisis of 2008/2009. The paper will give an overview of these developments and indicate some alternative development strategies with which the European refractories industry can overcome these difficulties.

10.45-11.00 AVR-O-01

La industria siderúrgica en España en 2010. La lenta salida de la crisis

A. Hidalgo de Calcerrada

UNESID. Madrid

Tras el aciago año 2009 la industria española en general, y la siderúrgica en particular, se esfuerzan por intentar salir de la crisis en un entorno de debilidad económica. Hay que tener en cuenta que a pesar de la recuperación del 24% interanual en el consumo aparente de productos siderúrgicos de la primera mitad del año, este sigue estando al 54% del nivel que tenía en 2007, año anterior a la crisis. La presentación describirá la evolución de la situación de la producción, las entregas, el consumo aparente y el comercio exterior de productos siderúrgicos durante los últimos trimestres, e intentará identificar las pautas que regirán estas variables durante los próximos meses. También se realizará una breve explicación sobre el papel de los inventarios en este mercado y la relación existente entre los inventarios, el consumo real y el consumo aparente.

11.00 - 12.00 SESION PÓSTER Y CAFÉ

Moderadores: **Victor Orera y Carmen Baudín**

12.00-12.15 AVR-O-02

The effect of particle size distribution on the properties of refractory castables

A. Silva<sup>1</sup>, D. Pinto<sup>1</sup>, A. Segadaes<sup>2</sup> y T. Devezas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electromechanical Engineering, University of Beira Interior, Covilhã, Portugal

<sup>2</sup>Department of Ceramic and Glass Engineering, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

In accordance with the models of Andreasen or Alfred the maximum packing for continuum particle size mixtures is attainable with particle size distribution (PSD) modulus of the order of  $q=0.37$ . However, to get a particle size distribution that favours the fluidity of the mixtures it is necessary to reduce the modulus of distribution for values of about  $q=0.22$ . Thus, it is necessary to increase the distance between coarse particles (the maximum paste thickness - MPT) in order to increase the total content of fine particles.

This work presents the influence of changes in PSD modulus on the packing of real particles and on the flowability of alumina fresh pastes. Using the response surface methodology (Statistica software) it was optimized the PSD composition of a matrix formed by three classes of alumina fines particles (<63 micra) and an aggregate, constituted by three classes of tabular T60 alumina (0.2 – 3mm), in order to obtain a minimum water content (28 mg/m<sup>2</sup>). Citric acid was used as defloculant additive (0.36 mg/m<sup>2</sup>). The used procedure allowed to get a self-flowing paste (FI > 110%), that after sintering for 90 minutes at 1600°C resulted in a cement-free monolithic refractory castable with remarkable mechanical properties, as for instance a flexural mechanical strength higher than 50MPa at room temperature. This cement-free self flowing refractory castable was used to manufacture the hot face monolithic parts of a prototype laboratory furnace, and the material behaviour of the produced material was extensively investigated, namely the density, porosity, water absorption, HMoR, thermal shock and microstructure.

12.15-12.30 AVR-O-03

Sinterización reactiva de hexaluminato de calcio mediante spark plasma sintering

P.G. de la Iglesia, J. L. Menéndez, O. García-Moreno y R. Torrecillas

Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología CSIC-Universidad de Oviedo-Principado de Asturias. Oviedo.

El compuesto más rico en alúmina entre los compuestos intermedios en el sistema CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es el hexaluminato de calcio (CaAl<sub>2</sub>O<sub>6</sub>). La formación de este aluminato se produce por la reacción entre el CaO y la Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, con la consecuente formación de compuestos intermedios con el aumento de la temperatura con menores contenidos en alúmina (CaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, CaAl<sub>4</sub>O<sub>7</sub>,...). Hasta el momento los trabajos realizados para la sinterización de hexaluminato de calcio (CA6) han sido llevados a cabo por métodos convencionales. Por estos métodos, o bien la transformación no es completa o se necesitan largos periodos de sinterización, empleándose hasta 24 horas para su formación. En este trabajo se ha sintetizado hexaluminato de calcio por mezcla de polvos utilizando alúmina y dos carbonatos de calcio distintos. A estos precursores se les realiza una sinterización reactiva por Spark Plasma Sintering permitiendo, mediante la variación de los parámetros de sinterización, conseguir la formación de hexaluminato de calcio puro y denso en periodos de tiempo de tan sólo 45 minutos.

Se presentan los resultados del ajuste de los parámetros de sinterización mediante SPS (temperatura de sinterización, fuerza aplicada, rampa de calentamiento y tiempo de estancia) de las diferentes mezclas realizadas para la obtención de CA<sub>6</sub> y su caracterización mediante difracción de Rayos X, cuantificación de fases mediante el método de Rietveld, densidad, granulometría y microscopía electrónica de barrido.

## Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos

12.30 - 12.45 AV-0-04

50 años de contribución de la microscopía electrónica en España a la visión microestructural de los materiales vítreos y cerámicos

J. M<sup>a</sup>. Rincón

Lab/ Grupo de Materiales Vítreos y Cerámicos, I. Eduardo Torroja CC Construcción-CSIC. Madrid

Se revisa la contribución de la Microscopía Electrónica (ME) al conocimientos microestructural y microanalítico de los materiales vítreos y cerámicos en nuestro país a lo largo de estos 50 años de existencia de la SECV. El desarrollo de esta técnica ha tenido presencia constante en las contribuciones presentadas en todas la Reuniones y Congresos de la SECV, así como en los artículos publicados a lo largo de todos estos años en el Boletín de la SECV. Desde los inicios de la Microscopía Electrónica en España, las aplicaciones a la investigación de los materiales vítreos y cerámicos siempre ha estado presente y en evolución constante al tiempo que desde los inicios de la microscopía TEM, pasando luego a la generalización del uso del SEM y de las técnicas microanalíticas tales como el WDS y el EDS y todo ello con la adaptación de métodos de preparación de muestras desde las de réplica que se pusieron a punto en los comienzos del ICV, CSIC hasta las más recientes del adelgazamiento iónico, pasando por las aportaciones de la TEM/ HREM. No sólo se relatan en esta comunicación los orígenes, sino que se da una visión de la situación actual (posibilidades de uso más extendido de la espectroscopía EELS y de los adelgazamientos SEM/ FIB entre otros métodos) y de las posibilidades extraordinarias que tiene aun la ME con los nuevos microscopios avanzados entre los que se encuentra el de filamento de Helio para obtener una visión aun mejorada de la microestructura de los materiales cerámicos y vidrios. Constituye, pues, esta comunicación un homenaje póstumo a Julia M<sup>a</sup>. González- Peña, pionera de la ME en los materiales cerámicos y vidrios en nuestro país y de sus materias primas, especialidad que representó con especial relevancia en la historia de la SECV.

12.45 - 13.00 AV-0-05

Difracción de polvo en la Universidad de Málaga

M.A. García-Aranda<sup>1</sup>, A.G. De la Torre<sup>1</sup>, L. León-Reina<sup>2</sup>, y J. M. Compañía<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía, Universidad de Málaga, Málaga

<sup>2</sup>Servicios Centrales de Investigación, Universidad de Málaga, Málaga

En esta comunicación se presentará un resumen de la caracterización de materiales mediante difracción de rayos-X de laboratorio en la Universidad de Málaga. Se comenzará por el análisis cuantitativo de fases en cementos Portland (y otros materiales cementantes) mediante el método de Rietveld. En este caso se hará hincapié en la necesidad de datos de alta resolución para minimizar los errores. Esta metodología también se ha aplicado a pigmentos cerámicos, por ejemplo tipo  $(Cr_xFe_{1-x})_2O_3$ , que puede tener aplicación para simplificar el procedimiento administrativo dentro de la normativa europea REACH. También estamos caracterizando materiales con relevancia arqueológica mediante diferentes técnicas incluyendo la difracción de polvo y el análisis de los datos tanto por el método de Rietveld (análisis mineralógico cuantitativo) como por el método de 'clusters' (agrupación de muestras a partir del análisis de los datos crudos). Los barnices de las muestras arqueológicas también han sido caracterizados por difracción en ángulo rasante. Estamos iniciando una línea de investigación en gemología y se presentaran resultados de la identificación de inclusiones en gemas. Para ello, se hará una comparativa entre los datos obtenidos con radiación de Cobre y los difractogramas de las mismas gemas con radiación de Molibdeno. Se hará hincapié en el poder de penetración de la radiación de Mo que permite resaltar la contribución de las inclusiones. Finalmente, se mostrará un ejemplo de la ayuda del método de Rietveld para entender la influencia del tratamiento magnético del agua de red dura para minimizar las incrustaciones de calcita en tuberías.

13.00 - 13.15 AV-0-06

Aplicaciones tecnológicas del Laser de interés en el campo de las baldosas cerámicas

X. de la Fuente<sup>1</sup>, R. Lahoz<sup>1</sup>, J.M. Pedra<sup>4</sup>, J. Bakali<sup>2</sup>, J. Ribera<sup>3</sup> y J.B. Carda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, CSIC-Universidad de Zaragoza

<sup>2</sup>Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

<sup>3</sup>Invest Plama S.L., Castellón

<sup>4</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

Hoy en día se han ido incorporando nuevas tecnologías en el campo de la decoración cerámica que han ido revolucionando al sector productivo cerámico. Así, han aparecido en el mercado sistemas de decoración digital, decoración mediante PVD y decoración mediante la aplicación de la radiación láser. Todas estas tecnologías han permitido obtener mayor versatilidad en los diseños alcanzados, con unas calidades de resolución

de línea que eran impensables hace unos pocos años y también, la posibilidad de generar menos residuos hacia el medioambiente. Así, con la tecnología láser, se han podido obtener decoraciones que combinan la posibilidad de sintetizar "in situ" las diferentes tonalidades, junto a poder conseguir relieves en las mismas piezas cerámicas. Se mostrarán también las posibilidades decorativas alcanzadas al combinar las tecnologías de PVD junto con la radiación láser, tanto en figuras planas como en volumen.

13.15 - 13.30 AV-0-07

Growth rate effect on microstructure and thermoelectric properties of laser floating zone processed  $\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Co}_2\text{O}$  ceramics

Sh. Basekh, M.A. Madre, J.C. Diez y A. Sotelo

ICMA (Universidad de Zaragoza-CSIC), Dpto. Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, CSIC-Universidad de Zaragoza

Thermoelectric (TE) materials are intensively studied as a promising solution to the increasing energy demands due to their ability of transforming heat into clean electrical energy. This capability can be easily applied for harvesting wasted energy produced in different energy conversion processes.

Since discovery of high TE performances in the Na-Co-O ceramics, the TE Co-based family has been intensively studied due to their high chemical and thermal stability along with large thermopower (S), relatively low electrical resistivity ( $\rho$ ) and low thermal conductivity ( $\kappa$ ). The efficiency of TE materials is represented by a dimensionless factor, the figure-of-merit,  $ZT = S^2T/\rho\kappa$ , where T is the absolute temperature.

>From the crystallographic point of view, these compounds show a very high structural anisotropy, due to their layered structure, which induces anisotropic TE properties. As a consequence, preferential grain orientation on these materials has been shown as an adequate process in order to improve their TE properties. It can be performed using different techniques, such as sinter-forging, template grain growth (TGG), reactive template grain growth (RTGG), directionally growth from the melt, etc.

In this work, TE  $\text{Bi}_2\text{Ba}_2\text{Co}_2\text{O}$  ceramics have been grown from the melt by the laser floating zone (LFZ) texturing technique, using different growth conditions. The effect of the growth rate on the microstructure as well as TE properties, between 300 and 900K, has been studied.

13.30 - 13.45 AV-0-08

Síntesis por fusión láser de materiales cerámicos luminiscentes

R. Aroz<sup>1</sup>, V. Lennikov<sup>1</sup>, R. Cases<sup>2</sup>, M.L. Sanjuán<sup>1</sup>, G.F. de la Fuente<sup>1</sup> y E. Muñoz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza - CSIC. Zaragoza

<sup>2</sup>Departamento Física de la Materia Condensada, Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (Universidad de Zaragoza-CSIC), Zaragoza

<sup>3</sup>Instituto de Carboquímica (CSIC), 50018, Zaragoza

Debido a sus excelentes propiedades lumínicas y elevada estabilidad química, el aluminato de estroncio dopados con tierras raras de fórmula  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$  ha atraído una considerable atención científica y se ha convertido en el pigmento con mayor implantación comercial, siendo por ejemplo un componente esencial en la industria de la señalización de seguridad. Como alternativa a los métodos convencionales de síntesis de este material cerámico luminiscente (métodos de sol-gel y métodos de estado sólido), aquí se presenta un método de fusión láser basado en reacciones inducidas fotoquímicamente al irradiar con un láser de  $\text{CO}_2$  de alta densidad de potencia los precursores inorgánicos empleados ( $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , y óxidos de tierras raras). Este método de fusión láser permite la eficiente obtención de  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$  a temperaturas altas en tiempos de síntesis reducidos no requiriendo para ello de la adición de fundentes ni del uso de atmósferas reductoras como es frecuente en la síntesis cerámica y en el método sol-gel.

En este trabajo se muestra cómo este método de fusión láser puede aplicarse con éxito a la mejora de las propiedades luminiscentes del pigmento  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ , tanto a través de la modificación de la composición de matriz (empleando precursores que contengan otros alcalinotérreos) así como variando el dopado con otras tierras raras. Se ha realizado la caracterización de los materiales obtenidos mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido, espectroscopia Raman, así como la medida de sus propiedades luminiscentes.

13.45 - 14.00 AV-O-09

Formación y estabilización de fases durante la reacción durante la reacción del  $\text{BiFeO}_3$   
M. Bernardo, T. Jardiel, A.C. Caballero y M. Villegas  
 Departamento de Electrocerámica. Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Madrid

Los materiales multiferroicos, con propiedades ferroeléctricas, ferromagnéticas y/o ferroelásticas acopladas, han cobrado un gran interés en los últimos años dada sus múltiples aplicaciones prácticas. Entre ellos, el compuesto con estructura perovskita  $\text{BiFeO}_3$  es uno de los más prometedores. Aunque abundan los estudios referentes a este material en la bibliografía, las claves para la síntesis del  $\text{BiFeO}_3$  aún no están claras. La aparición de fases secundarias ( $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$  y  $\text{Bi}_{25}\text{FeO}_{39}$ ) durante la obtención de cerámicas de  $\text{BiFeO}_3$  es un problema aún no resuelto. Las causas más aceptadas en la bibliografía para explicar la existencia de estas fases son un bajo intervalo de estabilización de la perovskita y/o una estabilización de las fases secundarias por la presencia de impurezas a niveles de trazas. Sin embargo, aún no se conoce el mecanismo de las reacciones de formación/descomposición del  $\text{BiFeO}_3$  que daría la clave de cuándo y en qué condiciones surgen estas fases. En este trabajo se discuten los resultados obtenidos en la síntesis de  $\text{BiFeO}_3$  por distintos métodos, así como en los pares de difusión  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , con el fin de sugerir posibles mecanismos que explique las claves para la síntesis de materiales de  $\text{BiFeO}_3$  libres de fases secundarias.

14.00 - 14.15 AV-O-10

Síntesis, evolución estructural y observaciones ópticas de  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  submicrométrica  
M.A. Flores-González<sup>1</sup>, M. Villanueva-Ibáñez<sup>1</sup>, M.A. Hernández Pérez<sup>2</sup>, H.J. Dorantes Rosales<sup>2</sup>, R. González Montes de Oca<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Nanotecnología y Bio-electromagnetismo Aplicado LaNBA, Universidad Politécnica de Pachuca, México  
<sup>2</sup>Departamento de Investigación Metalúrgica, ESQIE. Instituto Politécnico Nacional. México

En este estudio se presentan los resultados preliminares de la síntesis de  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanoestructurada con excelente cristalinidad y tamaño sub-micrométrico mediante el método poliol. Haciendo uso de esta técnica, agregados con tamaños de ~300 nm y morfología esférica fueron precipitados a 180° C en una solución polialcohólica a partir de nitratos. Estudios termogravimétricos (ATD-TG) permitieron observar que la densificación del material nanoestructurado ocurre a partir de los 700° C. Por medio de difracción de rayos X (DRX) se observó que los polvos sub- $\mu\text{m}$  obtenidos presentaron inicialmente poca cristalinidad. De igual manera, un seguimiento de la evolución estructural para los polvos tratados térmicamente desde 250 hasta 1000° C muestra la transformación de  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Finalmente, en este trabajo también se reporta la obtención de alúmina adicionada con algunas tierras raras (Eu, Tb, Yb y Ce), en donde los materiales dopados fueron igualmente evaluados por microscopía electrónica y DRX además de realizar estudios de espectroscopía con la finalidad de observar la influencia de los dopantes sobre la variación de la microestructura en la alúmina.

14.15 - 14.30 AV-O-11

La obsidiana como material de colada  
 S. Gómez Delgado  
 Departamento de Pintura y Escultura, Facultad de Bellas Artes, Universidad de La Laguna (ULL). Santa Cruz de Tenerife

El vidrio se encuentra raramente en la naturaleza, la Obsidiana es una roca volcánica que ha vitrificado mediante un proceso eruptivo. Tiene una fractura concoidea, característica de los sólidos no cristalinos en los flujos solidificados de lava. El vidrio natural se forma cuando la lava rica en  $\text{SiO}_2$  se enfría rápidamente. Este vidrio volcánico fundido, es maleable a alta temperatura. En frío, puede ser tallado, y en caliente en estado fluido, colado y moldeado.

La Obsidiana Artificial (O.A.) es el vidrio que obtenemos de forma artificial a base de combinar el Lapilli volcánico (piroclasto de caída) con materiales (vitrificantes y fundentes) que bajen su punto de fusión y produzcan una vitrificación adecuada.

Las formaciones rocosas, las reducimos y tamizamos al máximo hasta reducirlas a polvo para poder mezclarla en seco de la forma más sencilla con los demás componentes. Una vez hallada la proporción adecuada para la composición, se introduce la mezcla en un crisol y se funde en un horno de gas.

La preparación de la O.A. es la de un vidrio que se obtiene mezclando por vía líquida sus distintos componentes hasta obtener una disolución homogénea a nivel molecular.

Cuando la viscosidad de la mezcla llega al punto de poder verse sin dificultad, la trasparamos a un molde y éste se introduce en un horno eléctrico donde comenzará la fase de recocido para llevar a cabo la curva de bajada con la temperatura y el tiempo adecuados.

14.30 - 16.00 COMIDA - BUFFET

## Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos

Moderadores: **José Y. Pastor y Antonio Javier Sánchez Herencia**

**16.00 - 16.30 AV-I-2**

### **Impacto de la nanotecnología en los materiales cerámicos. Nuevos usos y nuevos horizontes para la cerámica clásica**

J. S. Moya

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC. Madrid

Cada día es mas evidente que a los materiales cerámicos que demandan las nuevas tecnologías y la sociedad (viviendas, hospitales, centros públicos, etc.) se les exigen funciones y propiedades que no pueden ser satisfechas por la cerámica clásica.

Alternativamente, la nanotecnología, conjuntamente con la combinación de materiales disimilares (p. e. óxido/metal) puede crear interfases donde aparezcan nuevos materiales cerámicos cuyas propiedades pueden ser inesperadas, exóticas y sin duda fascinantes. En el presente trabajo se enfatizan los desafíos de los materiales cerámicos nanoestructurados transparentes en el rango del IR-Vis y de los compuestos cerámica-metal (micro/nanocomposites) en las nuevas tecnologías. Se pondrá de manifiesto como el efecto sinérgico del tamaño de las partículas metálicas y las predicciones de la teoría de la precolación, por un lado, y del carácter de la interfase cerámica-metal, por otro, puede dar lugar: i) a un inesperado incremento de la dureza y de la resistencia al desgaste (materiales superduros alumina-n(Ni,W); ii) a la posibilidad de diseñar vidrios-nMetal (Ag, Cu, Au) con colores exóticos, p.e. rojo rubí, vidriados con brillo metálico; y iii) a fabricar polvos conteniendo nanopartículas metálicas (Ag, Cu) con una extraordinaria actividad biocida y muy baja toxicidad.

**16.30 - 16.45 AV-O-12**

Posibilidades del mecanizado por ultrasonidos rotatorio para fomentar el uso de cerámicas técnicas en el mercado español actual

L. Arriola, O. Gonzalo e I. Bengoetxea

Advance Manufacturing Technologies, Tekniker Foundation, CIC marGUNE, Otaola 20 P.K. 44, Eibar

The advanced properties of engineering ceramics are suitable to meet the requirements of several engineering application such as medical (prosthesis,...), automotive (bearing,...), aerospace (tiles,...), optics (lasers,...) and so on, where high hardness, high wear resistance and thermo chemical stability are needed. However, the processing of these materials is difficult and costly, in some cases up to 90% of the price, which leads ceramics to limited applications. As a result, the ceramics have not hitherto been able to compete against commonly used materials (titanium, hardened steels,...) limiting their true potential in the actual market.

In this paper, Rotary Ultrasonic Machining (RUM) is presented as a non conventional environmental-friendly and cost effective process that enable to obtain complex 3D shape ceramic products. A rotating tool with metal-bonded diamond abrasives is ultrasonically vibrated (typically 20KHz) and fed toward to the fixed workpiece at a constant pressure or a constant feed rate. This process combines conventional grinding and ultrasonic machining, offering the possibility of increased material removal rates while keeping the machining forces low. Thus, the limitation of actually used conventional processes are overcome introducing more accurate, flexible and cost effective process capabilities.

On balance, RUM is a promising process for primary machining operations on structural ceramic components. Its features will lead to enhance the use of ceramics in more industrial applications by increasing product development/design capabilities, high added value products and sustainable process.

**16.45 - 17.00 AV-O-13**

Nuevos cerámicos basados en Nitruro de Silicio: materiales con función gradiente y nanocompuestos con nanotubos de carbono

M. Belmonte, J. González-Julián, P. Miranzo y M.I. Osendi

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

El nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) es un material cerámico que se emplea en numerosas aplicaciones tecnológicas debido a sus excelentes propiedades termomecánicas y tribológicas. Estas se pueden modificar controlando el tamaño de grano y/o la transformación de fases, o introduciendo segundas fases. Por otro lado, la aparición de la técnica de sinterización mediante descarga eléctrica (en inglés, "spark plasma sintering", SPS) ha abierto una nueva vía para el desarrollo de nuevos materiales, especialmente en el campo de los nanomateriales, ya que aumenta su sinterabilidad y limita el crecimiento de grano. En este trabajo se mostrarán dos ejemplos de nuevos materiales basados en  $\text{Si}_3\text{N}_4$  los cuales han sido desarrollados empleando SPS: i) estructuras con función gradiente continua (FGM) y ii) materiales compuestos conteniendo nanotubos de carbono (CNTs).

El FGM se fabricó en un solo paso y a partir de una única composición de polvos de partida, creando un gradiente de temperatura dentro del compacto. Se obtuvieron materiales con gradientes continuos en fase- $\beta$  (4-60%), tamaños medio de grano (200-500 nm) y en propiedades como dureza (15-20 GPa) y tenacidad (3.7-5.7 MPa·m<sup>1/2</sup>). Por otra parte, se probó que el SPS es la mejor opción para conseguir nanomateriales de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/CNTs completamente densos con elevados contenidos de nanotubos sin que éstos se degraden. Estos nanocompuestos mejoraron la conductividad eléctrica en 13 órdenes de magnitud, la resistencia al dañar por contacto y las propiedades tribológicas (disminución del 40% en la fricción y 80 % más resistentes al desgaste) respecto a los materiales monolíticos.

**17.00 - 17.15 AV-0-14**

Optimisation of two-step sintering schedules

M.A. Lourenço, G.G. Cunto, J.R. Frade, F.M. Figueiredo

Ceramics and Glass Eng. Dept./CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

A methodology for the optimisation of two-step sintering schedules of ceramic materials is described. The procedures combine the predictions of the sintering kinetics based on simple dilatometry data with the Taguchi fractional experimental plans. The method is tested on the sintering of commercial zirconia nanopowders of compositions (ZrO<sub>2</sub>)<sub>0.92</sub>(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0.08</sub> and (ZrO<sub>2</sub>)<sub>0.97</sub>(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0.03</sub>. The peak temperature (T<sub>p</sub>), the temperature and dwell time of the isothermal step (T<sub>d</sub> and t<sub>d</sub>) and the cooling rate ( $\beta$ ) between T<sub>p</sub> and T<sub>d</sub> were retained as the relevant sintering parameters. The suitable T<sub>p</sub> values corresponding to about 75% of relative density are evaluated based on shrinkage experiments performed on heating at constant rate. The remaining T<sub>d</sub>, t<sub>d</sub> and  $\beta$  factors and approximate ranges of conditions required for the effective two-step sintering are estimated from the temperature range with typical Arrhenius dependence. The predictions were found to be in reasonable agreement with the results obtained from isothermal sintering experiments planned according to Taguchi fractional plans. Dense (ZrO<sub>2</sub>)<sub>0.97</sub>(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0.03</sub> ceramics were obtained with an average grain size of ~100 nm for T<sub>p</sub>=1320°C, T<sub>d</sub>=1250°C, t<sub>d</sub>=12 h and  $\beta$ =20 Kmin<sup>-1</sup>. The inhibition of the grain growth is less for the (ZrO<sub>2</sub>)<sub>0.92</sub>(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0.08</sub> ceramics, with the lowest average grain size of 450 nm obtained for T<sub>p</sub>=1320°C, T<sub>d</sub>=1270°C, t<sub>d</sub>=12 h and  $\beta$ =20 Kmin<sup>-1</sup>. The limits of the applicability of the methodology to the two kinds of materials are discussed. The total ionic conductivity values are comparable to those currently reported for samples with larger grain size obtained by conventional sintering schemes.

**17.15 - 17.30 AV-0-15**

Propiedades mecánicas y tribológicas de los materiales nanoestructurados de carburo de silicio reforzados con nanofibras de carbono

A. Borrell<sup>1</sup>, V.G Rocha<sup>2</sup>, A. Fernandez<sup>2</sup>, R. Torrecillas<sup>1</sup>, V. Bonache<sup>3</sup> y M. D Salvador<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CSIC - Universidad de Oviedo - Principado de Asturias) Oviedo.

<sup>2</sup>Fundación ITMA, Parque Tecnológico de Asturias, Llanera, Asturias

<sup>3</sup>Instituto de Tecnología de Materiales (ITM). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia

Los materiales compuestos cerámica/carbono poseen excelentes propiedades que los convierten en candidatos idóneos para diversas aplicaciones. Entre otras cabe destacar su empleo en frenos de aviones o coches de competición. Su baja densidad, alta resistencia mecánica, elevada resistencia a la oxidación, excelente comportamiento a fricción y una baja sensibilidad a las condiciones de operación permite utilizar estos compuestos como material funcional. Por todo ello, la obtención de nuevos materiales nanoestructurados cerámica/carbono, aparece como una opción muy interesante dada la creciente demanda que existe desde las industrias automovilística y aeronáutica.

El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de nanofibras de carbono (CNFs) en el comportamiento mecánico y tribológico de los nanocompuestos de matriz de nano-carburo de silicio (nSiC). El estudio tribológico realizado se basó en una metodología de ensayo del tipo pin-on-disk con deslizamiento en seco (sin lubricación). Se analizaron para cada caso el coeficiente de rozamiento y la tasa de desgaste en función de la carga aplicada. Asimismo, las muestras ensayadas se observaron mediante microscopía electrónica de barrido. Los resultados obtenidos demuestran la mejora simultánea del comportamiento al desgaste y de las prestaciones mecánicas del material cerámico al incorporarle las nanofibras de carbono, siendo el coeficiente de fricción muy estable.

17.30 - 17.45 AV-O-16

Relación entre integridad estructural y microestructura en la degradación hidrotérmica de 3Y-TZP  
 Z. de Armas, G. Fargas, J. A. Muñoz Tabares, F. Garcia Marro, J. Valle, R. Chintapalli, A. Mestra y M. Anolada  
 Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica, ETSEIB Universitat Politècnica de Catalunya

Es bien conocido que la circonita estabilizada con 3% molar de itria posee excelentes propiedades, lo cual en parte es debido a su tamaño de grano submicrométrico y al mecanismo de aumento de tenacidad por transformación de fase activada por la tensión alrededor de las grietas. Esta transformación de la fase tetragonal a monoclinica es también su talón de Aquiles puesto que la superficie expuesta al medio en presencia de agua puede transformarse espontáneamente en mayor o menor grado, lo cual, con el tiempo, degrada sus propiedades mecánicas.

En este trabajo se ha determinado el perfil de la transformación desde la superficie hacia el interior mediante diversas técnicas y se ha correlacionado con la resistencia a flexión, el cambio en el módulo de Weibull así como el cambio en el módulo de elasticidad y dureza superficiales así como con el daño por contacto Hertziano bajo esfuerzos cíclico de compresión.

En el estudio se han utilizado técnicas diversas tales como difracción de rayos X, espectroscopia micro-Raman, microscopia de fuerza atómica, etc., junto con haz de iones focalizados (SEM/FIB) para el estudio del daño superficial inducido por contacto.

Los resultados se analizan relacionando los cambios microestructurales observados con el cambio en el comportamiento mecánico. Se pone también de manifiesto la diferencia entre degradación de propiedades de volumen y degradación de propiedades mecánicas superficiales.

17.45 - 18.00 AV-O-17

Caracterización mecánica mediante Nanoindentación de la perovskita de  $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{Ga}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$  usada como electrolito en SOFCs

M. Morales<sup>1</sup>, J. J. Roa<sup>1</sup>, X. G. Capdevila<sup>2</sup>, J. Tartaj<sup>3</sup> y M. Segarra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro DIOPMA, Departamento de Ciencia de los Materiales e Ing. Metalúrgica, Facultad de Química, Universidad de Barcelona, Barcelona

<sup>2</sup>DIOPMA S.L, Parc Científic de Barcelona, Barcelona

<sup>3</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC), Madrid

Las pilas de combustible de óxido sólido (SOFCs) son dispositivos basados en la conversión de energía química en energía eléctrica de forma directa, empleando un combustible tal como hidrógeno, hidrocarburo o alcohol, y oxígeno como oxidante, lo cual permite la obtención de elevadas eficiencias, así como de bajas emisiones contaminantes y acústicas. Además de estudiar las propiedades eléctricas de los materiales, que son las que les dan su funcionalidad, también es importante determinar sus propiedades mecánicas, ya que son críticas durante su procesado, ensamblaje y vida en servicio. Este trabajo se centra en la determinación de las propiedades mecánicas, tales como la dureza (H), módulo de Young (E) y tenacidad de fractura ( $K_{Ic}$ ), del LSGM ( $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{Ga}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ ) en forma másica, el cual es un electrolito con elevada conductividad iónica a temperaturas de operación intermedias (500-700°C).

En el presente trabajo, se han preparado pilas de combustible de óxido sólido soportadas sobre el electrolito de LSGM de 200  $\mu\text{m}$  de espesor, las cuales se han conformado mediante prensado isostático y sinterizado a 1450°C. A continuación, se depositaron los electrodos, Ni/GDC como ánodo (GDC =  $\text{Gd}_{0.2}\text{Ce}_{0.8}\text{O}_{2-\delta}$ ) y LSC/GDC/ $\text{Ag}_2\text{O}$  como cátodo (LSC =  $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_{3-\delta}$ ), sobre el electrolito mediante serigrafía (20-50  $\mu\text{m}$  de espesor). Posteriormente, se ha caracterizado mecánicamente el electrolito mediante la técnica de nanoindentación, usando un indentedor de tipo Berkovich, para diferentes profundidades de indentación (hmáx). Las huellas residuales de las indentaciones han sido observadas mediante microscopio de fuerzas atómicas (AFM). Los valores de las propiedades mecánicas del LSGM fueron cercanos a los obtenidos para el GDC y un 20% inferiores a los del YSZ ( $\text{Y}_{0.08}\text{Zr}_{0.92}\text{O}_{2-\delta}$ ).

18.00 - 18.30 CAFÉ

## Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos

Moderadores: **Miguel Angel García Aranda y Rodrigo Moreno**

**18.30 - 19.00 AV-I-3**

### Ultracerámicas: La nanoestructura como factor de diseño adicional

R. Torrecillas

Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CSIC - Universidad de Oviedo - Principado de Asturias. Oviedo

La mayor parte de los avances tecnológicos encuentran limitaciones debido a la imposibilidad para combinar las excelentes prestaciones mecánicas de los materiales conocidos en la actualidad con algunas funcionalidades críticas, necesarias para el diseño de componentes para aplicaciones tecnológicas específicas. Los materiales cerámicos nanocompuestos formados total o parcialmente por partículas cerámicas en el rango de las centenas y decenas de nanómetro, son una clase de nuevos materiales hechos a la carta que presentan propiedades físicas muy distintas a las de esos mismos materiales con tamaños de cristal micrométrico (cerámicas convencionales). Tales propiedades, al ampliar su rango de funcionalidad, resultan extremadamente interesantes desde el punto de vista tecnológico ya que permiten combinar propiedades excepcionales con funcionalidades imprescindibles en aplicaciones específicas, son las denominadas ultracerámicas. Sin embargo, la aplicación industrial de las ultracerámicas, nanocompuestos o nanocomposites, radica en la capacidad de consolidación de estos materiales formando cuerpos densos y componentes, pero preservando el tamaño nanométrico de sus constituyentes o su nanoestructura.

**19.00 - 19.15 AV-O-18**

### Efecto de la humedad relativa y el tiempo en el proceso de carbonatación de nanopartículas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$

L.S. Gómez-Villalba, P. López-Arce, M. Álvarez de Buergo y R. Fort

Instituto de Geología Económica - CSIC-Universidad Complutense Madrid. Madrid

La utilización de nanopartículas de hidróxido de calcio se ha convertido en una alternativa para mejorar la consolidación en rocas utilizadas en el patrimonio cultural. En este trabajo se ha evaluado el efecto de las diferentes condiciones de humedad relativa y tiempo de exposición de una solución coloidal de nanopartículas de portlandita ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) con el fin de determinar el proceso de carbonatación del hidróxido de calcio. La solución coloidal de nanopartículas ( $104 \pm 30$  nm) dispersas en alcohol isopropílico, fue expuesta en ambientes cerrados con altas y bajas humedades relativas durante 7, 14, 21 y 28 días, a una temperatura constante de  $20^\circ\text{C}$ , sin flujo extra de  $\text{CO}_2$  y sin presencia de aditivos. Se evaluó el proceso de transformación de la portlandita a los diferentes polimorfos anhidros de carbonato de calcio (vaterita, aragonito y calcita), a carbonatos de calcio hidratados (monohidrocalcita) y a carbonato de calcio amorfo. Las nanopartículas fueron caracterizadas utilizando las técnicas de microscopía electrónica de Barrido Ambiental, microscopía electrónica de transmisión, difracción de electrones y difracción de rayos X. El método de Rietveld fue utilizado con el fin de calcular la variación del parámetro reticular de los polimorfos de carbonato de calcio en las diferentes humedades relativas y tiempo. Se han identificado cambios significativos tanto en el tamaño de las partículas como en la nucleación y estabilidad de las diferentes fases cristalinas asociadas al proceso de carbonatación.

**19.15 - 19.30 AV-O-19**

### Caracterización estructural, superficial y mecánica de fibras de clorapatito obtenidas por el método de sales fundidas

E. García-Tuñón<sup>1</sup>, J. Franco<sup>2</sup>, V. Bhakhri<sup>3</sup>, M. Werchota<sup>4</sup>, E. Saiz<sup>3</sup>, F. Giluiani<sup>3</sup>, F. Guitián<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica de Galicia, Universidad de Santiago de Compostela, A Coruña

<sup>2</sup>Keramat, Polígono Novo Milladoiro, A Coruña

<sup>3</sup>Materials Department, Imperial College London, UK Center for Advanced Structural Ceramics, London, United Kingdom

<sup>4</sup>Physical Metallurgy and Materials Testing, Montanuniversität Leoben, Leoben, Austria

Existe un importante interés en la obtención y caracterización de monocristales de composición similar al componente mineral del hueso para llevar a cabo múltiples estudios. El conocimiento de la formación de los cristales, las características físico-químicas y solubilidad en la superficie de los mismos así como también la determinación de sus propiedades mecánicas, permite obtener información útil que ayude a comprender los fenómenos que tienen lugar en un sistema tan complejo como es el hueso. En la bibliografía se describe el uso de algunos de estos monocristales para estudiar, por ejemplo la absorción de proteínas, el comportamiento de las células en contacto con los diferentes planos cristalinos, y la caracterización mecánica en función de la orientación del cristal. En este trabajo se ha efectuado una detallada caracterización estructural, un estudio de la morfología de la superficie y medida de las propiedades mecánicas de fibras de clorapatito obtenidas por el método de sales fundidas.

Las fibras se han obtenido a partir de polvos de  $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ( $\beta\text{-TCP}$ ) de elevada pureza (ASTM 1088-87, Keramat®, España) empleando cloruro cálcico como fundente. Las técnicas empleadas para la caracterización de las fibras se detallan a continuación: difracción de rayos X de polvo (DRXP) y de monocristal (SXRD) para llevar a cabo la resolución estructural; microscopía electrónica de barrido (MEB) para analizar la morfología de los cristales; interferometría de luz blanca (ILB) y microscopía de fuerza atómica (MFA) para caracterizar la superficie de los cristales. La composición química se ha estudiado con análisis complementarios a la difracción de monocristal empleando técnicas como microanálisis por dispersión de energías de rayos X (EDX), espectroscopía infrarroja (FT-IR), análisis químico (ICP), y medida de concentración de cloruros. Los ensayos mecánicos de las fibras se han llevado a cabo mediante nanoindentación, para ello se han realizado estudios previos para determinar el modo adecuado para realizar estas medidas. Además se ha estudiado la preparación de las muestras y el montaje experimental adecuado para la caracterización mecánica en flexión a tres puntos empleando este equipo.

## SALA 2. CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES. Serrano, 115 Bis

### Vidrios y vitrocerámicos para una sociedad sostenible

Moderadores: **Aldo Boccaccini** y **Yolanda Castro**

16.00 - 16.15 V-O-01

Potenciales aplicaciones de vidrios de fosfato nitrurados  
N. Mascaraque, Q. Riguidel, A. Durán y E. Muñoz  
Instituto de Cerámica y Vidrio -CSIC. Madrid

A principios de los 80, los vidrios de fosfato nitrurados despertaron un gran interés debido a que el principal inconveniente para su aplicación, su baja resistencia química, parecía resuelto con la incorporación de nitrógeno. Sin embargo, su estudio ha destacado por su carácter fundamentalmente básico. Las principales características de los vidrios de fosfato son sus bajas temperaturas de transición vítrea y altos coeficientes de expansión térmica, además de presentar, como consecuencia de su alta higroscopicidad, una muy baja resistencia química. El método de obtención de los vidrios de oxinitruro más utilizado pasa por el tratamiento térmico del vidrio bajo una corriente de amoníaco a temperaturas inferiores a 800°C. Como resultado, su viscosidad, densidad, microdureza y temperatura de transición vítrea aumentan con el contenido de nitrógeno, mientras que el coeficiente de expansión disminuye. Pero es la notable mejora de la resistencia química de los vidrios, principalmente, el cambio más importante, abriendo las puertas de su aplicación en muy diversos campos. Basadas en las propiedades particulares de los vidrios de fosfato, así como a través de la modificación de éstas mediante la sustitución de oxígeno por nitrógeno, se presentarán sus potenciales aplicaciones más interesantes. Entre ellas destaca su utilidad como elementos de sellado para soldaduras de baja temperatura para la industria microelectrónica. Además, sus posibilidades incluyen desde vidrios con alta conductividad eléctrica como electrolitos en baterías de litio a vidrios de fosfato biodegradables como biomateriales, pasando por aplicaciones en el campo de los láseres o el almacenamiento de residuos.

16.15 - 16.30 V-O-02

Modificación de las propiedades morfológicas de láminas de oro sobre sustratos de vidrio mediante tratamientos térmicos

A. Serrano<sup>1,2</sup>, O. Rodríguez de la Fuente<sup>2</sup> y M. A. García<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Electrocerámica, Instituto de Cerámica y Vidrio, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid

<sup>2</sup>Dpto. de Física de Materiales, Universidad Complutense de Madrid, Madrid

Las películas delgadas metálicas depositadas sobre sustratos de vidrio presentan por lo general poca adhesión. Así, cuando se someten a tratamientos térmicos, se pueden observar grandes modificaciones en su morfología, como son la formación de hillocks, nucleación, crecimiento de agujeros y formación de islas. Estas modificaciones vienen originadas, entre otros factores, por el estrés térmico, por la activación de la difusión y por la alta energía de la interfase metal-sustrato.

En este trabajo se han preparado láminas delgadas de oro mediante evaporación térmica sobre sustratos de vidrio con diferentes espesores. A continuación, las muestras han sido tratadas térmicamente en aire a temperaturas de hasta 500°C. Los tratamientos realizados promueven modificaciones morfológicas en la lámina, pasando de ser continua a discontinua. Se observa que tanto el tamaño como la forma de las islas que se pueden llegar a crear dependen tanto del espesor inicial de la película como de la temperatura del tratamiento. Las modificaciones morfológicas de las películas se ven fuertemente reflejadas en sus propiedades ópticas.

Las películas continuas presentan plasmones de superficie itinerantes, los cuales han sido medidos en configuración de Kretschmann-Raether. En cambio, en las películas sometidas a tratamiento térmico y formadas por partículas aisladas entre sí, se observa que, dependiendo de su tamaño, pueden exhibir una banda de absorción de plasmones de superficie localizados o itinerantes dependiendo del espesor inicial y la temperatura de tratamiento. Por tanto, se pueden controlar las propiedades ópticas en función del espesor inicial de las muestras y del tratamiento térmico.

16.30 - 16.45 V-0-03

Vidrios de oxinitruro de fósforo: Estructura, propiedades y su aplicación como electrolitos sólidos  
N. Mascaraque, F. Muñoz y A. Durán  
Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Madrid

Los electrolitos sólidos para baterías recargables de litio han centrado la atención en los últimos años debido a las numerosas ventajas que ofrecen con respecto al uso de electrolitos en medio líquido. Bates y colaboradores desarrollaron un nuevo material amorfo de oxinitruro de fósforo y litio (LiPON<sup>1</sup>) con una adecuada conductividad eléctrica ( $\sim 2 \times 10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$ ) para ser utilizado como electrolito en microbaterías de litio. Una vía para sustituir oxígeno por nitrógeno es la nitruración<sup>2</sup>, que está basada en un tratamiento térmico del vidrio de fosfato de partida ( $600^\circ\text{C} < T < 800^\circ\text{C}$ ) en el que se hace pasar una corriente de amoníaco anhidro. Se ha demostrado que la conductividad eléctrica de los vidrios de oxinitruro aumenta con el contenido de nitrógeno y, al mismo tiempo, la estabilidad química debido al incremento de la reticulación de la red vítrea. Este trabajo está dirigido hacia la obtención de vidrios de oxinitruro de fósforo con altos contenidos de litio con conductividades eléctricas adecuadas para su uso como electrolitos en baterías de litio completamente sólidas. El empleo de una nueva vía de síntesis, que consiste en una segunda fusión de un vidrio de fosfato de litio previamente nitrurado, permite la preparación de vidrios de fosfato con altos contenido de litio, así como su combinación con elementos como flúor.

16.45 - 17.00 V-0-04

Application of heating microscopy thermal analysis to study of viscosity of industrial soda-lime glass with of  $\text{Li}_2\text{O}$  based frits  
J.M.B.C. Frade<sup>1</sup>, R.C. Santos<sup>2</sup> y J.M. Vieira<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Escola Superior de Artes e Design/Instituto Politécnico de Leiria, Portugal  
<sup>2</sup>Centro Tecnológico de Cerâmica e Vidro, Coimbra, Portugal  
<sup>3</sup>Departamento de Engenharia de Cerâmica e Vidro, Universidade de Aveiro, Portugal

Heating microscopy thermal analysis was applied to study the viscosity of soda-lime glass with chemical composition modified by the addition of  $\text{Li}_2\text{O}$  based frits. Results of this technique for assessing viscosity of the modified soda-lime glass composition with up to 5% added frit are compared with results of other experimental techniques for determining viscosity, including the rotational viscometer at high temperature and the method based on the elongation of glass rods at intermediate temperatures. It is showed that the heating microscopy thermal analysis in this composition range of glass cannot replace the more accurate methods to access the dependence of viscosity of glass on temperature. Good agreement between the present results and those published by other authors was obtained with regard to the correlation between the specific forms of deformation as defined for heating microscopy and the viscosity of glass.

17.00 - 17.15 V-0-05

Recubrimientos híbridos de sol-gel para su aplicación en guías de luz  
E. Enríquez, M.A. de la Rubia, M.A. García- Aranda y J.F. Fernández  
Departamento de Electrocerámica. Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Madrid

Las guías de luz proporcionan una manera sencilla de manipular la propagación de la luz en medios donde la electrónica es difícil de integrar. Las guías de luz son circuitos en los que se confina la luz de manera que pueden describir trayectorias no rectilíneas, permitiendo superar una de las mayores limitaciones de los dispositivos luminosos, y por tanto abriendo nuevas posibilidades para introducir luz en elementos funcionales. Los recubrimientos híbridos sol-gel presentan la posibilidad de conseguir materiales que se comporten como guías de luz. Estos recubrimientos se basan en capas transparentes con un índice de refracción modulable que permiten el confinamiento y propagación de la luz, consiguiendo iluminación únicamente en las regiones deseadas. En este trabajo se proponen dos configuraciones para mejorar la efectividad de estas guías: introducir luz o generarla por fotoluminiscencia.

El comportamiento óptico de las guías está determinado por las propiedades físico-químicas tanto del sustrato como del recubrimiento. En este trabajo se han estudiado muestras con recubrimientos monocapa y multicapa de sol-gel, obtenidos mediante el método de inmersión-extracción. Los estudios térmicos de la composición del sol-gel se han realizado mediante ATD y dilatometría. La caracterización estructural y microestructural de los recubrimientos se ha realizado mediante FTIR y MEB. La rugosidad ha sido determinada por perfilometría y Microscopía de Fuerzas Atómicas, MFA. El espesor de las capas se ha determinado por reflectometría UV-Vis y MFA. Las muestras preparadas presentan las propiedades requeridas para comportarse como guías de luz en el espectro visible.

**17.15 - 17.30 V-O-06**

Electro polimerización de fenol sobre un nanoelectrodo de FTO modificado con  $ZrO_2$  mesoestructurada: Morfología y propiedades electroquímicas

J. Mosa<sup>1,2</sup>, C. Laberty-Robert<sup>1</sup> y C. Sanchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LCMCP-CNRS-UMR-7574-Collège de France, Paris, Francia.

<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

La necesidad de sensores electroquímicos eficientes para el análisis medioambiental ha estimulado el desarrollo de nuevos materiales para electrodos, con particular énfasis en micro- y nano estructuras como son los recubrimientos de lámina delgada. La habilidad de construir nano-arquitecturas híbridas orgánico-inorgánicas a través de una aproximación sol-gel sobre superficies de electrodos conductores abren el camino a la posibilidad de utilizarlos como sensores para analizar diferentes analitos en complejas muestras naturales o para almacenamiento de energía. Se ha elegido una estrategia sol-gel híbrida (método de evaporación por auto-ensamblaje de micelas (EIMA)) para desarrollar NEAs. Estos nanoelectrodos consisten en una membrana ultrafina de  $ZrO_2$  nanoporada con motivos periódicos que exhiben un elevado orden en el conjunto de los poros con un diámetro de  $(65 \pm 5)$  nm y una distancia de centro a centro de poro de  $(110 \pm 10)$  nm, sobre el sustrato conductor FTO (óxido de titanio dopado con flúor). La funcionalización de este electrodo tiene lugar en una segunda etapa usando la electropolimerización para depositar de forma selectiva una capa de óxido de polietileno (PPO) sobre la superficie activa del electrodo de FTO modificado con la capa cerámica (FTO/ $ZrO_2$ nc). Se ha evaluado las propiedades físicas y químicas del electrodo FTO/ $ZrO_2$ nc y de la estructura híbrida resultante con la capa polimérica FTO/ $ZrO_2$ nc/PPO, y las propiedades electroquímicas de ambos materiales en electrolitos acuosos.

**17.30 - 17.45 V-O-07**

La fractura del vidrio templado por inclusiones metálicas

E. Canel<sup>1</sup> y J. P. Calvo Busello<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio - CSIC. Madrid

<sup>2</sup>CITAV

En la actualidad, el vidrio juega un papel importante en la arquitectura debido a su uso para el revestimiento de fachadas. Los arquitectos han encontrado en el vidrio una forma de construir auténticos "cajas de cristal" con una multitud de formas y colores.

En la mayoría de los casos en que se utilizan muros cortina, la lámina de vidrio expuesta a la radiación solar está templada con características técnicas para resistir una diferencia de temperatura entre la zona caliente y la zona fría superior a los doscientos veinte grados centígrados..

El vidrio templado tiene una resistencia mecánica de unos 500 MPa, sin embargo, presenta un problema intrínseco de rotura debido a las inclusiones de partículas mecánicas formados durante el proceso de fabricación. En la mayoría de los casos se debe a partículas de sulfuro de níquel. La presencia de inclusiones de sulfuro de níquel (NIS) en el vidrio templado térmicamente se ha convertido en un serio problema para los fabricantes de vidrio debido a la frecuencia con que se presenta esta patología. La transformación de la fase  $\alpha$  de la variedad hexagonal de sulfuro de níquel de alta temperatura, con estructura níquelina, a la fase  $\beta$  con el nombre de milerita (65 wt% Ni - 34wt% S), que es la forma romboédrica estable a baja temperatura, se produce lentamente y con un fuerte aumento de volumen, del orden de 2.8 %. Dicho cambio de volumen es insuficiente para nuclearmicrogrietas que, en un vidrio templado, se propagan en el campo de tensiones internas a tracción con la destrucción catastrófica del mismo. La formación de inclusiones de sulfuro de níquel en la fabricación de vidrio es debido a la presencia de trazas de níquel en las materias primas o combustibles. La rotura espontánea del vidrio templado se debe a la concentración de esfuerzos cerca de las partículas de impurezas en la zona de tensión del vidrio. La rotura espontánea se produce en forma de mariposa en el origen de la grieta. El método *Heat Soak Test*, basado en la teoría de la transformación NiS fase con cambio de volumen a la temperatura determinada, es la mejor manera de evitar la rotura espontánea del vidrio templado.

El fenómeno de la fractura se explica por las propiedades de las partículas de sulfuro de níquel. Una explicación tentativa se da el mecanismo por el cual se forman estas partículas.

En el presente trabajo se hace una revisión de la fractura inducida por partículas de sulfuro de níquel y una colección de vidrios rotos conteniendo dichas partículas son analizadas usando microscopía electrónica de barrido (MEB).

17.45 - 18.00 V-O-08

La Fundación del Vidrio de Barcelona. Objetivos y organización  
J. Dou  
Fundación Centro del Vidrio de Barcelona

La Fundación del Vidrio de Barcelona se presenta como una propuesta para abordar de forma integral, los retos de futuro del sector del vidrio, partir del conocimiento del material, las técnicas productivas y la tecnología actual; para, bajo estas premisas, abordar proyectos para dar respuesta a las necesidades futuras del conjunto de la sociedad

18.00 - 18.30 CAFÉ

### Materiales cerámicos y vítreos para la salud

Moderadores: **Fernando Monteiro y Pilar Pena**

18.30 - 19.00 BIO-I-1

#### **Progress in the development and applications of bioactive scaffolds for bone tissue engineering**

A.R. Boccaccini

Institute of Biomaterials, Department of Materials Science and Engineering, University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen, Germany

There has been considerable progress in the last few years on the development of multifunctional bioactive scaffolds for bone tissue engineering combining bioactive ceramics and glasses, biodegradable polymers and bioactive molecules. After presenting a summary of current research in the field, our own work on bioactive glass-ceramic scaffolds coated and infiltrated with biodegradable polymers will be discussed. The method of fabrication involves the sponge replica technique which leads to 3D highly porous scaffolds showing high pore interconnectivity and fully densified glass-ceramic struts. The coating of foam struts by a thin biodegradable polymer layer containing functionalised carbon nanotubes or nanoscale inorganic particles increases the mechanical competence of scaffolds and induces the formation of a nanostructured hydroxyapatite layer in contact with physiological fluid. Recent developments of model multifunctional scaffolds exhibiting drug delivery capability for the emerging field of tissue engineering therapeutics will be also discussed, including the description of the electrophoretic deposition technique developed to manipulate and control the deposition of electrically charged nanoscaled particles and other nanostructures on scaffold surfaces [1]. Nanostructuring the surface of pores in 3D scaffolds has the benefit of mimicking the structural nanoscale of proteins in order to promote the attachment and proliferation of relevant cells, thus enhancing the scaffold biological performance [2]. The application of bioactive glasses of new silicate compositions as platforms for the controlled release of therapeutic ions in tissue engineering strategies and the potential effect of specific released ions on angiogenesis will be presented based on preliminary in-vitro and in-vivo evidence.

19.00 - 19.15 BIO-O-09

#### Glasses and glass-containing composites for Regenerative Medicine

M.H.V. Fernandes

Dep Ceramics and Glass Engineering & Centre for Research in Ceramics and Composite Materials, University of Aveiro, Portugal

Some research projects at the Department of Ceramics and Glass Engineering and CICECO – University of Aveiro - Portugal, on the development of glasses and polymer-glass composites with bone regeneration capability were selected for discussion and the most recent results proposed for debate.

Novel glass compositions of the Ti-Ca-P system have been studied and their structure assessed by NMR and Raman spectroscopy. A discussion is made on the relationship between degradation rates in physiological fluids and oxide bond strengths within the glass network. Mineralization capability and cell adhesion and proliferation were detected in compositions of higher structural cohesion.

Si-Ca-P-Mg glass scaffolds produced by a salt sintering process indicated their potential for CaP precipitation in synthetic plasma and exhibited osteoblastic biocompatibility with cells adhering and proliferating on the scaffolds surface.

Glass compositions of the Ti-Ca-P, Si-Ca-P-Mg and B-P-Mg systems were used as fillers in PMMA cements. New cement formulations with enhanced in vitro bioactivity and mechanical properties were developed. Osteoblastic cell growth was highly dependent on the glass dissolution rate.

For glass/PLLA composite scaffolds prepared by TIPS (Thermally induced phase separation) a high interconnectivity was obtained with pores  $>150 \mu\text{m}$ . In vitro mineralization and biocompatibility have been observed in these composite scaffolds.

19.15 - 19.30 BIO-0-10

BIOCERMET, un nuevo biomaterial estructural

J. F. Bartolomé<sup>1</sup>, C. F. Gutiérrez-González<sup>2</sup>, F. Guitián<sup>3</sup>, A. Martínez-Insua<sup>3</sup> y J. S. Moya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CIN. CSIC. Universidad de Oviedo.

Parque Tecnológico de Asturias, Llanera, Asturias

<sup>3</sup>Instituto de Cerámica de Galicia, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Galicia

Hasta la fecha los biomateriales estructurales utilizados para sustituciones de tejidos duros sometidos a altas cargas, por ejemplo los implantes articulares o dentales, han sido seleccionados por sus propiedades mecánicas y por tener una influencia nula o muy pequeña en los tejidos vivos que los rodean. En la actualidad a los implantes de nueva generación se les demanda unos requerimientos más severos para que sean más duraderos y fiables, tales como: i) específicas propiedades mecánicas (tolerancia a los defectos, bajo módulo elástico, resistencia a la fatiga, alta resistencia mecánica y tenacidad, etc.), ii) determinadas propiedades físicas (baja densidad, baja susceptibilidad magnética, etc.), iii) propiedades químicas especiales (resistencia a las diferentes formas de corrosión y a la degradación por desgaste) y iv) unas concretas propiedades biológicas (biocompatibilidad, osteointegración, osteoconducción, etc). Por todo ello, para optimizar los materiales requeridos se hace necesaria una combinación inteligente de estas propiedades. En este escenario, el desarrollo de nuevos materiales y la relación con los factores que afectan a la vida del implante junto a las respuestas fisiológicas del organismo no pueden llevarse a cabo siguiendo los procedimientos y protocolos convencionales. Es necesario un enfoque más complejo que tenga en cuenta la posibilidad de diseñar y fabricar materiales multiescala, multifuncionales y multicomponentes, a los que hemos denominado biocermet. Esta nueva familia de biomateriales compuestos cerámica-metal está básicamente constituida por una matriz cerámica ( $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ) reforzada con una segunda fase de un metal totalmente biocompatible (Nb, Ta). El objetivo del presente trabajo es el diseño, procesamiento y caracterización de estos nuevos biomateriales para que puedan, de una manera inteligente, superar los inconvenientes que han sido detectados previamente en los materiales utilizados hasta la fecha (alúmina, circonita, aleaciones de Ti-Al-V y de Co-Cr-Mo) en la producción o fijación de implantes, como por ejemplo: estabilidad frente al envejecimiento acelerado, desgaste, biocompatibilidad, tolerancia a los defectos, problemas de diagnóstico (RMN), etc.

## SALA 3. INSTITUTO DE QUÍMICA FÍSICA ROCASOLANO, Serrano, 119

### Estrategias de futuro en materiales de construcción. Ciencia y Tecnología para la diversificación de sectores tradicionales

Moderadores: **José Luis Amorós y Jaime Sánchez**

8.30 - 9.00 CON-I-1

**Iniciativas Europeas Publico-Privadas en el sector de la construcción**

I. Calvo

Departamento I+D. Grupo Acciona. Madrid

9.00 - 9.15 CON-0-01

Estudio de propiedades de pastas cerámicas andaluzas. Mejora mediante el uso de residuos industriales

A. Alonso, J. Álvarez y S. Bueno

Fundación Innovarcilla (Centro Tecnológico de la Cerámica de Andalucía). Bailén. Jaén

La industria cerámica andaluza produce mayoritariamente materiales estructurales de arcilla cocida para revestir (ladrillo hueco). La materia prima empleada generalmente por esta industria consiste en la mezcla de materiales neógenos carbonatados de la Depresión del Guadalquivir con arcillas fundentes del mesozoico y paleozoico que se encuentran al norte de la región. Tradicionalmente, la formulación de estas mezclas no responde a criterios científico-tecnológicos, sino a la experiencia desarrollada por la industria.

En el presente trabajo se estudian las posibilidades de utilización de estas materias primas tradicionales para la fabricación de diferentes productos cerámicos con prestaciones superiores a las de los productos actuales. Dicho estudio se basa en la granulometría, plasticidad y composición químico-mineralógica. Se ha detectado que las principales limitaciones que presentan estas materias primas para la fabricación de otros productos son la importante presencia de carbonatos y/o el bajo contenido de alúmina. Para superar estas limitaciones, se han analizado, en primer lugar, diferentes soluciones contempladas en la bibliografía, y que generalmente proponen la mezcla de estas materias primas con materiales caoliniticos y/o pirofiliticos de áreas geográficamente cercanas (norte de Andalucía y sur de Extremadura y Castilla La Mancha).

En una segunda parte del estudio se propone, de forma adicional, la incorporación de residuos industriales, cuyo reciclaje está empezando a considerarse la "minería del futuro". En concreto, se plantearán una serie de recursos idóneos para la formulación de pastas cerámicas que producen materiales tipo clinker o gresificados a temperaturas de cocción relativamente bajas (950-1050°C).

9.15 - 9.30 CON-O-02

Propiedades mecánicas, a altas temperaturas, de cementos activados alcalinamente

A. Martín<sup>1</sup>, J.Y. Pastor<sup>1</sup>, A. Fernández-Jiménez<sup>2</sup> y A. Palomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia de los Materiales-CSIDEM. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid

<sup>2</sup> I. Eduardo Torroja CC Construcción-CSIC. Madrid

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos sobre el procesamiento y comportamiento mecánico en función de la temperatura de un cemento Portland comercial (sistema de referencia) y de dos cementos alcalinos. El objetivo es determinar el comportamiento en las pastas de ceniza activada cuando se les somete a elevada temperatura (hasta 1000 °C) y a carga, y cuando se utilizan activadores alcalinos, como una disolución de silicato sódico y activadores sólidos ó cuando cambia la composición química del material de partida (mezclas de cenizas volantes y clínker). Para este estudio se realizaron dos tipos de ensayos: i) ensayos in-situ donde se determinó el comportamiento mecánico y la tenacidad a la fractura entre 25 y 600 °C y ii) ensayos post-tratamiento térmico, donde se evaluó la resistencia mecánica tras una hora de exposición térmica a diferentes temperaturas (entre 200 °C y 1000 °C). También se realizó un seguimiento por DRX y SEM en torno a la evolución mineralógica y microestructural que sufre el material como consecuencia de la temperatura. Los resultados obtenidos muestran que el comportamiento plástico observado en anteriores estudios, pasta de ceniza activada con disolución de hidróxido sódico, no se produce en estos materiales ensayados. No obstante, en todos los cementos alcalinos estudiados se observa la formación de una fase viscosa en torno a 600 °C responsable de la pérdida de resistencias del material en el ensayo in-situ. Dicha fase también es responsable, junto con la recristalización de nuevas fases tipo nephelina y albita, del incremento de las resistencias mecánica residual tras la exposición del material a elevadas temperaturas y su posterior enfriamiento, hecho no observado en el caso del cemento Portland.

9.30 - 9.45 CON-O-03

Ultrasonic characterization of defective porcelain tiles

E. Fren y S. Kurama

Anadolu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Materials Science and Engineering, Iki Eylul Campus, Eskisehir/Tukey

The main point of this work is the optimization of ultrasonic methods for non-destructive testing of sintered porcelain tiles containing defects. Silicon nitride ball, carbon black and PMMA were imbedded in porcelain tile granules before pressing. After sintered at 1220 °C, the time of flight of ultrasonic waves was measured through the sintered porcelain tile. Time of flight of ultrasonic waves was measured with a contact ultrasonic transducer operating on pulse-echo mode. This method may allow for defect detection using A-scan. It can be observed that the amplitude of received peak for defective part is smaller than the part without defects. Depending of the size, shape and position of defect, defect peak can be observed. An immersion pulse-echo C-scan was used to differentiate defects. Shape and roughness of defects can be defined. Also SEM characterization was made for supporting ultrasonic investigation.

9.45 - 10.15 CON-I-2

**Determinación de la sostenibilidad de la industria mineral mediante la utilización de nuevas herramientas de gestión: aplicación a la industria productiva de minerales de interés cerámico y vidriero**

J.A. Espí

Universidad Politécnica de Madrid

Como primera visión desde el aspecto ambiental, los minerales industriales se diferencian de las menas metálicas y energéticas en la escasa necesidad de su concentración (eficiencia energética), es decir, una relativa limitación en la masa de sus residuos, en la, generalmente, baja agresividad de sus emisiones y, también, en la habitual demanda de su comercialización en seco (gasto energético adicional). Otros factores de índole general como el bajo ratio de desmonte en una generalizada minería a cielo abierto, la posible transformación en planta para generar el producto final y otros, configuran el perfil medioambiental de los minerales industriales.

Desde hace años se han ido confeccionando una cada vez más numerosa y variada serie de herramientas de gestión ambiental que permiten analizar y calificar ambientalmente cada sustancia mineral y sus condiciones de contorno físico, económico y ambiental. De esta forma contamos con los Indicadores de Sostenibilidad de una operación minera, su Análisis de Flujo de Materia (FMA), el Análisis de Ciclo de Vida (LCA), el Análisis Energético o Exergético, el Análisis Coste Beneficio Ambiental, los Perfiles de Carbono, la Mejor Tecnología Disponible (MTD), el Perfil de Abatimiento, los Informes Estandarizados de Comunicación y un enorme etcétera que, en el caso de la minería, analizan y clasifican tipologías de yacimiento, disponibilidad de recursos, condiciones de afección ambiental, transparencia en la comunicación y, hoy día, casi todos los aspectos que configuran la geometría ambiental del proceso productivo.

El trabajo expone brevemente la aplicación de algunas de las herramientas de gestión que mejor se acoplan a los minerales de interés en la industria cerámica y del vidrio.

**10.15-10.30 CON-0-04**

Mecanizado de materiales vitrocerámicos para aplicaciones estéticas

D. Sola y J.I. Peña

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza-CSIC. Departamento de Ciencia y Tecnología de Materiales y Fluidos. Zaragoza

En este trabajo se describen los procesos de marcaje mediante tecnologías láser que se han llevado a cabo para la decoración de encimeras domésticas de cocción por inducción electromagnética. Los resultados que aquí se presentan son resultado de la colaboración entre el centro de competencia de tecnologías de inducción de la empresa BSH Electrodomésticos España S.A., el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, ICMA, y el Departamento de Ciencia y Tecnología de Materiales y Fluidos de la Universidad de Zaragoza.

Las encimeras de inducción son productos altamente tecnológicos. Su alta eficiencia energética, la rapidez en el calentamiento de los alimentos o sus elevadas prestaciones de seguridad son algunos de los aspectos que hacen que esta tecnología destaque sobre el resto de sistemas de cocción de alimentos y que las cocinas de inducción, sean los aparatos electrodomésticos sobre los que se esté realizando mayor inversión en investigación y en recursos por parte de las empresas líderes del sector.

En la actualidad, entre el sistema inductor y el recipiente se coloca un vidrio cerámico comercial de 4 mm de espesor que desempeña propósitos estéticos, estructurales y funcionales.

El diseño de la cara vista de la encimera se realiza mediante pantallas de serigrafía durante su proceso de fabricación por el proveedor actual de vidrio cerámico, Schott. Dicho diseño permite delimitar las zonas de cocción, plasmar los logotipos y los mandos de control. La empresa suministradora provee a la mayor parte de los fabricantes de encimeras de cocción. Por ello, a diferencia de otros productos industriales de gran consumo, existe una gran restricción en las acciones de marketing que, orientadas al consumidor final, se pueden ejercer en lo que concierne al diseño y a la apariencia estética, ya que la posibilidad de diferenciación con otras empresas del sector, o incluso entre las marcas de la compañía, es muy limitada.

La sustitución de la serigrafía actual por un proceso de marcaje láser, en superficie o en el interior de los vidrios cerámicos, permitiría mayor flexibilidad en el proceso productivo, la incorporación de efectos decorativos innovadores, reducción del coste del proceso completo y menor tiempo de lanzamiento al mercado de los nuevos proyectos, además de la posibilidad de abrir el mercado a nuevas empresas suministradoras de vidrios cerámicos.

**10.30-10.45 CON-0-05**

Recubrimientos de óxido de zirconio que mejoran la resistencia química de los vidriados cerámicos

M.D. Palacios, S. Mestre, E. Blasco y M.J. Orts

Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). Universitat Jaume I. Castellón

El objetivo del presente estudio ha sido la mejora de la resistencia química de baldosas esmaltadas frente a agentes ácidos o básicos, aspecto muy importante en su uso como pavimento o revestimiento interior. Para ello se ha investigado la protección de los vidriados con un recubrimiento muy delgado de una sustancia con elevada resistencia química

Los trabajos se han realizado con vidriados mates de calcio, que presentan una elevada sensibilidad al ataque químico, sobre los que se ha depositado una capa de óxido de circonio, partiendo de un precursor líquido del mismo.

Se han evaluado dos técnicas diferentes de aplicación de la capa protectora. La primera es una aplicación sobre el vidriado cocido de un sol de óxido de circonio, que requería un tratamiento térmico posterior para consolidar la capa protectora. La segunda es una aplicación sobre el vidriado cocido caliente de una disolución de una sal de circonio, que no precisaba de tratamientos térmicos adicionales.

La evaluación del grado de protección alcanzado se ha realizado mediante ensayos de determinación de la resistencia química (norma UNE EN ISO 10545-13), mostrando que los vidriados con recubrimientos de óxido de circonio, aplicados mediante ambas técnicas, registran aumento de la resistencia frente a ácidos fuertes. La caracterización de los recubrimientos mediante microscopía electrónica de barrido combinada con análisis por dispersión de energías (MEB-EDX) ha constatado diferencias en la microestructura del recubrimiento, en función de la técnica de aplicación empleada, y ha permitido evaluar el ataque químico que sufre el vidriado a nivel microscópico.

**10.4 - 11.00 CON-O-06**

The effect of talc and dolomitic clay on porcelain tile product properties using factorial design of experiments  
**Z. Bayer y N. Ay**  
 Anadolu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Materials Science and Engineering, Iki Eylul Campus, Eskisehir/Tukey

In this study, the effect of talc and dolomitic clay addition to the porcelain tile compositions was investigated. In the experiments 21 x 32 mixed-level factorial designs were used, the individual effects of main three factors and their interactions were determined. The effect of talc amount (0 %, 2 %, 4 %), dolomitic clay (0 %, 2 %, 4 %) and firing conditions (1, 2) on porcelain tile properties were examined. Firing shrinkage, strength, water absorption, color measurement, optical dilatometer (flex temperature) and SEM analyses of the samples were investigated. By addition of talc to the tile body, it was obtained that the strength increased and water absorption decreased more than non additive body. It has been found that dolomitic clay and talc amount are the main factors affects strength, firing shrinkage and water absorption values. Increasing talc and dolomitic clay in tile compositions, flex temperature of samples decreases in optical dilatometer analyzes.

**11.00 - 12.00 SESION PÓSTER Y CAFÉ**

Moderadores: **Miguel A. Bengochea y Guillermo Monrós**

**12.00 - 12.30 CON-I-3**

**Fuentes de oportunidades para sectores cerámicos tradicionales**

J.F. Fernández

Departamento de Electrocerámica, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

En España particular el peso del sector cerámico está relacionado con la llamada economía del “ladrillo”, esto es, materiales para la construcción. La época de fuerte expansión del sector ha llevado asociada una modernización del sector en donde se han implantado las últimas y mejores tecnologías disponibles. Se trata de un sector maduro en todos los aspectos y tecnológicamente muy avanzado en el que ha primado la producción extensiva de calidad.

Los sectores maduros tecnológicamente habitualmente buscan sinergias o reducir el riesgo global de la empresa mediante la diversificación. Dependiendo de la apuesta empresarial, la diversificación se puede abordar como una inversión mediante adquisiciones corporativas o el desarrollo de nuevos negocios, siendo asumible desde la propia gestión empresarial. Por el contrario el salto tecnológico, generalmente basado en un descubrimiento científico relevante, sin embargo supone una investigación planificada que debe surgir en un departamento de I+D.

En esta presentación se presentan diferentes ejemplos de diversificación dentro del mundo cerámico atendiendo a la evolución del cluster cerámico donde se produce.

La fuente de oportunidades para el sector cerámico tradicional esta completamente asociada a la consecución de saltos tecnológicos para los que es necesario un tamaño crítico.

Algunos ejemplos de saltos tecnológicos relacionados con la incorporación de nanotecnología en la cerámica tradicional se revisan desde la perspectiva de servir como ejemplo para ilustrar nuevas acciones en dicho sector.

**12.30-12.45 CON-O-07**

Luces y sombras del modelo de innovación en el sector cerámico. Evolución desde el éxito hasta la situación actual

F. Corma

QPT S.L Vila-real. Castellón

Del análisis de los datos del sector cerámico español, (pavimentos y revestimientos cerámicos) se podía desprender, al menos en el periodo 1980-2006, que se estaba produciendo un continuo avance tecnológico, basado en un modelo de innovación perfectamente estructurado, que permitía un crecimiento continuo de todos los indicadores.

La brusca desaceleración y posterior caída de los mercados ha puesto a prueba dicho modelo a la par que la validez del sistema de crecimiento seguido.

Del análisis de las innovaciones habidas en dicho sector en el mencionado periodo y del modelo de innovación predominante en el mismo, se pueden sacar conclusiones (ya realizadas con anterioridad a la presente crisis) de que tanto el modelo de innovación como la estructura de todos los actores presentes en el Sistema Sectorial de Innovación estaba agotado desde inicios de la década del 2000.

La realidad actual nos obliga a acelerar las reacciones para diseñar el modelo que mejor puede gestionar la recuperación de las empresas y su situación competitiva en los próximos años.

El trabajo presenta las innovaciones del periodo señalado, su origen, su forma de transferirse a las empresas y al mercado, la participación de los diferentes agentes del Sistema Sectorial de Innovación y las lagunas o interfaces no resueltas para el mejor aprovechamiento y/o reacción frente a los cambios de ciclo. De todo ello se concluye en una propuesta de modelo de innovación para la nueva situación.

**12.45-13.00 CON-O-08**

Desarrollo de superficies antideslizantes acordes a las exigencias del Código Técnico de la Edificación  
 N. Coll Badí y J.F. Noguera Ortí  
 Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE).  
 Universitat Jaume I. Castellón

Las baldosas cerámicas son materiales muy utilizados en lugares de uso público, exteriores, como piscinas o suelos sometidos a la acción de la lluvia, zonas interiores húmedas, como aseos o cocinas y zonas donde, por su tendencia al ensuciamiento, se requiere una fácil limpieza (industrias, laboratorios, aparcamientos, ...). En estas zonas el agua, junto con productos como grasas, lubricantes, etc reducen la resistencia al deslizamiento de los pavimentos cerámicos. En este sentido han surgido normativas que establecen los requisitos, en materia de antideslizamiento, que deben cumplir los pavimentos. A nivel nacional, el actual Código Técnico de Edificación desarrolla las exigencias básicas de SEGURIDAD Y HABITABILIDAD que deben cumplir los edificios. El Documento Básico Seguridad de Utilización-Sección SU 1 clasifica los suelos en función de su localización y características. En función de su clase se exige un valor de resistencia al deslizamiento Rd. En los últimos años la aplicación de nanomateriales (con al menos una dimensión en la escala del nanómetro 1-100 nm) ha revolucionado el campo de los recubrimientos superficiales en sectores como el metal, el plástico, la madera o el vidrio. Este hecho permite obtener propiedades y funciones significativamente diferentes a las observadas en los materiales tradicionales, en la escala de la micra. En la actualidad los tratamientos antideslizantes no son satisfactorios porque aumentan la tendencia al ensuciamiento y perjudican la estética de los pavimentos cerámicos. El uso de la nanotecnología podría ser bastante interesante y además capaz de dar solución a estos problemas. El objetivo del presente trabajo ha consistido en obtener pavimentos cerámicos antideslizantes mediante la aplicación de materiales nanométricos. Para optimizar el tratamiento superficial, se estudió la microestructura de la superficie obtenida y además, se evaluaron aspectos tales como la transparencia de la aplicación superficial, suavidad al tacto y resistencia al manchado.

**13.00-13.15 CON-O-09**

Horno láser continuo para procesado de cerámica y vidrio  
 V. V. Lennikov, L. de Francisco, L. C. Estepa y G. F. de la Fuente  
 Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, CSIC-Universidad de Zaragoza

Los tratamientos a altas temperaturas son claves para la síntesis de la mayoría de materiales inorgánicos. Los hornos convencionales permitan alcanzar temperaturas alrededor de los 1700°C, por lo que se han desarrollado una serie de métodos de síntesis basados en técnicas como la síntesis por plasma, solar o síntesis láser, que permiten alcanzar unas temperaturas de procesamiento más altas y una velocidad de tratamiento mayor. Esto puede generar altos gradientes térmicos en las muestras tratadas, que originan la aparición de grietas e incluso la rotura de los materiales. Recientemente en nuestro grupo se ha desarrollado y patentado un horno láser continuo. Permite sinterizar el material cerámico con un ciclo térmico adecuado y al mismo tiempo aplicar irradiación láser para inducir altas temperaturas en la superficie. La aplicación de esta técnica permite el sellado superficial o la síntesis de capas refractarias sobre sustratos cerámicos convencionales. Este tipo de tratamiento evita elevados gradientes térmicos que generan tensiones mecánicas capaces de agrietar o romper el material. Esta novedosa técnica fue recientemente aplicada en preparación de capas a base de titanatos y en el procesado de azulejos esmaltados a bajas temperaturas, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**13.15-13.45 CON-I-4**

**La industria de baldosas cerámicas: El reto de una fabricación sostenible e innovadora**  
J. García-Ten, E. Sánchez  
 Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Universitat Jaume I. Castellón

La crisis económica mundial y el estallido de la burbuja inmobiliaria en España han afectado negativamente a los sectores ligados a la construcción, entre los que se encuentra el sector fabricante de baldosas cerámicas. Esta situación supone un nuevo escenario para las empresas, que requiere realizar un mayor esfuerzo al objeto de aumentar su competitividad y con ello la actividad industrial. Considerando que este sector industrial es un gran consumidor de materias primas y energía, y que los países emergentes están aumentando la producción y calidad de las baldosas que fabrican, el futuro del sector cerámico español debe apuntar hacia procesos de fabricación más sostenibles y racionales, así como hacia la fabricación de productos con propiedades mejoradas, nuevas funcionalidades o con usos alternativos a los actuales. A lo largo de la exposición se describen diversas opciones que pueden ser adoptadas por las empresas cerámicas para realizar una fabricación más sostenible e innovadora, indicando sus ventajas y limitaciones. En lo que respecta a la sostenibilidad se detallan acciones dirigidas a la disminución del consumo de materias primas, a la valorización de residuos industriales y a la reducción de la energía utilizada en el proceso de fabricación. También se describen alternativas dirigidas a mejorar el proceso de fabricación, mediante la incorporación de sistemas que permiten el control y automatización del mismo, la modelización de algunas etapas del proceso de fabricación y la racionalización de la producción. Finalmente, se proponen algunas líneas de trabajo para realizar la innovación en el producto, entre las que destacan la funcionalización de superficies, la utilización de baldosas para la captación de energía, los materiales híbridos y los productos de elevada porosidad.

13.45-14.00 CON-O-10

A new cleaner process to prepare pressing powders  
Z. Shu<sup>1</sup>, Y.X. Wang<sup>1</sup>, J. Zhou<sup>1</sup>, E. Monfort<sup>2</sup>, J. García-Ten<sup>2</sup> y J. L. Amorós<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>China University of Geosciences, Wuhan, China  
<sup>2</sup>Instituto de Tecnología Cerámica, Universitat Jaume I, Castellón

The widely used wet route in traditional ceramic powder preparation (i.e. wet milling associated with spray drying), introduces significant benefits which stem from the wet milling of raw materials and the properties of granules obtained in the spray drying stage. Nevertheless, the process, from the environmental point of view, presents some important constraints such as the necessity of using efficient cleaning systems to avoid particulate matter emission, and, the high thermal energy and water consumption.

An alternative process is presented in this work, based on wet milling of raw materials, which employs a cleaner granulation process that replaces the spray drying stage. In the new process, two-thirds of wet-milled slurry is filter pressed, dried and milled into dry powder. The other one-third of slurry and the as-obtained dry powder are sprayed into a tower, where the slurry droplets adsorb the dry powder to develop the granules, which are then rolled and dried into useable ceramic powder for pressing.

Critical procedures such as filter pressing and spray granulation are studied, and the performances of as-prepared ceramic powder in pressing and firing, along with the impacts from process parameters, are also presented in comparison with spray dried powders.

By contrast with spray drying, the new process is found to be feasible, accompanying with a potential of lower energy/water consumption and negligible particulate matter emissions into the atmosphere. The ceramic powder prepared as above exhibits a suitable performance in pressing and firing, in spite of a higher firing temperature for porcelain tile manufacture being required

14.00-14.15 CON-O-11

Avances científicos y tecnológicos en el campo cerámico: Medio siglo de ¿evolución o revolución?  
J.B. Carda<sup>1</sup>, I. Núñez<sup>1</sup>, P. Escribano<sup>1</sup>, I. Nebot<sup>2</sup> y J. Bakali<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón  
<sup>2</sup>Escuela Superior de Cerámica de l'Alcora, Castellón  
<sup>3</sup>Sociedad Española de Cerámica y Vidrio

Se hará una revisión sobre los desarrollos ocurridos en los últimos 50 años en el sector productivo de las baldosas cerámicas y que han afectado tanto al desarrollo de nuevas formulaciones de pastas cerámicas (monoporosas, gres, gres porcelánico, bicocción, etc.), como a los sistemas de producción (tipología de hornos, sistemas de combustible, procesos de vía seca y vía húmeda, atomización, etc.), hasta alcanzar los procesos productivos que se llevan a cabo hoy en día (sistemas de monococción, vía húmeda y a través de atomización), junto con los temas ambientales y de ahorro energético, implantación del REACH, en el subsector de fritas y esmaltes cerámicos, etc.

También se discutirá la inserción de personal técnico más cualificado en el sector productivo, así como la mayor dotación en instrumental científico y técnico en la propia planta industrial, abriendo posibilidades de mayor colaboración con los centros públicos de investigación y que han originado una mejora muy sustancial en los procesos de producción así como el poder alcanzar lo que se han venido denominando nuevas funcionalidades en las cerámicas, como son cerámicas domóticas, bactericidas, térmicas,.... cerámicas para los nuevos campos de energías renovables.

14.15-14.30 CON-O-12

A new property of ceramic tiles: Color change under sunlight preparation and characterization of photochromism  
B. Atay<sup>1,2</sup>, A. Goktas<sup>3</sup> y A. Dogan<sup>1,4</sup>  
<sup>1</sup>Department of Material Science&Engineering, Anadolu University, Eskisehir, Turkey  
<sup>2</sup>Kale Seramik Canakkale Kalebodur Seramik Sanayi A.S., Canakkale, Turkey  
<sup>3</sup>Department of Metallurgy & Material Engineering, Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey  
<sup>4</sup>Advanced Technologies Research Center, Anadolu University, Eskisehir, Turkey

Ceramic tile industry is developing due to the technological researches in scientific area and new tiles which is not only a traditional ceramic also have multiple functionalities are marketed nowadays. These tiles like photocatalytic, photovoltaic, antibacterial and etc. improve the quality of life and provide lots of benefits such as easy or self cleaning, energy production, climate control. The goal of this study is to enhance the photochromic function on ceramic tiles which is the ability of changing color in reversible way by electromagnetic radiation (UV, visible light) and is widely used in many areas because of its aesthetic and also functional properties. For developing of photochromic coatings on ceramic surfaces, polymeric gel that contains these photoactive materials was prepared at different ratios and applied to ceramic surface by spray coating technique which provides deposition of homogeneous layer on surface, after heat treatments photochromic coatings were achieved on ceramic tiles. The photochromic properties, coloring-bleaching mechanisms were analyzed by spectrophotometer, the microstructure and film thickness of coatings were investigated by Stereo Microscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM).

14.30 - 16.00 COMIDA - BUFFET

## Materiales en sistemas de generación y acumulación de energía

Moderadores: **José de Frutos y Glenn Mather**

16.00 - 16.30 ENE-I-1

### High temperature coatings for energy generating gas turbines

T. Baudín

Aeroderivative Gas Turbines, GE Energy Engineering Division. Madrid

Very aggressive environments are present in energy generating processes. They are characterized by high temperature, large individual component stresses, temperature gradients, the presence of oxidizing and corroding atmosphere and high pressure. Also the potential presence of particulate material (ingested or internally created) that induce impact and erosion damage.

In a gas turbine the air is compressed and mixed with fuel. The mixture is ignited and expanded through a turbine. Combustor exhaust temperature can be over 1650°C. The turbine is designed to withstand this temperature under load. Its individual components will be subject to fatigue and creep damage, as well as oxidation, corrosion and erosive wear. Materials used for its construction are optimized for maximum load carrying capability. Emphasis on environmental resistance is less. Bare alloys exposed to the turbine environment of a modern gas turbine will degrade fast due to high temperature corrosion, oxidation and heat damage. The use of high temperature coating is necessary to ensure the proper durability and performance of those components. Design, testing and repair are fundamental development areas on these coatings. This presentation will present some of the materials used as coatings in today's energy generating gas turbines.

16.30-16.45 ENE-O-01

Deposición de capas metálicas conductoras sobre sustratos de vidrio comercial mediante ablación láser

R. Lahoz<sup>1</sup>, F. Yubero<sup>2</sup>, L. A. Angurel<sup>1</sup> y G. F. de la Fuente<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, CSIC-Universidad de Zaragoza, Zaragoza

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, CSIC-Universidad de Sevilla, Sevilla

Se han depositado capas metálicas conductoras sobre vidrio comercial con objeto de dotar al vidrio de funcionalidad eléctrica. La técnica utilizada ha sido la ablación láser. En este trabajo se han caracterizado los recubrimientos obtenidos en función de los parámetros más relevantes del procesado láser: anchura de pulso, irradiancia y los parámetros geométricos de barrido. Se han utilizado varios láseres de Nd:YAG trabajando en la longitud de onda fundamental (1064nm), visible (532nm) y ultravioleta (355nm). Se han depositado superficies rectangulares de 40mm de largo y 4-5mm de ancho. Las capas obtenidas se han caracterizado mediante microscopía confocal, microscopía electrónica de barrido y técnicas espectroscópicas. Se ha observado que el espesor del recubrimiento aumenta con la velocidad de procesado, con valores entre 150 y 250nm. Además la caracterización de la funcionalidad eléctrica se ha llevado a cabo midiendo la resistencia eléctrica mediante el método de cuatro puntos, obteniendo valores de resistencia por unidad de longitud del orden de 80 Ω/cm.

16.45-17.00 ENE-O-02

Degradación fotocatalítica de naranja de metilo y metil-etil-cetonas por recubrimientos meso-estructurados de TiO<sub>2</sub>-anatasa

N. Arconada, Y. Castro y A. Durán

Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC, Madrid

En la actualidad, uno de los problemas medioambientales de gran interés es mejorar la calidad del aire interior en espacios cerrados. La fotocatalisis heterogénea se plantea como una buena alternativa para la eliminación de compuestos tóxicos y nocivos en aire. En particular, el TiO<sub>2</sub> destaca como uno de los fotocatalizadores por excelencia por ser barato, no tóxico, estable y poseer un band-gap de 3,2 eV, fácilmente foto-activado en la región UV/vis. Este proceso constituye un claro ejemplo de tecnología sostenible.

La deposición de películas delgadas de TiO<sub>2</sub> con elevada superficie específica constituye uno de las vías de estudio actuales. Al aumentar la superficie específica o expuesta a la iluminación mejorara el contacto entre fotocatalizador-contaminante, aumentando la eficiencia fotocatalítica.

El objetivo de este trabajo es la preparación de recubrimientos mesoporosos y meso-estructurados de TiO<sub>2</sub>-anatasa incorporando surfactantes, combinando el método sol-gel con el método de Autoensamblaje por Evaporación Inducida (EISA). Los recubrimientos obtenidos se caracterizaron por distintas técnicas como: Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier, Difracción de Rayos X a bajo ángulo y ángulo Rasante y Microscopía Electrónica de Transmisión. A través de la técnica de Elipsometría Espectral se midió el espesor y el índice de refracción en función de la humedad relativa, obteniéndose las isoterms de adsorción-desorción en agua y con ellas, el volumen y tamaño de poro, superficie específica y expuesta de los recubrimientos. Por último, se realizaron estudios de actividad fotocatalítica en medio acuoso a través de la descomposición del naranja de metilo y en fase gas mediante el estudio de oxidación de metil-etil-cetonas, bajo irradiación con luz UV/vis. Observamos que la eficiencia en la actividad fotocatalítica está relacionada con las propiedades de porosidad, así como con la meso-estructuración de los recubrimientos de TiO<sub>2</sub>.

17.00-17.30 ENE-I-2

**Propiedades radiativas y ópticas de óxidos cerámicos**

L. del Campo<sup>1</sup>, D. De Sousa Meneses<sup>1</sup>, P. Echegut<sup>1</sup>, R.B. Pérez-Sáez<sup>2</sup> y M.J. Tello<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CEMHTI-CNRS, - Orléans. Francia

<sup>2</sup>Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad del País Vasco, Leioa

Las barreras térmicas, de gran aplicación en aeronáutica, son capas de óxidos cerámicos, tales como la alumina o la zirconia estabilizada. La comprensión de las propiedades radiativas de dichos recubrimientos es de vital importancia cuando se trata de realizar cálculos de transferencia de calor por radiación, así como cuando se quiere medir la temperatura mediante técnicas pirométricas. La respuesta radiativa de tal sistema engloba varios factores. Por un lado se tiene la respuesta intrínseca directamente ligada a la fisicoquímica del cerámico; dicho comportamiento puede ser representado vía modelos de la función dieléctrica que describen las propiedades ópticas del medio. A esto se le suma la respuesta extrínseca debida a la textura, es decir, debido a la rugosidad superficial y la porosidad de volumen; siempre que las heterogeneidades sean lo suficientemente pequeñas en comparación con la longitud de onda de la radiación electromagnética, esta respuesta puede ser descrita mediante teorías de medio efectivo. Así, se están desarrollando modelos teóricos y técnicas de cálculo para poder predecir las propiedades radiativas de las barreras térmicas. Dichas herramientas permitirán además avanzar en el diseño de materiales con propiedades funcionales, tales como la emisividad selectiva en función del rango espectral.

17.30-17.45 ENE-0-03

**Electrical performance of ceria-based electrolytes**

C.M. Lapa<sup>1</sup>, F.M.L.R. Figueiredo<sup>2</sup>, F.M.B. Marques<sup>2</sup> y D.P.F. de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Materials Eng., UFSCAR, S. Carlos, S. Paulo, Brazil

<sup>2</sup>Ceramics and Glass Eng. Dept./CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

Yttria-doped ceria (YCO) and gadolinia-doped ceria (GCO) samples were sintered by a two-step sintering process (with peak temperatures in the range 1250 to 1450°C and dwells at 1150°C up to 20 h) starting from nano-powders prepared by a citrate based process. Sintering conditions were adjusted to obtain samples with similar densification and a wide-range of grain size, from around 150 nm to 1 µm. Sub-micrometric grain sized samples were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy, energy-dispersive X-ray spectroscopy and impedance spectroscopy in air, in the range 200-800°C. Structural and microstructural characterization of samples annealed at 1150°C for long periods of time suggested the presence of minor amounts of secondary phases. Bulk and grain boundary conductivities of sub-micrometric GCO and YCO showed no simple correlation either with grain size or thermal history. The prolonged dwell sintering stage adopted in the two-step sintering process is believed to cause profound microstructural alterations detected by impedance spectroscopy measurements. Such alterations can be related to the formation of micro domains or even deeper modifications in the ceria-dopant solid solution, which could explain the appearance of secondary phases with elemental composition similar to the matrix. These results also show that the electrical conductivity of these solid electrolytes can be engineered by processing, namely through the control of the thermal history of the material.

17.45-18.00 ENE-0-04

**Preparación y caracterización de MEAs fabricadas con membranas híbridas compuestas por caucho natural y SiO<sub>2</sub> coloidal, para la sustitución del Nafion® en pilas PEM**

M. Borro<sup>1,2</sup>, B. Moreno<sup>1</sup>, A. A. del Campo<sup>1</sup>, E. Chinarro<sup>1</sup> y J.R. Jurado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

<sup>2</sup>Fundación para la Investigación y Desarrollo de Energías Alternativas, FIDEAS, Arganda. Madrid

Uno de los componentes básicos de las PEMFC tanto en la membrana como en la capa catalítica es el Nafion, un polímero con elevada conductividad protónica, pero que presenta desventajas significativas, entre otras, son un alto coste. Recientemente se ha propuesto el uso del látex de caucho natural, un aislante electrónico, como nuevo electrolito en una PEMFC. Estas membranas han sido sintetizadas dopando el látex con SiO<sub>2</sub> coloidal, actuando esta fase cerámica como conductor protónico. De esta manera se obtienen nuevas membranas poliméricas híbridas con unas adecuadas propiedades mecánicas, una elevada resistencia térmica y alta conductividad protónica (~25 Ohm a 80°C y 80% HR). El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de la preparación y optimización de una capa catalítica adecuada y compatible con las nuevas membranas sintetizadas, de manera que sea posible su caracterización en monocelda. Se ha llevado a cabo la optimización de los componentes de la tinta catalítica con SiO<sub>2</sub> estudiando la posibilidad de sustitución del agua como vehículo para la conducción protónica por otra especie como es el H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

18.00 - 18.30 CAFÉ

## Materiales en sistemas de generación y acumulación de energía

Moderadores: **Fernando Marques y Manuel Tello**

18.30 - 19.00 ENE-I-3

### **Materiales para: la producción de hidrógeno verde a partir de residuos, desarrollo de una celda fotovoltaica regenerativa, una pila de combustible y una batería de ion Li**

J.R. Jurado

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

Gandhi manifestó la idea “VIVIR SIMPLEMENTE PARA QUE OTROS PUEDAN SIMPLEMENTE VIVIR”. El crecimiento económico ilimitado en nuestro planeta es inviable, la ola consumista en los países occidentales es dramáticamente insostenible. Si no se racionaliza por las buenas, la naturaleza lo hará por las malas y quizás mucho antes de algunas previsiones, ni siquiera es viable el llamado Crecimiento y Desarrollo Orgánico. Ante tal derroche, especialmente en Energía, la comunidad científica reclama un intento cada vez más riguroso en avanzar en el necesario cuidado del medio ambiente y a la vez, reconducir dicho despilfarro energético. Específicamente, y dentro del área de la energía, se podría responder a la cuestión: ¿qué se puede hacer en el Área de los Materiales?. Esta comunicación intenta describir un proyecto autosostenible de producción de energía eléctrica utilizando tres de las cuatro erres, símbolos del llamado Decrecimiento Sostenible: Residuos, Reutilización y Reciclado. La primera fase del proyecto comienza con la captación fotónica utilizando óxidos fotocatalíticos nanoestructurados, que conformarán una celda fotovoltaica que a su vez alimentará un reformador electrolítico conteniendo recubrimientos oxídicos catalíticos capaces de producir de forma no contaminante hidrógeno verde a través de la técnica de electrólisis asistida del agua con residuos de la actividad agrobiológica, y mezclados o no con bacterias electrogénicas. Su purificación se llevará a cabo en ánodos de PEMFC y SOFC, su almacenamiento se realizará con materiales inorgánicos conformados en nanocavidades para la adsorción física reversible del H<sub>2</sub>; también se desarrollará un dispositivo para la captación de impurezas de CO<sub>2</sub> mediante sistemas particulados basados en materiales vitrocerámicos. El hidrógeno purificado y almacenado hará funcionar una pila PEMFC. La energía eléctrica generada será almacenada en un batería de ion litio.

19.00-19.15 ENE-O-05

### Estudio de cerámicas eutécticas de YSZ/MnOx fabricadas mediante LFZ

A.Orera, J.I. Peña y V.M.Orera

Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón,CSIC. Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Las cerámicas eutécticas solidificadas direccionalmente constituyen un conjunto de materiales de gran interés por las excelentes propiedades mecánicas que resultan de una microestructura fina y ordenada con interfases limpias y fuertes<sup>1</sup>. Además, la presencia de fases con propiedades funcionales diferentes en un mismo monolito permite obtener interesantes propiedades funcionales con posibles aplicaciones en los campos del magnetismo, fotónica, metamateriales, etc. En este trabajo abordamos la fabricación de cerámicas eutécticas de YSZ/MnOx, es decir un conductor iónico y un posible semiconductor con propiedades magnéticas, texturadas mediante la técnica de fusión zonal por láser (FZL). La microestructura de dichas cerámicas (regiones de crecimiento laminar o fibrilar, interespaado laminar) ha sido estudiada en función de la velocidad de crecimiento, con velocidades comprendidas entre 10 y 500mm/h, obteniéndose interespaados más finos que en el caso de sistemas análogos como YSZ/CoO o YSZ/NiO, estando en torno a 600nm a velocidades relativamente bajas (50mm/h). Mediante el control de las atmósferas tanto de sinterizado del precursor como de crecimiento en la cámara láser es posible cambiar de forma controlada el estado de oxidación del manganeso obteniéndose eutécticos de YSZ/MnO o YSZ/Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> para atmósferas reductoras y oxidantes respectivamente. Ambos sistemas han sido caracterizados respecto a sus propiedades mecánicas (dureza) y a su comportamiento frente a procesos de reducción.

19.15-19.30 ENE-O-06

Bulk and grain-boundary electrical properties of Gd-doped ceria with varying degrees of densification  
D. Pérez-Coll, E. Sánchez-López y G. C. Mather  
Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

The effects of porosity on the grain and grain-boundary transport properties of the solid-state electrolyte  $\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{1.95}$  (CGO) have been analysed by impedance spectroscopy with a modified brick-layer model. Ceramics of CGO with varying degrees of densification were obtained on sintering compacted green bodies of commercially produced powder in the range  $1200 \leq T_s \leq 1500$  °C, pertaining to the sintering regimes of densification ( $T_s = 1200$ - $1300$  °C) and grain growth ( $1300$ - $1500$  °C). The bulk transport properties were dependent only on the level of densification, whereas grain-boundary transport was also dependent on grain size. This was reflected in a sharp increase in grain-boundary conductance and capacitance when densification reached completion and grain growth became predominant, whereas the bulk conductance and capacitance increased monotonously with increasing relative density. Since the effect of porosity on capacitance was opposite to that of resistance, neither bulk nor grain-boundary "specific" conductivity was affected by densification for levels above 75% r.d. This indicated that the increase in conductance and capacitance with increasing relative density was only attributable to geometrical effects (shorter effective pathway and larger effective cross-sectional area). Accordingly, activation energies for the conductance of both components were independent of the degree of porosity. The grain-boundary conduction mechanism appears to be modified for high levels of porosity ( $\geq 30\%$ ) in which the grain boundaries are likely to be poorly defined, even though percolation was achieved through the bulk. The total conductance could be well correlated with the bulk and grain-boundary components by means of a porosity factor introduced in the brick-layer model.

## SALA 2. CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES. Serrano, 115 Bis

### La industria española del vidrio: desafíos y oportunidades en un escenario de crisis

#### Seminario de Vidrios

**9.00 - 9.15** M<sup>a</sup> JESÚS PASCUAL (Secretaria Sección de Vidrios de la SECV)  
"Presentación del seminario"

**9.15 - 10.15** FABIO NICOLETTI (Presidente de la International Commission on Glass- ICG)  
"ICG: The challenge to increase global colaboración between glass technologists & scientists"

**10.15 - 11.15** KLAUS BANGE (Experto de Schott y Responsable del Advisory Committee de la ICG)  
"Exploring the future of glass: ICG TC activities and road-maps"

**11.15 - 12.00** CAFÉ

**12.00 - 13.00** BIANCA SCALET (European IPPC Bureau del EU Joint Research Centre. Sevilla)  
"European environmental legislation: A review of the Glass Manufacturing Industry"

**13.00 - 14.30** MESA REDONDA  
"La industria española del vidrio: desafíos y oportunidades en un escenario de crisis"

Participan:

**Jesús Miguel Cebrerizo Unzueta** (Consejero Delegado de Guardian, Presidente de FLAVIPA)

**Javier Gutiérrez Compañón** (Director General de VIDRALA, Representante de ANFEVI)

**Carlos Rodero Antúnez** (ISOVER, Representante de AFELMA)

Moderada:

**Alicia Durán** (Vicepresidenta de la Sección de Vidrios de la SECV)

# Viernes 29 de Octubre

## SALA 1. SEDE CENTRAL CSIC. Serrano, 117

### Materiales cerámicos y vítreos para la salud

Moderadores: **Sussette Padilla y Raúl García Carrodegua**

9.00 - 9.30 BIO-I-2

#### Cell-materials interations for regenerative therapies

J.A. Planell

Instituto de Bioingeniería de Catalunya, Universitat Politècnica de Catalunya, CIBER-Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina; Barcelona

Regenerative medicine seeks to devise new therapies for patients with severe injuries or chronic diseases in which body's own response is not enough to restore functional tissue. Regenerative therapies, comprising living cells and scaffold technologies, will lead to successful tissue engineering constructions to replace and repair tissues.

At present the research conducted by the research group on Bio/non-bio Interactions for Regenerative Medicine at the Institute for Bioengineering of Catalonia (IBEC) aims at different applications such as bone, vascular and nervous regeneration. Different substrate materials are studied, with special interest in polymers and composites (preferentially biodegradable). Calcium phosphate glasses with different formulations, manufactured and processed in different ways are of very special interest, since that are not only soluble, but they are also bioactive and they have been used to produce biodegradable composites. Different techniques for scaffold fabrication are at present available, such as solvent casting, solid free form (rapid prototyping) and electro spinning. These different processing techniques provide different geometries and mechanical properties to the scaffolds, which may be of interest in different clinical applications. Surfaces can be also functionalized with different peptides in order to signal a specific cellular behaviour. Physical signals are also considered, such as topographical modification and mechanical stimuli. The surfaces are conveniently characterized by means of different techniques, such as electron microscopy, XPS, AFM and Z-potential among others. In vitro degradation studies are also currently being performed. Different cells systems such as stem cells, committed progenitors, primary cells or cell lines are used depending on the application and the type of study to be carried out. At present, constructs are being tested in a perfusion bioreactor and by collaborating with a research group in modelling and simulation, the behaviour of constructs (cells and scaffolds) inside a bioreactor is being studied.

9.30 - 9.45 BIO-0-01

Influencia de la microestructura en el comportamiento de los biomateriales

A.H. De Aza<sup>1</sup>, P. N. De Aza<sup>2</sup>, M. Magallanes-Perdomo<sup>1</sup>, R.G. Carrodegua<sup>1</sup>, P. Pena<sup>1</sup> y S. De Aza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC. Madrid

<sup>2</sup>Instituto de Bioingeniería. Universidad Miguel Hernández. Elche, Alicante

El comportamiento de todos los biomateriales bioactivos se ha relacionando exclusivamente con su composición química. Sin embargo, es bien conocido que la microestructura condiciona las propiedades de los materiales y en consecuencia sus comportamientos y aplicaciones. Se deduce así, la importancia de estudiar la influencia de la microestructura en los materiales bioactivos, para entender sus comportamientos en ambientes fisiológicos. En el presente trabajo se presentan dos ejemplos típicos de cómo la microestructura condiciona el comportamiento bioactivo e incluso la bioactividad en suero fisiológico artificial (SFA).

El primer ejemplo tiene que ver con dos materiales bioactivos obtenidos en el sistema binario  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (TCP) –  $\text{CaSiO}_3$ (W), con la misma composición eutéctica del sistema (60% W,40% TCP) pero con microestructuras desiguales; uno vítreo y el otro con microestructura eutéctica, como consecuencia de dos procesamientos de obtención diferentes. El segundo ejemplo se refiere a dos materiales formulados en el sistema pseudobinario  $\text{CaSiO}_3$ (W)- $\text{ZrO}_2$  con la misma composición (88% W, 12%  $\text{ZrO}_2$ ); uno obtenido por desvitrificación controlada del vidrio, mediante estudios previos por análisis térmico diferencial y termogravimétrico (ATD/TG), dilatometría, curvas TTT (temperatura-tiempo-transformación) y difracción de rayos X (DRX), y el otro por molienda del material desvitrificado y posterior prensado y sinterización. En ambos casos, los materiales fueron estudiados en SFA durante tres semanas, midiendo la variación en el tiempo del pH del medio y de las interfaces material/SFA. Terminado el ciclo de inmersión en SFA, los materiales se estudiaron mediante, DRX, espectroscopia Raman y microscopia electrónica de barrido (MEB) con microanálisis por dispersión de energías de rayos X (EDX).

A la vista de los resultados obtenidos se puede concluir que la microestructura de los biomateriales no solo afecta al mecanismo de formación de la capa de hidroxiapatito (HA), sino también a su potencial osteointegración así como a su bioactividad.

9.45 - 10.00 BIO-O-02

Procesamiento coloidal de compuestos de hidroxiapatita con  $Y_2O_3$  para aplicaciones biomédicas

P. Parente<sup>1</sup>, O. Burgos-Montes<sup>2</sup>, M.A. Auger<sup>1</sup>, M.A. Monge<sup>1</sup> y A.J. Sánchez-Herencia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad Carlos III. Leganés, Madrid

<sup>2</sup>Instituto Eduardo Torroja CC Construcción-CSIC. Madrid

<sup>3</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

La dispersión de segundas fases en matrices de hidroxiapatita (HA) permite variar las propiedades de los compactos y acondicionarlas para aplicaciones biomédicas. En este trabajo se estudia la influencia de la dispersión de un 10% en peso de  $Y_2O_3$  en las propiedades de compactos de HA. La técnica de conformado usada fue el colaje de suspensiones acuosas con el fin de conseguir una buena dispersión de  $Y_2O_3$  en la matriz de HA. En primer lugar se optimizaron las condiciones de dispersión de las fases en estado diluido estudiando el potencial zeta y el tamaño de partícula. Extrapolando los resultados obtenidos y mediante el estudio reológico de la HA pura y de la formulación compuesta, se optimizó la preparación de suspensiones concentradas. La adición de itria mejoró el comportamiento reológico de la suspensión y se estudiaron los efectos de la adición de  $Y_2O_3$  sobre las propiedades del material sinterizado. Las observaciones mediante microscopía electrónica de barrido revelaron una buena dispersión de partículas de itria en el material compuesto. Las medidas de densidad evidenciaron que la presencia de itria aumenta la porosidad del compuesto en ~10% con respecto a la HA pura sinterizada. El módulo de Young (~26 GPa) resultó estar en el rango de valores considerados en la literatura para el del hueso cortical. Las medidas de difracción de rayos-X revelaron que la adición de itria inhibe la descomposición de la HA en fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP) durante la fase de sinterización a 1250 °C. El análisis de Rietveld de los espectros muestra la sustitución preferencial de los Ca(2) por Y.

10.00 - 10.15 BIO-O-03

Caracterización de nuevos recubrimientos biocompatibles de Hidroxiapatita-TiO<sub>2</sub> obtenidos mediante Proyección Térmica de Alta Velocidad

H. Melero, S. Dosta, J. Fernández, J.M. Guilemany

CPT Centro de proyección térmica, Dpt. Ciència dels Materials i Enginyeria Metalúrgica, Universitat de Barcelona

La Hidroxiapatita (HAp:  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ), es un material cerámico biocompatible y bioactivo muy empleado como recubrimiento sobre superficies metálicas (implantes dentales, prótesis de cadera...); sin embargo, la baja adherencia entre la HAp y el sustrato, debida a las diferencias entre los coeficientes de expansión térmica de ambos y a la degradación de la HAp, se está intentado mejorar mediante la incorporación de TiO<sub>2</sub>, para obtener una buena combinación de propiedades mecánicas y biológicas. Por tanto, el objetivo de este trabajo es la obtención de recubrimientos de 80% de HAp y 20% de TiO<sub>2</sub> (en peso) sobre Ti<sub>6</sub>Al<sub>4</sub>V mediante Proyección Térmica de Alta Velocidad (HVOF). El estudio de la microestructura se ha llevado a cabo mediante microscopía electrónica de barrido y la caracterización de las fases presentes a través de difracción de rayos X. La adherencia de los recubrimientos ha sido medida mediante ensayos de tracción, según la norma ASTM F1147-99 [1]; asimismo, se ha evaluado su bioactividad a través de su inmersión en Fluido Fisiológico Simulado (SBF), midiendo así la capacidad que presentan para formar una capa de apatita en superficie.

10.15 - 10.30 BIO-O-04

Producción de texturas por microestampación sobre cerámicas dentales

A. Peláez-Vargas<sup>1,2,3</sup>, D. Gallego-Perez<sup>3</sup>, N. Higuera-Castro<sup>3</sup>, M.H. Fernandes<sup>4</sup>, P. Pena<sup>5</sup>, A.H. De Aza<sup>5</sup>, D. Hansford<sup>3</sup> y F.J. Monteiro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>INEB – Instituto Nacional de Engenharia Biomédica. Divisão de Biomateriais, Porto, Portugal

<sup>2</sup>DEMM – Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais, FEUP - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, Portugal

<sup>3</sup>Department of Biomedical Engineering, The Ohio State University. Ohio, USA

<sup>4</sup>Laboratório de Farmacologia e Biocompatibilidade Celular, Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Porto, Portugal

<sup>5</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid, España

La litografía es la técnica más frecuentemente utilizada para producir texturas sobre superficies para aplicaciones biomédicas. Sin embargo, se conoce poco sobre sus posibilidades para modificar la superficie de biomateriales dentales duros, y el impacto de esta tecnología sobre el comportamiento in Vitro de células de la cavidad oral. El presente trabajo fue diseñado con el objetivo de producir texturas sobre superficies de biomateriales dentales utilizando microestampación y evaluar los efectos de la textura sobre comportamiento in Vitro de fibroblastos gingivales y osteoblastos. Inicialmente se utilizó la fotolitografía como técnica para producir un modelo maestro que contenía geometrías regulares e irregulares entre un rango de escala entre 200 micrómetros y 500 nanómetros. Posteriormente, se creó un molde negativo en PDMS que sirvió para dos propósitos: 1) Microestampar recubrimientos vítreos preparados por sol-gel sobre discos basados en biomateriales dentales

como circona, porcelana feldespática, alumina y vidrios, como grupo control. 2) Producir texturas ordenadas sobre superficies de cerámicas dentales sin el uso de recubrimientos. Finalmente, se realizó una caracterización de las superficies utilizando microscopia electrónica de barrido, y una evaluación temprana de los efectos sobre el comportamiento celular in Vitro de fibroblastos y osteoblastos. Los resultados de este trabajo mostraron que: 1) es posible microestampar recubrimientos vítreos con microtexturas sobre diferentes materiales dentales, incluso en escalas submicrométricas, así como producir directamente superficies cerámicas con microtexturas. 2) Las superficies con microtexturas separadas por 10 micrómetros, mostraron los efectos tempranos más claros sobre el comportamiento biológico in Vitro.

10.30 - 10.45 BIO-O-05

Silicon oxycarbide ceramics as catalyst supports for biomedical applications

A. Tamayo<sup>1</sup>, F. Rubio<sup>1</sup>, A. Rumbero<sup>2</sup>, J. Rubio<sup>1</sup> y J.L. Oteo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

<sup>2</sup>Depto. de Química Orgánica. Universidad Autónoma Madrid

One of the most promising features of the SiOC materials is their biocompatibility for being used as ceramic supports in biocatalytic processes. The SiOC ceramics reported here have been obtained through pyrolysis in inert atmosphere of sol-gel derived hybrid materials, whose relative easiness of modifying the porous structure depending on the required pore size and distribution offers the development of new possibilities by using well known ceramics.

Aging in different conditions has been proved to be a feasible method to control the porosity of sol-gel derived ceramics. Aging in ammonia leads to the appearance of a large number of mesopores that markedly increase the surface area. These pores possess a high number of silanol groups, which increases the reactivity of the ceramic with regard to organic molecules, as characterized by DRIFT spectroscopy. Moreover, the microstructure is defined by SiO<sub>2</sub>, SiOC and graphite-like nanodomains, as characterized by means of Raman spectroscopy. These three types of nanodomains lead to the obtaining of different possibilities of functionalization.

Grafting of organic molecules on the surface of the pores has been successfully achieved. We have chosen the Tris(2-aminoethyl)amino as organic target due to the large number of functionalized groups which allows ordered molecular growing dendrimer-like. The evidence of surface grafting has been obtained by means of textural properties characterization, infrared techniques and Raman spectroscopy.

10.45 - 11.00 BIO-O-06

Recubrimientos biocerámicos de hidroxiapatita multisustituída por ablación láser

C. Rodríguez-Valencia, I. Pereiro, E. Solla, J. Serra, P. González y B. León

Dpto. Física Aplicada, ETSI Industriales, Campus Lagoas-Marcosende, Universidade de Vigo, Vigo

En la actualidad existen diversas aplicaciones de la hidroxiapatita (HA) en el campo biomédico, destacando su utilización como recubrimientos biocompatibles de implantes dentales y ortopédicos con el objeto de mejorar la respuesta biológica de estos dispositivos médicos. La hidroxiapatita sintética es un fosfato de calcio que posee una estructura muy similar a la parte mineral del tejido óseo; sin embargo, la HA biológica presenta una serie de sustituciones iónicas (Sr<sup>2+</sup>, Si<sup>4+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, F<sup>-</sup>,...) que le confieren ciertas propiedades físico-químicas con influencia en su comportamiento biológico.

El objetivo del presente trabajo es la obtención de recubrimientos de HA multisustituída mediante la técnica denominada depósito por láser pulsado (PLD). El proceso se basa en irradiar con un láser de excímero un blanco de ablación sintetizado a partir de la mezcla de hidroxiapatita, carbonato de estroncio (SrCO<sub>3</sub>) y tierra de diatomeas, en distintas proporciones. La elección de este último material como fuente de silicio se debe a su procedencia biológica y, junto al carbonato de estroncio, proporcionarán elementos con excepcional interés en este proceso. La caracterización físico-química de los recubrimientos, mediante las técnicas SEM, EDS, FTIR, XRD y XPS, demuestra la eficiente incorporación de diversos iones (Si<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) durante el proceso PLD, teniendo lugar un mecanismo de multisustitución dentro de la estructura de la HA sintética. La biocompatibilidad de los recubrimientos es abordada mediante estudios celulares in vitro.

11.00 - 12.00

SESION PÓSTER Y CAFÉ

Moderadores: **Blanca Vázquez y Ángel Caballero**

**12.00 - 12.30 BIO-I-4**

**Estructura y propiedades de vidrios de composición eutéctica en el sistema  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{-CaSiO}_3\text{-CaMg}(\text{SiO}_3)_2$**   
 M. Magallanes-Perdomo<sup>1</sup>, A.H. De Aza<sup>1</sup>, I. Sobrados<sup>2</sup>, J. Sanz<sup>2</sup> y P. Pena<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC. Madrid

El conocimiento de las relaciones de fusión del sistema adecuado permite diseñar vidrios con puntos de fusión mínimos y estudiar el efecto de la composición sobre sus propiedades.

Se presentan los resultados obtenidos sobre la estructura y propiedades de vidrios bioactivos de composición eutéctica en el sistema ternario  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{-CaSiO}_3\text{-CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ .

La estructura de los vidrios, establecida por espectroscopia de resonancia magnética nuclear de <sup>29</sup>Si y <sup>31</sup>P, esta formada por una matriz de silicato con especies Q<sup>1</sup>, Q<sup>2</sup> y Q<sup>3</sup> en la que están homogéneamente distribuidos grupos ortofosfato QO aislados.

Los vidrios estudiados presentan coeficientes de expansión térmica, en el intervalo de temperatura de 50 a 600°C, que varían con el contenido en MgO (11.8–10.8×10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>). Así mismo, la temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) varía entre 790 y 720°C.

Las propiedades mecánicas son similares a las de los materiales densos de hidroxiapatita y los biovidrios de silicofosfatos alcalinos.

En los vidrios estudiados tienen lugar procesos de nucleación de una fase de tipo apatita, a ≈800 °C, en masa o en superficie en función del contenido en MgO.

Todas las características mencionadas (estructura y propiedades físicas) se deben considerar en el diseño de nuevos vidrios bioactivos de silicofosfatos alcalinotérreos.

**12.30 - 12.45 BIO-O-07**

**Fabricación y optimización de andamiajes cerámicos para regeneración de tejido óseo**

P. Miranda, F. H. Perera, F. J. Martínez-Vázquez, A. Pajares y F. Guiberteau

Dpto. de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales. Universidad de Extremadura. Badajoz

Para solucionar los problemas de fijación que sufren los implantes ortopédicos es preciso desarrollar bio-materiales con propiedades similares a las del hueso que deben sustituir (baja densidad y rigidez pero resistencia elevada) y que, además, sean aceptados por el organismo como una matriz normal de tejido, de forma que tras su implantación tenga lugar la penetración y proliferación celular que permita una completa regeneración tisular. Una manera de conseguir este objetivo es utilizar materiales osteofílicos en forma de matriz porosa, de modo que se induzca el crecimiento de nuevo tejido en el interior de los poros. Entre los materiales más utilizados para fabricar estos sustratos porosos, se encuentran diferentes fosfatos de calcio (fosfatos tricálcicos, TCP, e hidroxiapatita, HA).

Los métodos tradicionales para la fabricación de sustratos cerámicos porosos (solvent casting con filtrado de partículas, espumado, freeze-drying, etc.) no permiten controlar de forma precisa la geometría, tamaño y distribución espacial de los poros. Por ello, para conseguir el grado de interconectividad necesario para permitir la penetración celular, los sustratos tienen porosidades muy elevadas y, en consecuencia, una escasa resistencia a la fractura.

Para solucionar este problema, en este trabajo se han fabricado estructuras cerámicas porosas de TCP e HA mediante moldeo robotizado (robocasting). Esta técnica permite fabricar sustratos porosos mediante un proceso de deposición por capas, por lo que es posible obtener altos grados de interconectividad incluso con porosidades reducidas. Además, se ha conseguido una mejora adicional de las prestaciones mecánicas de los sustratos cerámicos mediante su infiltración con polímeros bioabsorbibles (ácido poliláctico y policaprolactona).

**12.45 - 13.00 BIO-O-08**

**Síntesis, microestructura y bioactividad de materiales de fosfato tricálcico (TCP) dopados con ZnO**

L. Carbañal, S. Serena, A. Caballero y M. A. Sainz

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Los materiales basados en ambos polimorfos α y/o β del fosfato tricálcico ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , TCP) a día de hoy son excelentes candidatos en la reparación y en la regeneración del tejido óseo como consecuencia de su excelente biocompatibilidad, bioactividad, bioreabsorbilidad y osteoconductividad. La tendencia actual es incorporar en este tipo de materiales iones monovalentes y divalentes, con el fin de ejercer un mayor control en la velocidad de bioreabsorción y en la resistencia mecánica de éstos una vez implantados "in vivo", es la razón del empleo como dopante del ZnO en este estudio.

Una vez analizado el efecto del contenido de ZnO en las transformaciones de fase y en estabilidad de las formas polimórficas del TCP, caracterizando las propiedades físico-químicas de los materiales obtenidos de TCP dopados con Zn<sup>2+</sup>, se procedió al estudio de la reactividad de los materiales diseñados mediante ensayos de bioactividad "in vitro" (1-4). Para ello los materiales obtenidos se sumergieron en suero fisiológico artificial (SBF) a 37°C por un periodo máximo de 4 semanas evaluando la cinética de disolución y la reactividad "in vitro" a través de la formación de precipitados de Ca y P en la superficie. Finalmente se llevo a cabo una modelización termodinámica de la disolución de estos materiales comparandose los resultados con los obtenidos experimentalmente.

### 13.00 - 13.15 BIO-O-11

Diseño, desarrollo y caracterización de nuevos andamiajes para regeneración ósea "in situ"

S. Padilla<sup>1</sup>, A. García de Castro<sup>1</sup>, A.H. De Aza<sup>2</sup>, P. Pena<sup>2</sup>, S. De Aza<sup>2</sup>, J. Parra<sup>3</sup>, S. García<sup>3</sup>, A. López-Bravo<sup>3</sup> y R.G. Carrodeguas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Azurebio S.L., Madrid

<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

<sup>3</sup>Unidad de Investigación Clínica y Biopatología Experimental, Hospital Provincial, Complejo Asistencial de Ávila

En este trabajo se presentan los fundamentos racionales empleados por Azurebio S.L. en el diseño y desarrollo de una nueva familia de andamiajes inorgánicos sintéticos con propiedades osteoinductivas y adecuados para regeneración ósea "in situ", y los resultados de su caracterización físico-química y biológica, llevada a cabo en colaboración con el CSIC.

Los nuevos andamiajes consisten en una matriz, esencialmente compuesta por monetita (CaHPO<sub>4</sub>) policristalina, y partículas de β-TCP embebidas en un xerogel de sílice hidratada, cohesionada por reacción a baja temperatura.

Se prepararon diferentes composiciones de los nuevos materiales en forma de gránulos con tamaños entre 250 y 1000 μm.

Los andamiajes obtenidos poseen una elevada área superficial (50-120 m<sup>2</sup>/g) que depende directamente del contenido de gel de sílice. Los granulados presentaron 50-60 % de porosidad intra-granular abierta, y ≈45 % de poros inter-granulares interconectados en el rango de 100-500 μm de diámetro medio. La velocidad de disolución "in vitro" de los materiales experimentales fue mayor que la del granulado de β-TCP comercial Cerasorb®. En los productos de disolución se detectaron niveles apreciables de Ca, Si y P, especies a las cuales se les atribuye osteoinductividad. En el ensayo de citotoxicidad indirecta (MTT) de los extractos solubles en cultivos "in vitro" de células osteoblásticas, no se observó ningún efecto citotóxico. El ensayo de adhesión y proliferación celular (Alamar Blue) mostró una menor adhesión celular inicial sobre los materiales experimentales con relación al control, sin embargo, las células una vez adheridas proliferaron adecuadamente. Los resultados indican que los nuevos andamiajes pueden ser una opción atractiva para regeneración ósea "in situ".

### 13.15 - 13.45 BIO-I-3

**New bioactive glasses for regeneration of supporting tooth**

J.M.F. Ferreira<sup>1</sup>, George E. Stan<sup>2</sup> y Dilshat U. Tulyaganov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Ceramics and Glass Engineering, CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

<sup>2</sup>National Institute of Materials Physics, P.O. Box MG-7, Bucharest-Magurele, , Romania

<sup>3</sup>Turin Polytechnic University in Tashkent, 17, Tashkent, Uzbekistan

Since the BioGlass discovery in 1969, studies have shown that these glasses induce or aid osteogenesis in physiologic systems. However, one of the main problems associated with the use of standard 45S5 bioactive glass is its high solubility, leading to resorption rates higher than the rate of tissue regeneration. Therefore, new bioglasses with controllable bioactivity and gradual resorption are needed to enable a better balance of natural bone remodeling and of the physiologically vital process of new blood vessel formation (angiogenesis) to achieve optimum results in treating of periodontal diseases associated with the bone loss. With this aim, the basic bioactive glass compositions presented in this study were selected in the field of primary crystallization of pseudo-wollastonite phase in the ternary CaO–MgO–SiO<sub>2</sub> system. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Na<sub>2</sub>O, CaF<sub>2</sub> and B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were added to tailor the structure-properties relationships. The glasses exhibited controllable bioactivity and gradual resorption to enable concurrent replacement by newly formed bone and provide sufficient bone for subsequent implant placement. Healthy matured "shinshilla" rabbits weighting 2.8–3.0 kg were used in vivo animal studies. No local post-operation inflammatory reactions were observed following placement of bioactive glass implant up to 12 months.

13.45 - 14.00 BIO-O-12

Andamiajes cerámicos bioinspirados (C y SiC) de origen marino. Estudios in vitro  
 M. López-Álvarez<sup>1</sup>, P. González<sup>1</sup>, J. Serra<sup>1</sup>, A. de Carlos<sup>2</sup> y B. León<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo, E.T.S.E. Industriais, Campus Lagoas-Marcosende, Vigo

<sup>2</sup>Departamento de Bioquímica, Genética e Inmunología, Universidade de Vigo, Facultade de Bioloxía, Campus Lagoas-Marcosende, Vigo

La biodiversidad que caracteriza y enriquece al medio marino supone un enorme potencial para la obtención de biomateriales enfocados hacia la ingeniería de tejidos y medicina regenerativa. En particular, este nuevo enfoque pretende el diseño de andamiajes con morfologías y microestructuras determinadas que sirvan de soporte y guía a las células para obtener el tejido vivo específico a implantar. Una línea de investigación emergente se centra en la estructuración de la superficie de distintos biomateriales con canales paralelos de forma que promuevan un crecimiento alineado de ciertas líneas celulares. De este modo, este tejido orientado podría servir de puente para la regeneración de diferentes tejidos (nervioso, óseo) corrigiendo defectos en zonas interrumpidas.

En este trabajo se demuestra la viabilidad para obtener andamiajes de carbón (C) y carburo de silicio (SiC) a partir de la planta marina *J. maritimus*, cuya pared celular epidérmica presenta una doble estructuración con macro y microcanales alineados a los que se añade la porosidad intercalada que ofrecen los estomas y que favorecerá la adhesión del tejido formado. Ambos biomateriales han sido sometidos a una completa caracterización físico-química (SEM, Perfilometría Interferométrica, Porosimetría de mercurio, XRD y XRF). Al mismo tiempo se han realizado estudios celulares con la línea de pre-osteoblastos MC3T3-E1 que han demostrado la biocompatibilidad de los citados andamiajes, valorándose también la orientación y diferenciación de las células a tiempos de incubación de unas horas a varias semanas.

14.00 - 14.15 BIO-O-13

Tendencias en bio-materiales para regeneración y restauración ósea. Claves emergentes y nuevos paradigmas

E. Ordoz y R.G. Carrodeguas

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Aunque el foco de la investigación de bio-materiales se está desplazando gradualmente desde la ciencia y la ingeniería de materiales hacia sistemas mas integrados involucrado a científicos e ingenieros de materiales, biólogos y cirujanos, los mayores cambios de paradigma han ocurrido en los años 90 con la ingeniería de tejidos y a principios de 2000 con la medicina regenerativa y sus conexiones con el desarrollo biológico.

En este trabajo, centrado en las aportaciones de los bio-cerámicos, se describen las claves de estos nuevos paradigmas, sus componentes esenciales y las estrategias que algunos países y organizaciones internacionales han puesto en marcha para sobrepasar las barreras existentes y facilitar un mejor desarrollo.

El trabajo analiza también, a partir de una variedad de portales de editores, buscadores y fuentes de datos, la emergencia e importancia en la literatura especializada de ciertas palabras clave en el ámbito de los bio-materiales, así como la contribución relativa, la orientación prioritaria y las colaboraciones de los diferentes países que configuran la comunidad científica internacional

Se destaca el papel de liderazgo de ciertos países con altas inversiones en I+D y la importancia que se está dando recientemente, y en orden prioritario, a las fenómenos de superficie, a la ingeniería de tejidos y a la medicina regenerativa, al desarrollo de nuevos andamiajes, a los fenómenos de interacción entre proteínas-materiales y células, a los materiales nano-estructurados, a las interacciones tejidos-materiales, a los tejidos músculo-esqueléticos, a los bio-inyectables así como a la activación genética, a la señalización y al reconocimiento celular.

14.15 - 14.30 BIO-O-14

Impacto científico-técnico y social de la investigación, desarrollo y aplicaciones clínicas de Hidroxiapatita como biomaterial de implante durante 20 años en Cuba

R. González Santos

Dirección de Química, Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Cuba

La Hidroxiapatita Porosa HAP-200 es un biomaterial de implante desarrollado en Cuba hace más de 20 años y se ha aplicado con éxito como sustituto del injerto óseo y como implante ocular integrado. En el presente trabajo se brinda una aplicaciones clínicas del mismo, contemplando todos los parámetros tanto físico-químicos como su comportamiento –in vivo– preclínico y clínico según exigen las normas de evaluación y registro de biomateriales del CCEEM del información resumida de los principales resultados obtenidos en la etapa de investigación, desarrollo y MINSAP de Cuba. Se han realizado varios ensayos clínicos que incluyen estudios del comportamiento clínico a largo plazo, de introducción en el Sistema Nacional de Salud así como el diseño del sistema productivo y de gestión de la calidad que avalan la obtención de varios certificados

de registro sanitario tanto en Cuba como en el extranjero así como los certificados de buenas prácticas de fabricación, incluyendo la certificación por la Norma NC-ISO 9001-2008. Durante los 20 años de aplicaciones clínicas en Cuba se han tratado 15 500 pacientes en las especialidades de estomatología, incluyendo la cirugía maxilofacial, 1 740 personas han recibido implantes oculares y 6000 han sido tratadas por defectos óseos de los huesos largos y otros en ortopedia y traumatología. Solo se ha reportado un 3.1 % de fracaso de los implantes, observándose una excelente biocompatibilidad del implante con integración e incorporación a la dinámica natural del tejido óseo al cabo del tiempo. Como resultado de este trabajo se han formado más de 100 especialistas en las diferentes disciplinas que intervienen, incluyendo la defensa de 34 Tesis de diferentes niveles de formación. Los estudios realizados han permitido evaluar las propiedades de este biomaterial y al mismo tiempo realizar una intensa labor de I+D para la búsqueda de nuevas aplicaciones así como el desarrollo de nuevos productos a partir del mismo.

14.30 - 16.00

VINO ESPAÑOL

## SALA 2. CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES. Serrano, 115 Bis

### Conservación del patrimonio y arqueometría

Moderadores: **Judith Molera y Paloma Recio**

9.00 - 9.30 ARQ-I-1

#### Arqueometría y patrimonio cultural. Análisis del azul cobalto por EDXRF y resultados sobre evolución tecnológica y cronológica de la loza española

J. Coll

Museo Nacional de Cerámica de Valencia

La utilización de un método analítico no destructivo como la EDXRF tanto sobre materiales arqueológicos como sobre ejemplares conservados en museos ha permitido conocer aspectos de carácter técnico, como es la caracterización de la aplicación del pigmento con los procedimientos de bajo o sobre cubierta, y la variación de la composición del pigmento detectada por el método a lo largo de los siglos. De ese modo se han obtenido datos para establecer unos parámetros fiables que al ser cruzados con las evidencias de carácter morfológico y estilístico de las propias cerámicas contribuyen a su mejor conocimiento, descripción y datación.

9.30 - 9.45 ARQ-O-01

#### Arqueometría y conservación de vidrio antiguo: un reto para la investigación del siglo XXI

T. Palomar, J. Peña-Poza, J.F. Conde, F. Agua, M. García-Heras y M.A. Villegas

Grupo de Arqueometría y conservación de vidrios y mat. cerámicos, Instituto de Historia CCHS-CSIC, Madrid

La Arqueometría como disciplina científica surgió a mediados del siglo pasado y su evolución ha tenido lugar durante las últimas cinco décadas. En el ámbito de los materiales antiguos se ha centrado, principalmente, en el estudio de su tecnología y sólo recientemente se constata un interés creciente por su conservación preventiva y curativa, en la recuperación del patrimonio cerámico y vidriero.

En los estudios arqueométricos, con excepción de aquellos emprendidos en las vidrieras medievales, ha primado la investigación de los materiales cerámicos frente al vidrio, precisamente por un problema de conservación selectiva debido a su fragilidad y a sus propias características estructurales. Sin embargo, la evolución tecnológica del vidrio, sobre todo en periodos cronológicos que abarcan desde la Prehistoria reciente hasta épocas premodernas, continúa siendo una gran desconocida.

El grupo autor de esta contribución ha investigado intensamente en estos temas a lo largo de la última década. Por ello, en este congreso, se presentarán resultados originales obtenidos por el grupo en el estudio arqueométrico de vidrios prerromanos, romanos, tardo-antiguos y medievales, estos últimos representados por vidrios almohades procedentes de Al-Andalus. Se tratarán aspectos de composición química, color, procesos de deterioro y tecnología de fabricación, así como aquellas cuestiones generales de Arqueometría y ciencia de conservación que constituyen un reto importante para la investigación de este material en el siglo XXI.

9.45 - 10.00 ARQ-O-02

Los Hornos Balsa en la vidriera Santos Barrosa en Marinha Grande-Portugal entre 1918 y 1957

M.S. Loup<sup>1</sup>, C. Figueiredo Gomes<sup>2</sup> y S. Villagrasa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ISLA – Instituto Superior de Leiria, Leiria, Portugal

<sup>2</sup>GeoBioTec da FCT, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago Aveiro, Portugal

<sup>3</sup>Universidade de Vigo, Depto. de Ingeniería de los Materiales, Universidad de Vigo, Vigo

La empresa Santos Barosa se constituyó el 13 de noviembre de 1889 para instalar una fábrica de vidrios cerca de la estación de ferrocarril de Marinha Grande.

Empezó a trabajar con un horno de seis crisoles, con leña como combustible. En 1907 optó por la gasificación y, en 1917, se decidió por invertir en su primer horno balsa, inaugurado en enero de 1918.

En este trabajo se hace una revisión de los hornos balsa instalados en esta vidriera después de 1918 hasta 1957.

A partir de análisis de los planos de los hornos y otros documentos disponibles en el museo de la fábrica se caracterizarán las geometrías y soluciones constructivas, los revestimientos refractarios y funcionamiento.

Se identificarán los retos frente a los que la empresa tuvo que reaccionar cuando ya con el primer horno balsa, obtuvo mayores producciones con menores costos específicos y mayor regularidad en la calidad del producto aunque produciendo vidrio de un solo color sin la diversificación de producción de vidrios de diferentes colores como permitían los hornos de crisoles, de cómo satisfizo sus necesidades de más materias primas e combustibles, de cambio de refractarios y en la formación de recursos humanos.

10.00-10.15 ARQ-O-03

Caracterización química de la vidriera de la capilla de San Antonio de Padova (1525), Basilica de San Petronio, Bolonia, (Italia)

D. Gimeno<sup>1</sup>, M. Aulinas<sup>1</sup>, F. Bazzocchi<sup>1</sup>, J.L. Fernandez-Turiel<sup>2</sup>, M. Garcia-Valles<sup>1</sup>, E. Basso<sup>3</sup>, B. Messiga<sup>3</sup>,

M.P. Riccardi<sup>3</sup>, C. Tarozzi<sup>4</sup> y M. Mendera<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Fac.Geología, Universitat de Barcelona, Barcelona.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC, Spain

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italia

<sup>4</sup>CAMStudio, Bologna, Italia

<sup>5</sup>Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, Università degli Studi di Siena, Italia

Se han caracterizado químicamente un total de 20 fragmentos de vidrio (15 coloreados y 5 incoloros) procedentes de la vidriera de la Capilla de San Antonio de Padova de la Basilica de San Petronio, el principal templo de Bolonia. Esta vidriera fue realizada hacia 1525, y los vidrios analizados incluyen los colores verde oscuro, verde aceituna, amarillo, rosa, azul intenso, azul cielo, y rojo (siendo este vidrio coloreado en estrato del tipo plaqué). Los vidrios han sido caracterizados mediante solubilización total de la muestra y análisis por espectrometría de masas con fuente de plasma acoplada inductivamente (ICP-MS), incluyendo tanto los componentes mayoritarios del vidrio y hasta un total de 42 elementos presentes en traza. Si contemplamos el grupo de constituyentes mayoritarios, tres grupos de vidrio pueden ser distinguidos: 1/ un juego de 5 muestras (verde oscuro y aceituna, incoloro, rojo plaqué) está constituido por vidrio cálcio-(sódico-potásico) con valores en peso 20-21,5 % CaO, 62-64 % SiO<sub>2</sub>, y un contenido total en álcalis inferior al 7,5 %. 2/ un conjunto de 3 vidrios rojo plaqués con composiciones en el rango 70,5-73,5 % SiO<sub>2</sub>, 15,5-17,5 % Na<sub>2</sub>O, 6,7-11 % CaO; 3/ el resto de los vidrios son sódicos con valores de 63,5-69,3 % SiO<sub>2</sub>, 16,5-19 % Na<sub>2</sub>O, 6,2-8,2 % CaO y 2,3-4,7 % K<sub>2</sub>O. Por su parte, el estudio de los elementos presentes en traza permite inferir el origen de las materias primas empleadas, tanto por lo que se refiere a elementos vitrificantes como a los agentes cromóforos.

En el grupo 1/, los contenidos en Rb, Sr, Ba, Ce, Li y Be difieren claramente de los presentes en los otros grupos y pueden ser asociados al empleo de carbonato de calcio en la fabricación del vidrio. Es remarcable que en este grupo el CaO probablemente juega más un papel de vitrificante que de estabilizante. Por otra parte, las tierras raras (excepto el Ce) están claramente relacionadas con la fuente de sílice y difieren fuertemente de los contenidos presentes en los otros grupos. El principal elemento empleado en la producción de color en este grupo es el Cu, presente difusamente en el vidrio en los fragmentos amarillos, y concentrado en forma de microcristales en un estrato asimilable a un esmalte en los fragmentos de color rojo plaqué. En el grupo 2/,, dos fragmentos presentan contenidos remarcablemente bajos en K<sub>2</sub>O (inferiores a 0,3 %) y tienen de nuevo el Cu en microcristales (como un esmalte) como agente coloreante, mientras la tercera muestra presenta valores del orden de 3,2 % K<sub>2</sub>O y el Zn es el elemento cromóforo (con una "impronta dactilar química" de Cd-As-Se; esta sal fue probablemente introducida en el vidrio incoloro original mediante una frita rica en K-Si-Al).

En el grupo 3/ los dos vidrios amarillos son amarillos de plata, los vidrios amarillos y rosas presentan contenidos marcadamente bajos en hierro (lo que sugiere limpieza cuidadosa de la fuente de sílice), el vidrio rosado presenta un coloreado "tradicional" con contenidos relativamente bajos en Mn, mientras que el Cu (con varias "improntas dactilares químicas") es el principal agente cromóforo en los vidrios azules y verdes. A pesar de esto, los contenidos en tierras raras muestran contenidos homogéneos en el grupo 3/, lo que sugiere que puede tratarse de vidrio producido en el mismo taller a partir de la misma fuente de vidrio incoloro y el empleo de diferentes sales de Cu como cromóforos. Este estudio ha sido financiado por el proyecto bilateral HI2006-0190 y el contrato AGAUR 2005SGR-0795.

10.15-10.30 ARQ-O-04

Las primeras manifestaciones del arte de la vidriera en Burgos

M.P. Alonso<sup>1</sup>, F. Capel<sup>2</sup>, E. Barrio<sup>3</sup>, F. J. Valle- Fuentes<sup>2</sup>, A. de Pablos<sup>2</sup>, I. Ortega<sup>4</sup>, B. Gómez<sup>4</sup> y M.A. Respaldiza<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Burgos

<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

<sup>3</sup>Vidrieras Barrio

<sup>4</sup>Centro Nacional de Aceleradores. Universidad de Sevilla

La vidriera gótica española, hasta cierto punto, puede considerarse un arte de importación, puesto que no existía una tradición consolidada de esta actividad en la Península Ibérica. Por ello tanto materiales como artistas foráneos llegaron para implantar y transmitir las formas y técnicas de este arte en el lenguaje gótico clásico. Es en este periodo cuando se incorporaron los primeros ciclos vitrales en dos de los conjuntos arquitectónicos más relevantes de Burgos: el Real Monasterio de Las Huelgas y la Catedral, ambos ejecutados bajo el directo, decidido e imprescindible impulso regio. Junto a las vidrieras de la Catedral de León, representan a los primeros grandes conjuntos vidrieros góticos en territorio hispano.

En 1998 culminaba el proceso de restauración integral del Rosetón de la Puerta del Sarmental, del crucero Sur de la Catedral, erigida en torno a 1230. Su tracería gótica encierra una vidriera que conserva parte de los restos más antiguos del conjunto vidriero que se debió programar en principio, en torno a los últimos años del siglo XIII y los primeros del XIV, y que ha sobrevivido parcialmente. Durante esa intervención se obtuvieron algunos fragmentos de vidrio para su estudio y caracterización.

Del conjunto del Colegio Apostólico que presidía los ventanales de la iglesia de la Abadía cisterciense, únicamente se han conservado 3 de ellos, actualmente reinstalados en las tres ventanas de la Sala Capitular del Claustro de San Fernando. En el año 2007 culminó el proceso de restauración integral de estos vitrales. Un vidrio rojo, obtenido a capas, y otro, ligeramente verdoso, fueron extraídos en este proceso de conservación-restauración. El vidrio rojo está unido a un soporte de vidrio incoloro.

Mediante la observación por microscopía óptica de luz reflejada (MOLR) se ha podido comprobar el deterioro superficial que han sufrido los vidrios de ambos lugares así como la morfología de la sección transversal de los vidrios rojos.

Para el análisis semicuantitativo se ha empleado la técnicas de Microscopía electrónica de emisión de campo (MEEC) y para un análisis químico más representativo se han utilizado las técnicas de Fluorescencia de rayos X (FRX), Emisión de rayos X inducidos por partículas (PIXE) y Microscopía electrónica de transmisión (MET). Los análisis realizados por las técnicas de FRX y PIXE permiten comprobar la buena concordancia que existe entre los resultados obtenidos.

10.30-10.45 ARQ-O-05

Los métodos de análisis empleados en los materiales cerámicos como procedimiento eficaz en la conservación de la escultura en terracota

C. Bermúdez Sánchez y L. Rueda Quero

Universidad de Granada

Proponemos considerar los métodos aplicados en los materiales cerámicos como un procedimiento imprescindible en la investigación de la escultura en terracota, cuya aportación podría clarificar cuestiones relevantes. La aplicación de estos métodos podría adaptarse, con sus particularidades, a estos soportes, contribuyendo de manera determinante a la conservación de este rico patrimonio artístico, en el que, curiosamente, no se realizan estudios relativos a su composición, tecnología y evolución material.

La terracota como soporte ha sido utilizada desde tiempos prehistóricos, siendo de mayor relevancia en el Barroco Español, donde el uso del barro ha sido utilizado para crear piezas definitivas estructuradas con una técnica específica. Al ser piezas con acabados y tratamientos diferentes, los estudios a aplicar deberían adaptarse, precisando importantes variaciones, aunque los análisis de los que extraer información sean los mismos. Entre los estudios analíticos con una aportación óptima destacamos los específicos para concretar una posible atribución geográfica (DRX, OM y SEM con arcilla de yacimientos), aproximaciones a la fecha de creación (TL, Conteo de partículas  $\alpha$  y  $\beta$ ), el estudio de características intrínsecas que pueden ocasionar daños a largo plazo (PIM, XRD, SEM), o la evolución material según comportamientos por medio de probetas (Envejecimiento acelerado, Ensayos hídricos), entre otros.

10.45-11.00 ARQ-O-06

Estudio de cerámicas de Fran Ali (Marruecos)

J. Barrios Neira<sup>1</sup>, J.C. Martín de la Cruz<sup>2</sup> y L. Montealegre<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Depto. Química Inorgánica e Ingeniería Química. Universidad de Córdoba.

<sup>2</sup>Depto. Geografía y CC.TT. Área de Prehistoria. Universidad de Córdoba

<sup>3</sup>Depto. Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. E.T.S. Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba

El objetivo de este estudio de las cerámicas de la región de Oued Laou (Marruecos), era mejorar la producción de FRANELLI, una pequeña comunidad de ceramistas ubicada en esta zona.

Se comenzó estudiando las materias primas que se empleaban en la elaboración y se realizó un estudio geológico de la zona de origen de dichos materiales.

La región de Oued Laou pertenece geológicamente a la cordillera Bético-Rifeña (dominios Sébtido-Alpujárrides), del Paleozoico y Triásico más o menos metamórficos (Sanz de Galdeano, 1992).

11.00-12.00

SESION PÓSTER Y CAFÉ

Moderadores: **M<sup>a</sup> Ángeles Villegas y Francisco Capel**

12.00-12.15 ARQ-O-07

Identificación de fases cristalinas de los vidriados de Cerámica Medieval mediante  $\mu$ -DRX y SEM

J. Molera<sup>1</sup>, A. Labrador<sup>2</sup> y T. Pradell<sup>3</sup>

<sup>1</sup>GRMAiA, Escola Politècnica Superior, Universitat de Vic, Girona

<sup>2</sup>LLS, BM16-ESRF, Cedex Grenoble, France

<sup>3</sup>Departament de Física i Enginyeria Nuclear, Universitat Politècnica de Catalunya, Castelldefels, Barcelona

El análisis y la caracterización microestructural de los vidriados y engobes cerámicos es una parte fundamental de los estudios arqueométricos de cerámicas vidriadas antiguas ya que permite caracterizar producciones e inferir sobre el proceso de producción. Las fases cristalinas inmersas en vidriados pueden tener tres orígenes: fases que no han reaccionado durante la cocción, fases de reacción y fases de alteración. En todos tres casos, la correcta identificación de las fases es muy necesaria para poder entender su presencia y las implicaciones que conlleva. Para la identificación precisa de las distintas fases se ha utilizado micro-difracción de rayos X con luz sincrotrón (SR- $\mu$ -DRX), además del análisis químico y microestructural por Microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX).

En esta comunicación presentamos los resultados de  $\mu$ -DRX y SEM de vidriados de producciones islámicas del s.XI de Murcia, producciones mudéjares de Paterna y producciones catalanas del s.XIV-XVII. De entre los resultados más destacables es la identificación de braunita ( $Mn^{2+}Mn^{3+}6[O_8[SiO_4]]$ ) como pigmento morado, la bindheimita (antimoniato de plomo) como amarillo de Nápoles, la correcta identificación de las fases de  $SiO_2$  (cuarzo/cristobalita/tridimita), feldspatos de potasio y plomo en la interfase, diopsidos de distintas composiciones y estructuras en función de la composición de la pasta y el vidrio, etc. Todo ello permite caracterizar producciones y conocer con más precisión la tecnología de producción en cada caso.

12.15-12.30 ARQ-O-08

Tecnología y origen de la producción de una porcelana tierna de Buen Retiro

C. Pascual, G. Mauleón y P. Recio

Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Madrid

En el desarrollo de las manufacturas de porcelana del siglo XVIII, la Real Fábrica de Porcelana del Buen Retiro surge como continuación de la manufactura de Capodimonte que Carlos III había establecido en Nápoles en 1743 y que desmanteló cuando accedió al trono de España en 1759. Pese al conservadurismo del Monarca, la Fábrica participó, como otras manufacturas europeas, en la investigación de nuevas materias primas y nuevos modos de producción y fabricó distintos tipos de porcelana. La mayor parte de los archivos, en especial de todo lo referente a los diarios de trabajo, de Buen Retiro se perdieron durante la guerra de la Independencia, 1808-1812. En el contexto de la recuperación de la formulación y los modos de producción de la porcelana europea del siglo XVIII, se aborda el estudio y la reproducción de la pasta de algunos fragmentos encontrados en la Excavación Arqueológica del Huerto del Francés (1996-1997) y de algunas piezas del Museo Arqueológico Nacional. La porcelana presenta un contenido en cuarzo superior al 85 % y una baja concentración de cal y magnesia. Frente a la primera producción de Buen Retiro, la ligada a Capodimonte, aumenta la concentración de alúmina hasta un 12 % y disminuye drásticamente la concentración de alcalinos. La microestructura de estas piezas las diferencia radicalmente de la porcelana tierna europea y las asemeja más a la de la "stonepaste" o "fritware" (pasta fritada islámica) que se desarrolló desde El Cairo fatimí en el siglo XI hasta la Iznik otomana en el siglo XVII. La reproducción de la pasta en el laboratorio y el análisis de su microestructura han permitido establecer en Buen Retiro un proceso de producción idéntico al de las pastas fritadas islámicas que contribuye a esclarecer el origen de la porcelana tierna en la Europa Meridional.

12.30-12.45 ARQ-O-09

Caracterización microestructural de exvotos ibéricos

E.A. Cornas<sup>1</sup>, L.M. Gutiérrez<sup>1</sup> y C. Choclán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Jaén

<sup>2</sup>Museo Arqueológico de Linares, Jaén

Unas de las manifestaciones más relevantes de la cultura ibérica es sin duda su capacidad para trabajar los metales y aleaciones (metalurgia). En este trabajo se han caracterizado exvotos procedentes de la colección del Museo Arqueológico de Linares (Jaén) utilizando SEM+ EDS+ microanálisis EDX, para obtener información sobre la microestructura, degradación y materias primas como minerales en forma de óxidos o de sulfuros.

Los análisis de las muestras arqueológicas y de patrimonio histórico tienen por objeto ofrecer la máxima información sobre la estructura de los materiales, nivel de degradación, materia prima y proceso de fabricación utilizado. Actualmente, su caracterización se está demandando cada vez con mayor frecuencia, bien sea el caso de útiles concretos como espadas, monedas o residuos metalúrgicos como escorias o restos de metalurgia extractiva.

El estudio de los objetos antiguos presenta una serie de problemas como son:

- Imposibilidad de analizar las piezas que figuran en los museos.
- Deficiente conservación en las piezas privadas.
- Y que solamente se pueden utilizar para su caracterización métodos no destructivos.

Las figuras metálicas (exvotos) se usaban en la época ibérica como ofrenda a las divinidades. Estas figuras son de tamaño reducido (entre 8- 11x 10-2m) y están hechas de aleaciones de cobre, plomo o hierro, principalmente. La técnica más comúnmente utilizada en la fabricación de exvotos, es la técnica de fundición a la cera perdida, aunque también existen ejemplares que son fabricados a partir de lingotes de aleación y que posteriormente se les daba forma mediante martilleo seguido de un tratamiento térmico de cristalización.

La caracterización microestructural de las piezas, así como los productos de corrosión (pátina) y las incrustaciones, se realizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) utilizando un microscopio ZEISS DSM 950 dotado de detector EDX Link Analytical Pentafet, Si (Li) y sistema de microanálisis LINK ISIS de OXFORD, para la distribución de los perfiles analíticos y la distribución de elementos (Mapping).

El estudio de la microestructura, así como los elementos que forman el exvoto es muy interesante, ya que la forma, el tamaño y la disposición de los granos del metal, están relacionados con el proceso de fabricación y los posibles tratamientos que han sufrido.

La microestructura depende de:

- Tipo de proceso utilizado.
- Velocidad de enfriamiento.
- Tratamientos mecánicos aplicados (forja, conformado en frío, etc.)

Muchas piezas arqueológicas metálicas conservan las trazas de los tratamientos térmicos y mecánicos a nivel microestructural. El aspecto de los granos aplastados, polédricos y las formas de las inclusiones nos dan información de la técnica utilizada, como es el martilleo en frío, que en las piezas analizadas no los presentan, pues presentan estructuras simples de fundición.

## Medioambiente y reciclado

Moderadores: **Jorge Velasco** y **Juan B. Cardá**

12.45 - 13.15 MAR-I-1

**Las nuevas directivas europeas de calidad de aire: los parámetros y zonas críticas en España**

X. Querol<sup>1</sup>, A. Alastuey<sup>1</sup>, T. Moreno<sup>1</sup>, M. Viana<sup>1</sup>, J. Pey<sup>1</sup>, M. Pandolfi<sup>1</sup>, F. Amato<sup>1</sup>, M.C. Minguillon<sup>1</sup>, N. Perez<sup>1</sup>, A. Escrig<sup>2</sup>, E. Monfort<sup>2</sup>, J. de la Rosa<sup>3</sup> y A. Sánchez de la Campa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA), CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Universitat Jaume I. Castellón

<sup>3</sup>Departamento de Geología. Universidad de Huelva

En los últimos años se han promulgado diversas Directivas europeas sobre calidad del aire que regulan los objetivos a alcanzar en cuanto a niveles en aire ambiente de contaminantes atmosféricos. En junio de 2008 se publicó la Directiva de Aire Limpio y Calidad del Aire para Europa, 2008/50/CE, que regula, junto a la Directiva 2004/107/CE, los objetivos a alcanzar para establecer un marco común en la Unión Europea en materia de calidad de aire. Los principales parámetros críticos por incumplimiento de objetivos son las partículas en suspensión (PM10 y PM2.5), óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>). Las fechas límite para cumplir los citados objetivos de calidad del aire varían para cada contaminante (desde 2005 para PM10, hasta 2020 para PM2.5). En cuanto a zonas críticas (por problemas de incumplimiento de objetivos de calidad del aire) en el territorio español, cabe destacar que la Comisión Europea ha enviado al Gobierno de España una carta de emplazamiento, identificando alrededor de 30 zonas por incumplimiento de los niveles legales en aire ambiente de PM10. Así mismo hay zonas claramente definidas en donde se superarán claramente los objetivos de NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>, los cuales entran en vigor en 2010.

En este trabajo se analiza la situación de la calidad del aire en España respecto al cumplimiento de los parámetros ambientales normativos citados. Se centra en los parámetros críticos PM y NO<sub>2</sub> en zonas críticas urbanas e industriales. En el trabajo se identifican las principales causas de los incumplimientos actuales y futuros, y se proponen posibles acciones correctoras.

13.15-13.45 MAR-I-2

**Impacto de las nuevas directivas de calidad de aire sobre los Clusters Cerámicos**

**E. Monfort<sup>1</sup>**, A. Escrig<sup>1</sup>, V. Sanfelix<sup>1</sup>, M<sup>º</sup>. C. Minguillón<sup>2</sup> y X. Querol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), Universitat Jaume I, Castellón

<sup>2</sup>Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA), CSIC, Barcelona

En los últimos años se han promulgado diversas Directivas (1999/30/CE, 2004/107/CE y 2008/50/CE) para establecer un marco común en la Unión Europea en materia de calidad de aire. Estas Directivas, aunque no afectan de forma directa a las emisiones industriales procedentes de la industria cerámica, como sí lo hacen las Directivas de prevención y control integrado de la contaminación (1996/61/CE, 2008/1/CE), tienen una gran incidencia sobre la industria cerámica española como así lo demuestra la experiencia reciente. En efecto, los sectores industriales cerámicos tienden a conformar clusters industriales, por las sinergias que conllevan desde el punto de vista productivo, pero desde el punto de vista medioambiental estas aglomeraciones de empresas tienen el inconveniente de emitir los mismos contaminantes, lo que tiende a producir un efecto de concentración de los mismos en el medio, aumentando a su vez la probabilidad de provocar superaciones de valores límite u objetivo de determinados contaminantes. En estos casos, la propia legislación establece la necesidad de implantar Planes de Mejora de la Calidad de Aire que tengan una visión global de los impactos de la zona, y puede conllevar en la práctica la necesidad de implantar técnicas de prevención y corrección de la contaminación de elevada eficacia.

En este trabajo se analiza la situación en materia de calidad de aire y de medidas de corrección propuestas en tres cluster cerámicos españoles, en los cuales se han elaborado planes de mejora de la calidad del aire. Concretamente, los cluster analizados son las zonas cerámicas de Castellón, l'Alacantí y Bailén, cada una con sus características específicas, pero con el nexo común de presentar grandes aglomeraciones de empresas cerámicas.

13.45-14.00 MAR-O-01

**Ceramic pigments based on industrial wastes**

W. Hajjaji<sup>1</sup>, G. Costa<sup>2</sup>, M.J. Ribeiro<sup>2</sup>, M.P. Seabra<sup>1</sup> y **J.A. Labrincha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ceramics and Glass Engineering Department, CICECO. University of Aveiro, Portugal

<sup>2</sup>ESTG, Polytechnic Institute of Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal

We report the preparation of ceramic pigments using industrial wastes as primary sources. Galvanizing sludge from the Cr/Ni plating process, Al-rich sludge generated in the wastewater treatment unit of an anodizing or surface coating industrial plant, foundry sand, and marble sawing sludge are combined to formulate distinct pigment structures by the solid state reaction method. In particular, brown and pink sphenes and a novel blue pigment based on the hibonite structure will be detailed. The pigments were fully characterised and then were tested in a standard ceramic glaze or to colouring ceramic bodies. Typical working conditions and colour development are described.

14.00-14.15 MAR-O-02

**Producción de materiales vitrocerámicos obtenidos a partir de lodos procedentes de una estación de depuración de aguas residuales urbanas en la Ciudad de Sadat (Egipto)**

**M. García-Valles<sup>1</sup>**, H.A. Mobarak<sup>2</sup>, H.S. Hafez<sup>2</sup>, J. Nogués<sup>1</sup>, L. Torró<sup>1</sup> y S. Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpt. Cristal·lografía, Mineralogía i Dip. Minerals, Fac. Geologia, Universitat de Barcelona, Barcelona

<sup>2</sup>Environmental Studies and Research Institut, Menoufia University, Sadat City. Minufiya. Egypt

La mayoría de los problemas medioambientales están relacionados con los residuos industriales y municipales, debido al volumen y elementos peligrosos, particularmente metales pesados. En Egipto la producción de lodos asciende a 950 000 toneladas por año de lodo seco y se espera que se incremente a 2 millones de toneladas en el 2010. Los lodos objeto de este estudio provienen de la Ciudad de Sadat que es la mayor ciudad industrial del país. Se encuentra emplazada al oeste de la provincia Al-Menoufiya a 93 km de El Cairo, con una superficie de 500 km<sup>2</sup> y una población de 600 200 habitantes. Es una zona desértica e incluye varias industrias como de hierro-acero, pinturas, cerámica, productos químicos, alimentos, fertilizantes, etc. Los efluentes tanto industriales como urbanos son enviados a las plantas de tratamiento localizadas a las afueras de la ciudad. En donde son tratadas en balsas de oxidación. En este trabajo se ha estudiado la obtención de materiales vitrocerámicos a partir de dichos lodos. Los cuales se han caracterizado mediante fluorescencia de rayos-X (XRF), difracción de rayos X (DRX), y análisis térmico diferencial y termogravimétrico (ATD-TG). Su composición química es de 57,7% de SiO<sub>2</sub>, 18,47% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y un 10,57% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> como componentes mayoritarios. El vidrio original se ha obtenido mediante fusión a 1450 °C de una mezcla de un 93% de lodos, 2% de Na<sub>2</sub>O, 5% de CaO y 2 % de Ca F<sub>2</sub>. La temperatura de nucleación y crecimiento se sitúan a 725 °C y 938 °C respectivamente. La nucleación del vidrio original se ha estudiado mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y las nuevas fases minerales formados por DRX después del tratamiento térmico a 700, 725, 750, 775 y 800°C durante intervalos de tiempo de 1, 2, 4, 6 y 8 horas. La espinela es la primera fase mineral formada (solución sólida), en forma de cristales bien conformados inmersos en una matriz de núcleos de 50 a 200 nm de plagioclasas.

14.15-14.30 MAR-O-03

Estudio del comportamiento térmico de Escorias GICC en materiales cerámicos de construcción prensados

L. Iglesias<sup>1</sup>, A. Acosta<sup>1</sup> y E. García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Mineralogía Aplicada, Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real

<sup>2</sup>Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Universidad Complutense de Madrid. Madrid

La utilización de escorias de Central Térmica GICC (Gasificación Inducida en Ciclo Combinado) como material desgrasante en ladrillos cerámicos de construcción prensados ofrece una serie de ventajas frente a la utilización de otros materiales desgrasantes como la arena de cuarzo. La adición de escorias GICC, además de reducir la contracción lineal y disminuir la cantidad de agua de amasado, reduce la absorción de agua del producto cocido y aumenta la resistencia mecánica.

En este trabajo se realiza un estudio mineralógico y de la evolución del grano de escoria dentro de la matriz cerámica con el incremento de temperatura, mediante Difracción de Rayos X, Microscopía Óptica Petrográfica y Microscopía Electrónica de Barrido. Para ello se han elaborado una serie de probetas cerámicas por prensado a partir de una mezcla de arcillas comunes, usadas habitualmente en la fabricación de ladrillos y tejas. A esta mezcla de arcillas se le ha añadido un 15 % de escoria GICC; las probetas se han cocido a 950, 1050 y 1150 °C. Los resultados ponen de manifiesto que la escoria desvitrifica pasando de un material vítreo a un material vitrocerámico con lo que aumenta su resistencia mecánica. Con el aumento de temperatura los granos de escoria GICC no pierden su forma, si bien existe un reblandecimiento de su superficie lo que favorece la cohesión de los mismos con la matriz cerámica, disminuyendo la porosidad alrededor de los granos y, por tanto, la absorción de agua en la pieza cocida.

14.30 - 16.00

VINO ESPAÑOL

## SALA 3. INSTITUTO DE QUÍMICA FÍSICA ROCASOLANO, Serrano, 119

### Políticas de Educación e Innovación

Moderadores: **José Ribera** y **Felipe Orgaz**

9.00 - 9.30 EDU-I-1

**Impacto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en los estudios universitarios sobre Ciencia y Tecnología de Materiales**

A. Barba

Universitat Jaume I de Castellón

En los últimos cinco años el sistema universitario español ha sido totalmente modificado por la convergencia española al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

La configuración del EEES ha supuesto, al menos, dos cambios fundamentales en el actual sistema universitario español. El primero, un cambio profundo en la metodología educativa, más centrada en el binomio enseñanza-aprendizaje, y es, con mucho, el reto más complejo. El segundo, un cambio en la estructura de los títulos que otorgan las universidades. Tras la aprobación de la LOMLOU (Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Universidades) ha quedado claro que las universidades españolas convergen al EEES impartiendo títulos de tres niveles: el título de grado, el de máster y, por último, el de doctor. Todo este proceso se ha visto regulado por un vaivén continuo de reales decretos (RD 55/2005, RD 56/2005, RD 1393/2007, RD 861/2010 y el aún pendiente decreto que regule el doctorado).

Todo ello ha supuesto una actualización, diversificación y ampliación de la oferta de estudios universitarios a todos los niveles, pero especialmente en el nivel de máster. Los estudios relacionados con la Ciencia y la Tecnología de los Materiales también han experimentado el impacto del proceso de transformación del sistema universitario. Asimismo, la aparición de los másteres universitarios ha conducido a un replanteamiento de los estudios que universidades, centros del CSIC, etc., vienen habitualmente ofertando como cursos propios de especialización y formación continua. Se trata de un hecho fundamental porque, otra de las consecuencias de la convergencia al EEES, es que la formación es un proceso que no concluye en un momento determinado de la vida, con el paso por las aulas universitarias, sino que se alarga durante toda la vida profesional, e incluso después, permitiendo actualizar y ampliar las habilidades y los conocimientos personales (Long Life Learning).

9.30 - 10.00 EDU-I-2

**Las nuevas fuentes de aprendizaje para la innovación**

T. Lara

Escuela de Organización Industrial. Madrid

10.00-10.15 EDU-0-01

Innovación docente en la enseñanza de materiales en el marco del nuevo grado de ingeniería de materiales  
 José Y. Pastor  
 Depto. de Ciencia de los Materiales-CISDEM. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid

La aparición de los nuevos grados de ingeniería adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior supone un reto y una oportunidad para el cambio de la tradicional metodología y la incorporación de nuevas experiencias que permitan la introducción de nuevos modos de aprendizaje y comunicación con entre el profesor y el alumno. Esto debería terminar redundando en un proceso de aprendizaje más positivo y eficiente, no basado en la mera adquisición de conocimientos, disponibles en una abundante bibliografía y en multitud de páginas web, sino en la adquisición y desarrollo de distintas competencias transversales del alumno. De esta forma el futuro graduado podrá ir adaptando su formación a lo largo de su vida profesional a las necesidades que le vayan surgiendo.

Hemos de olvidarnos del planteamiento estático de adquisición de conocimientos para poder arrostrar de forma efectiva la realidad de un mundo cambiante, en el que la información sobreabunda y en el que lo que realmente importante será la capacidad de transformación para adaptarnos a las nuevas necesidades.

En esta comunicación se comienza exponiendo el innovador planteamiento del programa docente del nuevo grado de Ingeniero de Materiales que desde el curso 2009/10 se imparte en la Universidad Politécnica de Madrid. Se mostrarán las experiencias y resultados obtenidos durante el primer curso de implantación y se pondrán ejemplos de casos concretos de como esta metodología se ha implantado en algunas asignaturas.

10.15-10.30 EDU-0-02

How does the innovation system in the Spanish Tile Sector function?

D. Gabaldón-Estevan<sup>1,2</sup> y M. P. Hekkert<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Innovation and Knowledge Management, INGENIO (CSIC-UPV) - Universidad Politécnica de Valencia

<sup>2</sup>Department of Sociology and Anthropology, Faculty of Social Sciences, University of Valencia

<sup>3</sup>Innovation Studies, Copernicus Institute, Utrecht University, Nederland

In this article we apply the functions of innovation systems framework to assess the appropriateness of this framework to characterise innovation activity in a mature sector. Functions analysis is based on idea that a well functioning innovation system requires that a number of key activities takes place. If this occurs, output of innovations is higher. Our analysis provides a deeper understanding of the role of innovation as a strategic option in a mature industry in the EU, in the context of globalisation. By applying this new theoretical approach to study innovation, highlighting the functions that the system requires should be fulfilled, we shown the constraints, inertias, challenges and opportunities that the innovation system of the tile in Castellón faces. The results show that the functional approach allows higher flexibility in order to recognise and analyse the opportunities and constraints that a given innovation system presents. As different agents and actors can adopt different roles it is important to retain flexibility in the recognition of the main functions rather than in categories of agents. Therefore, this study also demonstrates the utility of applying this approach outside the technological studies where it was developed.

10.30-10.45 EDU-0-03

Planes de Estudios. Programas de Enseñanza. ¿Cuál es la función de un ceramista en la sociedad?

M. Becerril

Escuela de Cerámica de la Moncloa, Madrid

10.45-11.00 EDU-0-04

Cooperación con latinoamérica: Desarrollos y avances en ciencia y tecnología cerámica

J. Lira<sup>1</sup>, T. Poirier<sup>1</sup>, E. Longo<sup>2</sup>, C. Bergman<sup>3</sup>, R. Hevia<sup>4</sup>, J.S. Valencia<sup>5</sup>, J. Rincón<sup>5</sup>, O.J. Restrepo<sup>6</sup>, S. Pianaro<sup>7</sup>, I. Núñez<sup>8</sup> y J.B. Carda<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Universidad Simon Bolivar, Caracas, Venezuela

<sup>2</sup>Universidad de Sao Carlos, Sao Pablo, Brasil

<sup>3</sup>Universidad Rio Grande del Sur, Portoalegre, Brasil

<sup>4</sup>Instituto Tecnológico y Minero Argentino, Buenos Aires, Argentina

<sup>5</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia

<sup>6</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia

<sup>7</sup>Universidad de Pôntagrossa, Pontagrossa (Brasil)

<sup>8</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

En la presente ponencia se expondrán los avances alcanzados a través de las relaciones con centros y universidades de Latinoamérica, donde se han mantenido colaboraciones institucionales con la Universitat Jaume I y la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Una de las herramientas que han posibilitado dichas relaciones han sido a través de la Agencia Española de Cooperación Internacional y que permitió establecer una red docente en Química Inorgánica, con Universidades de Colombia, Cuba y Nicaragua. También se han establecido colaboraciones con ayudas europeas, como han sido los proyectos ALFA, en el campo de los materiales, participando Universidades y Centros entre otros países de México y Argentina.

A través de proyectos europeos de ayuda al estímulo de la economía argentina, se posibilitaron cursos de capacitación entre el Instituto Tecnológico y Minero (INTEMIN del SEGEMAR) de la República de Argentina y la Universitat Jaume I en España.

Otras actividades se han desarrollado a través de los programas IBEROEKA, programas de colaboración en el campo de la investigación entre Universidades y Centros de Investigación y Empresas entre España y América Latina. Ello ha permitido llevar a cabo desarrollos importantes en el estudio de recursos naturales propios de los países latinoamericanos, para la formulación de nuevas pastas cerámicas, desarrollo de materiales con propiedades de interés, etc.

11.00 - 12.00

### SESION PÓSTER Y CAFÉ

#### Políticas de I+D

Moderadores: **Jorge Bakali y Emilio Criado**

12.00 - 12.30 POL-I-01

Políticas de Innovación en el Sector de la Cerámica y el Vidrio  
M. Segarra  
Directora General de Transferencia de Tecnología. Ministerio Ciencia e Innovación

12.30 - 13.00 POL-I-02

Política industrial de apoyo al sector de la cerámica y el vidrio  
T. de La Fuente  
Subdirector General de Políticas Sectoriales Industriales. Ministerio de Industria ,Turismo y Comercio

13.00 - 13.20 POL-I-03

The business opportunities in Chinese Ceramics Industry  
G. Zhang  
Vicepresidente Internacional China Economic Advancement Association. China

The high speed development in China pays the cost of high resource and energy consumption. Recently, Chinese government promises to reduce our carbon emission about 40%-45% in 2020 compared with the level in 2005. How can we achieve our objective? Market economy will become the main motivation. Some carbon transaction platforms have been set up to raise fund and deal with carbon transaction. Therefore, we can expect that low carbon economy in ceramic industry will be driven by the whole industry chain, which includes not only production enterprises, R & D, machinery, design, standard but also finance, transaction, mass media and so on. There are big opportunities for the ceramic industry of the world and relevant industries. Up to now, China has become the largest country in the world to invest in the low carbon economy. International cooperation will be our important strategy to achieve our objective.

13.20 - 13.40 POL-I-04

An overview of the Brazilian Ceramic Tile Industry  
A.O. Boschi  
Sociedad Brasileña de Cerámica. U. Federal de San Carlos. Brasil

Brazil is the second world largest producer and consumer of ceramic tiles, after China. The Brazilian tile industry was not heavily affected by the international economic crisis. Mainly relying on its internal market the Brazilian tile industry projects for the next two years (2010 and 2011) a production growth of almost 10% per year. One of the main reasons for the success of the Brazilian ceramic tile industry is the compatibility (design and value) of its products with the taste and economic profile of a population of almost 200 million inhabitants having a clear preference for this kind of covering material. In such a scenario any improvement of the economic power of the population leads to a significant increase in the market resulting in considerable growth rates.

Among the issues to be tackled in the near future by the Brazilian tile industry there are two being of upmost importance and urgency. The first one is a consequence of the fact that the ever growing production has lead to considerable losses of added value. So it is necessary to reverse this process and to increase the profitability of the industries. The second issue is related to the impressive growth of the consumption of ceramic tiles in the northeast region of Brazil - that's far away from the actual major production centers. Considering the importance of this market and the high costs of transportation in Brazil, it is necessary to increase the local production. Indeed, these challenges are far away from the current challenges of the European market.

**13.40 - 14.00 POL-I-05**

La situación de la Investigación Científica y la Industria Cerámica Mexicana

L.E. Sansores

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

Los materiales cerámicos son de los primeros materiales preparados y utilizados por el hombre cuando empezó a trabajar la alfarería para la fabricación de vasijas que les permitieran transportar líquidos. En la actualidad tienen una gran variedad de aplicaciones por sus propiedades de aislante térmico y eléctrico, elevada resistencia a la temperatura, propiedades magnéticas por lo que son utilizados en aplicaciones tanto cotidianas como muy avanzadas. Según su uso se les clasifica en cerámicos tradicionales y cerámicos avanzados. En este trabajo pretendemos dar un panorama de la investigación científica que se desarrolla y del estado que guarda la industria cerámica en México. En términos generales podemos decir que la investigación se ha enfocado principalmente en cerámicos avanzados, se tiene grupos fuertes en cerámicos electromagnéticos, celdas de combustible, recubrimientos ultraduros y baterías, pero poco se trabaja en cemento, losetas y vidrio; en general poco se investiga en cerámicos tradicionales. Por el lado de la industrial los grupos mas fuertes están en cerámicos tradicionales como son cementos losetas artículos para baños y vidrios. Es de notarse que la fabricación de productos cerámicos venia incrementándose hasta principios de 2008 y como consecuencia de la crisis mundial esta tendencia se ha revertido de 2008 a la fecha. En la actualidad el porcentaje de capacidad de planta utilizada es alrededor del 81%. Finalmente trataremos de dar un panorama del desarrollo que ha sufrido México en nanomateriales y nanotecnología.

**14.00 - 14.30**

CONCLUSIONES: - J. Bakali, Presidente de la SECV

- Rosa de Vidane, Directora del Instituto Geológico y Minero de España

**14.30 - 16.00**

**VINO ESPAÑOL**

## Pósters

### Sala PÓSTER-1. VESTÍBULO SEDE CENTRAL CSIC. Serrano, 117

#### Procesamiento y aplicaciones avanzadas de materiales cerámicos

AV-P-01 Microstructure and mechanical properties of 3Y-TZP/Ta composites obtained by different methods

A. Smirnov<sup>1,2</sup>, T. Rodríguez-Suarez<sup>3</sup>, J. S. Moya<sup>1</sup>, I. Hussainova<sup>2</sup> y J. F. Bartolomé<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid

<sup>2</sup>Department of Materials Engineering, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia

<sup>3</sup>Centro de investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CSIC-Universidad de Oviedo. Principado de Asturias.Llanera, Asturias

3Y-TZP/Tantalum (20 vol %) composite powder prepared by wet processing route was consolidated by spark plasma sintering (SPS), hot isostatic pressing (HIP) and hot pressing (HP). The mechanical properties and microstructure of dense (>98 th%) homogeneous ceramic-metal composites prepared by these different processes were investigated. The results were compared to that of monolithic 3Y-TZP obtained under similar conditions. The cermets exhibit higher fracture toughness than monolithic ceramics. Microscopic observation of the crack path revealed, in all composites, the presence of metal particles acting as bridging sites at the crack wake. Therefore, the increased fracture toughness of these ceramic matrix composites can be attributed to clamping forces applied by metal ligaments that bridge the crack faces behind the crack front.

AV-P-02 Caracterización de la energía superficial de montmorillonitas tratadas térmicamente

F. Barba<sup>1</sup>, M.J. Sánchez<sup>1</sup>, J. Rubio<sup>1</sup>, J. Kyziol-Komosinska<sup>2</sup> y P. Callejas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Madrid

<sup>2</sup>Institute of Environmental Engineering, Polish Academy of Sciences. Zabrze, Poland

En este trabajo se ha llevado a cabo la caracterización de la superficie de dos montmorillonitas sometidas a tratamiento térmico a las temperaturas de 250 y 500 °C. La superficie específica de estas arcillas aumenta de forma importante cuando son tratadas a 250 °C, disminuyendo para la siguiente temperatura, sin embargo dicho aumento no está relacionado con la composición química respectiva. A su vez se ha determinado la energía superficial utilizando la técnica de cromatografía inversa gas-sólido a dilución infinita (IGC-ID), habiéndose obtenido tanto los valores de la componente dispersiva como las específicas ácido-base. Las energías dispersivas de las arcillas sin tratar poseen valores similares a los encontrados para otras arcillas, estando comprendidos entre 40 y 50 mJ.m<sup>-2</sup>. Estos valores aumentan a 250 °C y luego disminuyen a 500 °C, de forma similar a lo observado en las medidas de superficie específica, lo que puede estar atribuido a una separación entre las láminas de las arcillas por efecto del calentamiento. Por otro lado, las constantes ácido-base han mostrado que dichas arcillas poseen ambos tipos de grupos activos superficiales, pudiéndose considerar como superficies anfóteras, si bien es de mayor valor la constante ácida. El comportamiento ácido-base de las arcillas una vez tratadas térmicamente ha resultado en una pérdida de la energía superficial específica respecto a la dispersiva, resultado que indica claramente que cuando el material pierde propiedades específicas da lugar a una superficie más no polar a pesar de que la componente general siga siendo anfótera.

AV-P-03 Microwave assisted direct coagulation casting and microstructure of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC nanocomposites

S.V. Faus, P.M.M. Vieira, F.A. Almeida, F.J. Oliveira, M.M. Almeida y J.M. Vieira

Department of Ceramics and Glass Engineering, CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

Ceramics reinforced with nanoparticles represent a class of materials with improved mechanical properties, the nanocomposites. Of particular interest are Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC micro-nano composites for the potential of improvements in mechanical properties over those of alumina. The work aimed to the preparation of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC composites by colloidal processing, especially by direct coagulation casting (DDC) where hydrolysis of (D-glucuronic-6,3-lactone – DGL) followed by dissociation of the acid promoted coagulation of suspensions stabilized at pH= 9 with high solids loading (50-55 vol% and 5-7% of SiC). Microwave energy assured fast in volume heat thus speeding up the hydrolysis and dissociation reactions and creating a uniform domain of constant temperature. Destabilization of the suspensions by varying the pH to the isoelectric point of the composite at pH≈3 occurred in less than one hour under isothermal conditions. The processed green bodies are defect free and present high relative density.

Sintering of the composite was further investigated by constant heating rate dilatometry and by isothermal sintering at 1400-1750°C for isothermal time up to 6 hours. Sintering kinetics confirms that the increasing of SiC volume fraction causes a slowdown of the shrinkage of the composite and hence lowering of sintered density. Sintered samples were characterized by scanning electron microscopy SEM with EDS. A distribution of SiC particles in alumina grain boundaries, either as dispersed particles or in clusters is observed.

**AV-P-04** Desarrollo de interfaces para materiales cerámicos reforzados con fibras monocristalinas de alúmina  
M.Noya, M. Caamaño, C.Cerecedo, V.Valcárcel y F.Guitián  
Instituto de Cerámica de Galicia, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela

La dificultad en el procesamiento de recubrimientos para interfaces y el diseño de métodos fiables para testear las propiedades de las interfaces es punto común en todos los trabajos de investigación actuales, y que retardan el avance en composites de matriz cerámica, CMCs.

EEUU y sus Departamentos de Energía y Defensa abanderan la financiación de la mayoría de líneas abiertas en este frente. Varios de los esfuerzos en marcha se centran, en encontrar interfaces capaces de soportar mayores temperaturas en ambientes oxidantes. En este sentido uno de los descubrimientos más excitantes en el campo son los nuevos tipos de interfase, que han de cumplir una serie de requisitos:

Unión débil con la matriz, lo que proporciona la buscada deflexión de grieta en interfase.

Compatibilidad química, que se busca por encima de los 1600°C.

No existe una interfase universal, ni siquiera entre los compuestos de matriz cerámica. Entre los nuevos tipos destacan, por ejemplo:

Non-wetting: monazita,  $\text{LaPO}_4$ , recubrimientos de bajo módulo, interfaces "clivables", interfaces porosas, fugitive coatings. En esta lista se pretende incluir, tras múltiples ensayos en el Instituto de Cerámica de Galicia al Nitrato de Aluminio, sal no hidratada,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , que es caracterizada mediante Análisis Térmico Diferencial-Termogravimetría (ATD) y Difracción de Rayos X (DRX).

Empleando esta interfase se han procesado en prensado en caliente y en frío, CMCs de alúmina reforzada con fibras monocristalinas de alúmina, producidos por la compañía Neoker,S.L, y se han caracterizado mediante microscopía electrónica (SEM).

Para obtener un indicador de sus propiedades mecánicas se ha recurrido al ensayo de decenas de probetas, mediante flexión en 3 puntos; así como a la caracterización del módulo de Young y Cizalla mediante la técnica de excitación de impulsos Buzz-o-sonic desarrollada en el Oak Ridge Laboratory y regulada por las normas ASTM.

No obstante el potencial de estos materiales compuestos es enorme en la sustitución de componentes aeronáuticos metálicos de menor resistencia específica, e incluso compuestos de base carbono, sometidos a alta temperatura y ambientes corrosivos entre otros.

**AV-P-05** Estabilidad de polvos de aluminio en suspensiones acuosas para su procesamiento coloidal  
C. G. Lecuona y A.J. Sánchez-Herencia  
Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, 28049 Madrid

Las características intrínsecas del aluminio, tales como su baja densidad o resistencia a la corrosión le confieren a este una gran relevancia como material estructural, especialmente en el sector del transporte y aeroespacial. Asimismo su alta ductilidad de hacen un material idóneo como elemento reforzante disperso en matrices cerámicas. Frente a las técnicas de infiltración de fundidos, habitualmente empleadas para procesar los cermets con aluminio metálico, se propone el procesamiento a partir de suspensiones acuosas de los polvos micrométricos del metal y el cerámico. El polvo de aluminio micrométrico se usa en forma de suspensión en pinturas, tintas y en cohetes o explosivos.

En este trabajo se estudia la estabilidad química de los polvos de aluminio en medio acuoso, de modo que se puedan incorporar en la fabricación de materiales compuestos metal-cerámicos por rutas coloidales de procesamiento. Se ha estudiado la corrosión del aluminio en polvo en función del pH y del tiempo y con la adición de PAA y ácido láurico como dispersantes, observándose una mayor inhibición de la corrosión por parte del PAA. La corrosión se ha evaluado mediante el estudio de rayos X de los polvos tratados. Las condiciones de estabilidad de las suspensiones se han estudiado en términos de potencial zeta. Una vez optimizado el contenido en PAA óptimo, se ha estudiado el efecto del contenido en sólidos mediante medidas reológicas.

AV-P-06 Conductividad de GDC submicrométrico y compatibilidad con  $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Fe}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_3$  (LSCF) y  $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{FeO}_3$  (LSF)

G. Larraz, V. Gil y R.I. Merino

Dpto. de Física de la Materia Condensada, C.S.I.C.-Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón. Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Uno de los electrolitos más prometedores para pilas de combustible de óxido sólido (SOFC's) a temperaturas intermedias ( $T \leq 700$  °C) es  $\text{Ce}_{0,9}\text{Gd}_{0,1}\text{O}_{1,95}$  (GDC). La conductividad electrónica del mismo, unido al uso de electrolitos delgados (espesor  $\leq 5$  micras) y a una deficiente actividad catalítica y difusión de especies en el cátodo tiene como consecuencia pérdidas por polarización incluso en OCV.

El trabajo que se presenta persigue optimizar componentes para pilas SOFC con electrolito delgado de GDC. La síntesis de polvo nanométrico del electrolito permite sinterizarlo a temperaturas de 1350 °C, manteniendo microestructuras con granos submicrónicos. Se presentan los resultados del estudio de reactividad entre GDC y LSCF y LSF, tanto durante la etapa de sinterizado a temperaturas entre 1300 y 1400 °C como durante periodos de envejecimiento a 750 °C, máxima temperatura de uso de la pila.

El sistema GDC-LSF reacciona a todas las temperaturas de sinterización utilizadas. Por el contrario, en el sistema GDC-LSCF sinterizado a 1300 °C no se observa la formación de fases resultado de la reacción de los componentes. Si parecen producirse tras tiempos largos de permanencia a 750 °C. El coeficiente de expansión de los compactos mezclados es muy similar ( $14,8 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$  y  $14,0 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$  para LSCF-GDC y LSF-GDC respectivamente, ligeramente por encima del GDC ( $12,7 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ ).

Se ha medido la conductividad del electrolito denso (95%) sinterizado a 1350 °C en función de la temperatura y la  $P_{\text{O}_2}$ , determinando la región electrolítica ( $P_{\text{O}_2}$  con  $\square_i \geq \square_e$ ) del GDC cerámico obtenido.

AV-P-07 Preparación de oxocarburos de silicio a partir de materiales híbridos de diferente tamaño

M.A. Mazo, C. Palencia, F. Rubio, J. Rubio y J.L. Oteo

Depto. de Química-Física de Superficies y Procesos, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

En este trabajo se ha investigado cómo influye el tamaño de materiales híbridos orgánicos-inorgánicos del sistema TEOS/PDMS en las características de los vidrios de oxocarburo de silicio obtenidos a partir de ellos. Los híbridos orgánico-inorgánicos se han obtenido mediante el proceso sol-gel en piezas monolíticas (100 mm), siendo dichos monolitos triturados (1 mm) molidos en mortero de ágata (15  $\mu\text{m}$ ) o en molino de atrición (3  $\mu\text{m}$ ). Posteriormente, todos estos híbridos fueron pirolizados en atmósfera de nitrógeno a 1100 °C, para obtener los correspondientes vidrios de oxocarburo ( $\text{SiOC}$ ) de silicio. Se han encontrado algunas diferencias en función del tamaño del material híbrido de partida, diferencias que han sido estudiadas desde un punto de vista estructural y microestructural. La evolución de la estructura se ha seguido mediante análisis químico, espectroscopia infrarroja y Raman y difracción de rayos-X, mientras que la microestructura ha sido analizada por porosimetría de mercurio, adsorción de nitrógeno, microscopia electrónica de barrido y picnometría de helio. La muestra monolítica es la que presenta un mayor porcentaje de carbono en red y, a medida que comienza el triturado/molienda en mortero de ágata, el carbono incorporado en la red vítrea disminuye. Sin embargo, para la muestra molida en el molino de atrición se obtiene unos valores similares a la muestra monolítica (porcentajes de carbono y presencia de la banda de FT-IR situada a 880  $\text{cm}^{-1}$  atribuida a una mayor incorporación de carbono). Por otro lado, el oxocarburo obtenido a partir de monolito presenta una morfología típica de agregado de partículas con poros centrados en 12  $\mu\text{m}$  que se van eliminando de forma gradual hasta desaparecer completamente para el caso del oxocarburo obtenido tras molienda en atrición que está formado por partículas irregulares (3  $\mu\text{m}$ ).

AV-P-08 Comportamiento de la eucryptita a alta temperatura mediante estudio in situ por difracción de rayos X

O. García-Moreno, S. Khainakov y R. Torrecillas

Centro de investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CSIC-Universidad de Oviedo. Principado de Asturias. Llanera, Asturias

La eucryptita es un aluminosilicato de litio con peculiares propiedades de expansión térmica: posee expansión negativa, es decir, se contrae con el aumento de la temperatura en una de sus orientaciones cristalográficas. Debido a esta singularidad la eucryptita se utiliza en la fabricación de materiales con coeficiente de expansión térmica (CTE) próximo a cero, tanto en vitrocerámicas como en cerámicas compuestas por fases con CTE positivo y negativo. Para este trabajo, se han sintetizado dos composiciones de eucryptita solución sólida con contenidos en  $\text{Li}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$  iguales a 1:1:3 y 1:1:2. La síntesis se ha realizado a partir de caolín, carbonato de litio y, TEOS y  $\gamma$ -alúmina, respectivamente. La eucryptita se ha formado mediante calcinación a 900 °C en horno convencional. Los polvos de las dos composiciones de eucryptita se han caracterizado mediante difracción de rayos X de alta resolución a alta temperatura entre 25 y 1200 °C. A partir de los resultados de esta caracterización se ha estudiado el efecto de la temperatura en la estructura y la composición de ambas muestras mediante la determinación de los parámetros de red y la estructura cristalina. Así mismo, se ha seguido la evolución de la cristalinidad de las muestras con la temperatura mediante difracción de rayos X y por otros métodos de estimación de la fase cristalina. Los cambios observados se han relacionado con las variaciones del CTE con la temperatura de sinterización de materiales basados en estas composiciones.

- AV-P-09 Study of nanostructure on YSZ coating obtained by standard atmospheric plasma spraying (APS)  
C. Lorenzana<sup>1</sup>, I.G. Cano<sup>1</sup>, N. Martínez<sup>1</sup>, J.M. Guilemany<sup>1</sup>, J. Calado<sup>2</sup>, E. Antunes<sup>2</sup>, P. Guerineau<sup>2</sup> y M.A. Rodríguez<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>CPT - Centro de Proyección Térmica, Universidad de Barcelona. España  
<sup>2</sup>Innovnano – Materiais Avançados S.A. Portugal  
<sup>3</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Because of their properties (high melting, point, lower heat conductivity, high tenacity and CTE close to base alloy at high temperature) Yttria-stabilized zirconia (YSZ) coatings are widely used as a thermal barrier coating in turbine engines. YSZ coatings are usually applied with Atmospheric Plasma Spray technology. During the process, YSZ powder is feed on a plasma jet, where is accelerated and melted. When impacting on the substrate, the powder particles solidify and form the coating. Commercial available YSZ powder are obtained by atomization process and are microstructured. The coatings obtained are microstructured. Nanostructured YSZ coatings can provide improved mechanical properties, better thermal resistance and reduced thermal conductivity.

In the present work, an agglomerated powder of +15-3µm YSZ ( $ZrO_2$ -3%molY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) has been prepared trough spray dry technology from a commercial available nanometric YSZ powder. This powder is used to obtain zirconia coatings by atmospheric plasma spraying (APS). Both powder and coatings are characterized by scanning electron microscopy (both SEM and FESEM) to show that nanostructure can be found on coating, even in areas melted and solidified during spray process. Study with DRX reveals a 100% of tetragonal phase, indicating a fully stabilized structure. Coating microhardness (HVN) and bonding strength of the coating (ASTM C633) have been determined, showing improvement compared with traditional microstructured coatings.

- AV-P-10 Effect of silicon layer thickness on interaction laws in Micro-Nanosize Mo/Si diffusion couple  
M.A. Aghayan<sup>1</sup>, H.A. Chatilyan<sup>1</sup>, S.L. Kharatyan<sup>1</sup> y M.A. Rodríguez<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Nalbandyan Institute of Chemical Physics. NAS RA. Yerevan. Armenia  
<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid. España

The heat release, as well as phase and microstructure formation laws for Mo-Si system at non-isothermal annealing of micro- and nanoscale Si/Mo diffusion couple was investigated. The samples were heated within the temperature range 1000-1600 oC with different heating rates ( $V_h=(4-75) \cdot 10^3$  o/s) and chemical heat release of Mo-Si interaction were in situ measured. It was shown that at heating of Si/Mo diffusion couples chemical heat release occurred by two stages: i) at temperatures below the melting point of silicon by the mechanism of solid (Mo) + solid (Si), and ii) starting just after with the melting of silicon: solid (Mo) + liquid (Si). Mo-Si interaction may take place via different mechanism and it depends on heating rate of the initial mixture and particle size of molybdenum.

- AV-P-11 Estudio de la influencia del tipo de ciclo de cocción en las características de materiales densos de circona  
P. Navarro y M. A. Rodríguez  
Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

En el presente trabajo se estudia la influencia del tipo de ciclo de cocción en las características de materiales densos ( $\rho > 99\%$ ) de Circona estabilizada con Itria. Se han empleado tres tipos de diseño de ciclo de cocción y se han buscado las temperaturas de tratamiento para cada uno de ellos con objeto de densificar el material.

Como propiedades mecánicas se han evaluado la dureza, tenacidad y medidas de compresión diametral. En este ultimo caso se han empleado 30 muestras por tipo de ciclo y se ha realizado el calculo del módulo de Weibull. También se han caracterizado la microestructura de una de las muestras de la temperatura óptima para cada tipo de ciclo.

Se ha observado una influencia notable del tipo de ciclo en las características de los materiales obtenidos.

- AV-P-12 Propiedades de óxidos de Ni(II) y Fe(III) preparados por calcinación de hidróxidos dobles laminares (LHD)  
L. Iglesias Pérez, M. E. Pérez Bernal, R. J. Ruano Casero y V. Rives  
GIR-QUESCAT, Depto. de Química Inorgánica, Universidad de Salamanca, Salamanca

Los óxidos mixtos y las mezclas de óxidos de elementos de transición se utilizan para la preparación de pigmentos metálicos en los que el color y luminosidad es función de la naturaleza de los elementos metálicos, de la proporción de los mismos y del método de preparación utilizado [1,2].

Se describe la preparación de hidróxidos dobles laminares (LDH) con estructura tipo hidrotalcita que, posteriormente, se han calcinado hasta 1200 °C en atmósferas oxidante (aire sintético) e inerte (nitrógeno y helio).

La adición de una disolución de cloruros de Ni(II) (0,05 moles) y Fe(III) (0,025 moles) sobre una disolución de NaOH conduce a la formación de  $[Ni_2Fe(OH)_6]Cl$  a partir del cual, por tratamiento con una disolución de dodecilsulfato sódico (DS), en exceso y a 65 °C, se obtiene por cambio iónico el compuesto NiFeDSS.

La adición de la disolución de cationes sobre una disolución de dodecilsulfato sódico en exceso (0,05 moles) conduce a la formación del compuesto NiFeDSP.

Todos los procesos se realizaron a pH ajustado a 10 y en atmósfera inerte (nitrógeno o helio)

Los diagramas de PXRD ponen de manifiesto su naturaleza laminar, con espaciados (003) de 8.15 y 29.5-33.66 Å para LDH-CI y LDH-DS, respectivamente.

La caracterización de los compuestos obtenidos y de sus calcinados por PXRD se completó con análisis químico elemental, espectroscopia FT-IR, reducción a temperatura programada, determinación de la distribución del tamaño de partícula y propiedades colorimétricas.

Se estudia la estabilidad térmica (TGA y DTA) y se proponen mecanismos de descomposición apoyados en los datos de PXRD, FT-IR y análisis químico elemental.

#### AV-P-13 Factores que influyen en la determinación de la carga electrostática de polvos cerámicos

I.Lorite, J.J. Romero y J.F. Fernández

Departamento de Electrocerámica, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

La electricidad estática es uno de los problemas físicos conocidos que ha sido estudiado durante siglos. Sin embargo, a pesar de la larga historia del proceso los problemas generados por la carga electrostática no están totalmente resueltos aún. La automatización industrial precisa de la comprensión de los procesos asociados a carga electrostática para mejorar los procesos productivos y eliminar los riesgos potenciales de explosiones cuando se manipulan partículas. Estos riesgos generados debido a la carga y descarga superficial de las partículas, se ven incrementado debido a la disminución del tamaño de dichas partículas a la nanoscala.

En este trabajo se establece un procedimiento para determinar la carga electrostática intrínseca y tribo-generada soportada en la superficie de polvos cerámicos. Para desarrollar el procedimiento se tuvieron en cuenta las variables ambientales como son humedad y temperatura. Se determinó el efecto que tiene sobre la determinación de la carga, el tamaño de partícula, la naturaleza de los materiales, la presencia de interfases entre diferentes materiales y el efecto que poseen sobre la carga los compuestos orgánicos empleados. El efecto de las diferentes variables se analiza en función de la naturaleza físico-química de la superficie de las partículas y de la evolución de su estado de aglomeración.

#### AV-P-14 Aurivillius oxide nanoparticles with composition $Sr_3Bi_4Ti_6O_{21}$ for the preparation of seeded thin films and bulk ceramics

S. Jin, I. M. Miranda Salvado y M.E.V. Costa

Department of Ceramic and Glass Engineering, CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

The computer memories demanding market urged searching new materials for replacing Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> (PZT) thin films because of their polarization fatigue and lead toxicity drawbacks. Due to excellent fatigue-free properties some Aurivillius oxides (AO) emerged as PZT alternatives [1]. AO include numerous BLP but those having high n (n≥5) remain practically unexploited. Increasing n addresses important features including structure stability and ferroelectric properties (Curie temperature (T<sub>c</sub>), remanent polarization (P<sub>r</sub>) and coercive field (E<sub>c</sub>)).

In this work nanoparticles with the stoichiometric composition  $Sr_3Bi_4Ti_6O_{21}$  (n=6) were prepared by the sol-gel method using bismuth acetate, strontium and titanium isopropoxide as precursors. According to scanning electron microscopy results the as-prepared particles are of nanometric size and after heat treatment at 750°C for 2 hours crystallize as the desired  $Sr_3Bi_4Ti_6O_{21}$  phase. The heat treated nanoparticles were used to prepare dense monolithic ceramics and seeded thin films. The structure and electrical properties of the obtained materials are reported and comparatively discussed with literature data aiming to contribute to a better knowledge of high n AO properties while revealing their technological potential.

#### AV-P-15 Comportamiento frente al desgaste de nanocompuestos $Al_2O_3/Ni$

T. Rodríguez-Suárez<sup>1</sup>, J.F. Bartolomé<sup>2</sup>, A. Smirnov<sup>3</sup>, S. Lopez-Esteban<sup>1</sup>, R. Torrecillas<sup>1</sup> y J.S. Moya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CSIC-Universidad de Oviedo. Principado de Asturias.Llanera, Asturias

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC. Madrid.

<sup>3</sup>Department of Materials Engineering, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia

En el presente trabajo se ha analizado el comportamiento tribológico, mediante ensayos en seco tipo "ball (alumina) on disk", de nanocompuestos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni con un contenido metálico del 2.5 %vol. sinterizados de forma convencional (1400 °C/2 horas), frente a los obtenidos por sinterización asistida por campo eléctrico pulsado o SPS ("Spark Plasma Sintering") (1150 °C/5 min/100 MPa). Además, se ha evaluado el comportamiento frente al desgaste bajo las mismas condiciones de alumina monolítica obtenida tanto por SPS como por prensado en caliente (1500 °C/1 hora/25 MPa). La resistencia al desgaste bajo una carga de contacto de 10 N (2.5 GPa de presión herztiana) del material nanocompuesto de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/2.5%vol. Ni sinterizado por modo convencional, resultó ser muy superior al resto de los materiales estudiados (0.5, 1 y 2 ordenes de magnitud que la correspondiente para el material de la misma composición pero obtenido por SPS, así como para la alumina monolítica sinterizada por SPS y prensado en caliente, respectivamente). Estos resultados muestran claramente que el nanocompuesto de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni obtenido de modo convencional puede competir con otros materiales procesados por otras técnicas más complejas, tanto en términos de resistencia al desgaste como en coste de producción.

- AV-P-16** Estabilidad de Cermets Ni-YSZ frente al Ciclado Redox  
 H. Monzón, M. A. Laguna-Bercero y A. Larrea  
 Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza-CSIC. Zaragoza

Uno de los principales problemas en los cermet de níquel - YSZ utilizados en ánodos para pilas de combustible de óxidos sólidos (SOFC) es su baja resistencia ante los ciclos redox, que pueden darse accidentalmente durante su operación. Estas situaciones provocan normalmente una expansión - contracción en la fase metálica del cermet que puede ocasionar grietas en el electrodo. En el caso de celdas soportadas en el ánodo la aparición de este tipo de grietas puede llevar eventualmente a la destrucción de la pila.

Es conocido que la adición de circonita parcialmente estabilizada (PSZ) aumenta la tenacidad del cermet mediante un mecanismo de transformación de fase. Para verificar si esta adición podría representar una mejora en la estabilidad redox de los ánodos, se han fabricado una serie de muestras de Ni-YSZ mediante el método de prensado isostático en frío, sustituyendo distintas fracciones de la YSZ (circonita estabilizada con 8% mol Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) por PSZ (circonita parcialmente estabilizada con 3% mol Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Sobre estas muestras se ha realizado varios ciclos redox simulando un fallo de suministro de combustible mediante un cambio entre atmósfera oxidante y reductora.

El grado de daño sufrido por las muestras de cada composición se ha estudiado mediante microscopía electrónica de barrido. Adicionalmente se han realizado un ciclado redox sobre las muestras en un dilatómetro para seguir en tiempo real la deformación que experimentan y el grado de recuperación tras la reducción.

En función de los resultados se discutirán las ventajas que aporta la adición de PSZ en los ánodos de SOFC frente al ciclado redox.

- AV-P-17** Development of a new equipment for controlled fracture tests in brittle ceramics  
 A. García-Prieto<sup>1</sup>, J. Hernández<sup>2</sup>, M. López<sup>2</sup> y C. Baudín<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Depto. de Cerámica, Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC), Madrid  
<sup>2</sup>Microtest S.A, Madrid

A new equipment to perform three points bending single edge V-notch beams (SEVNB) stable fracture tests controlled by the crack mouth opening displacement (CMOD) is presented. This technique uses the crack mouth opening displacement signal from an optical micrometer as the feedback signal to control an electromechanical testing machine. The equipment is presented together with results obtained for stable fracture tests of extremely brittle ceramics such as fine grained spinel, alumina and mullite using different experimental conditions.

- AV-P-18** Reacciones de intercambio Li<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> en la perovskita La<sub>0,5</sub>Li<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub>  
 T. Durán<sup>1</sup>, B. Levenfeld<sup>1</sup>, A. Varez<sup>1</sup>, I. Sobrado<sup>2</sup> y J. Sanz<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Madrid  
<sup>2</sup>Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid

Los materiales con estructura tipo perovskita (serie La<sub>2/3-x</sub>Li<sub>x</sub>TiO<sub>3</sub>) forman parte de una familia de conductores sólidos iónicos que presentan altas conductividades iónicas a temperatura ambiente ( $\rho = 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )<sup>1,2</sup>. Debido a esto, este tipo de materiales resulta potencialmente aplicable como electrodos y electrolitos en baterías recargables de litio.

Recientemente se han descrito reacciones de intercambio protónico y su posible aplicación como sensores de pH<sup>3</sup>. En el presente trabajo se han estudiado las reacciones de intercambio protónico en el compuesto La<sub>0,5</sub>Li<sub>0,5</sub>TiO<sub>3</sub> preparado previamente por reacción en estado sólido.

Las reacciones de intercambio se realizaron en agua ultrapura y en soluciones débilmente ácidas (medio clorhídrico y medio nítrico). El avance de la reacción se estudió mediante la evolución del pH con el tiempo y mediante valoraciones ácido - base. También se ha estudiado el efecto de la temperatura en el grado de intercambio.

Las muestras intercambiadas se caracterizaron mediante difracción de Rayos X (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). A partir de Análisis Termogravimétrico se determinó la cantidad de litio intercambiado. El máximo grado de intercambio se alcanzó tratando la muestra en agua a 70°C durante 70 horas.

Estudios preliminares de RMN de Li y H indican que el intercambio ha tenido lugar de forma parcial. Un análisis detallado de los espectros nos permitirá estudiar el entorno local y la movilidad.

AV-P-19 Anodised TiO<sub>2</sub> nanotubes: synthesis, growth mechanism and applications

D. Regonini<sup>1</sup>, A. Jaroenworarluck<sup>2</sup>, C. R. Bowen<sup>1</sup> and R. Stevens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Materials Research Centre, Dept. of Mechanical Engineering, University of Bath, United Kingdom

<sup>2</sup>MTEC: National Metal and Materials Technology Center, Pathumthani, Thailand

We present a general overview of our research on anodised TiO<sub>2</sub> nanotubes. A reproducible synthetic approach for the growth of self-organised tubular titania structure from titanium substrates has been developed in both organic and aqueous electrolytes containing small amount of fluorine ions.

Typical structures grown have a thickness ranging from 0.5 to 15µm and tubes inner diameter from 20 to 80nm, depending on the applied voltage and other conditions (pH, fluorine and water concentration). A growth mechanism to explain the formation of the tubes is also proposed based on comprehensive Scanning and Transmission Electron Microscopy (SEM and TEM) characterisations. Another area addressed by our research is the study of the thermal stability of the nanotubes which becomes crystalline after annealing (anatase from 300 to 500°C), as confirmed by Raman Spectroscopy, and can stand temperature up to 550°C before the structure tubular structure collapses. Furthermore data on the chemical compositions from X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) of as prepared and annealed TiO<sub>2</sub> nanotubes are discussed, showing how fluorine ions, main contamination from the synthesis process, can be removed by thermal treatment. Current (and future) work focuses on possible applications, particularly preliminary results on the use of anodised nano-structured titania as a biomaterial will be presented.

AV-P-20 Incorporación de Eu<sup>3+</sup> y Nd<sup>3+</sup> en las redes de hidrocalumita y mayenita

M. Domínguez Galindo, M. E. Pérez Bernal, R. J. Ruano Casero y V. Rives

GIR-QUESCAT, Dpto. de Química Inorgánica, Universidad de Salamanca, Salamanca

La hidrocalumita, [Ca<sub>2</sub>Al(OH)6]Cl·2H<sub>2</sub>O, es una "arcilla aniónica" natural perteneciente a la familia de los LDH (hidróxidos dobles laminares). La estructura consiste en láminas tipo brucita con iones Ca<sup>2+</sup> y Al<sup>3+</sup> hepta y hexa-coordinados, respectivamente, en una relación molar 2/1. En el espacio interlaminares hay aniones cloruro y moléculas de agua con entornos bien determinados (1).

Con objeto de desarrollar redes cristalinas adecuadas para alojar cationes con características luminiscentes, se han preparado compuestos tipo hidrocalumita por coprecipitación, a pH constante y en atmósfera inerte, adicionando disoluciones de cloruros de Ca(II), Al(III), Eu(III) y Nd(III) en cantidades variables a una disolución acuosa de NaOH, manteniendo constante la relación Ca<sup>II</sup>/M<sup>III</sup> en todos los compuestos preparados. Las muestras se han caracterizado por análisis químico elemental, difracción de rayos X, espectroscopia FT-IR, adsorción-desorción de nitrógeno a 77 K y microscopia electrónica de barrido.

Se ha estudiado la estabilidad térmica de todos los compuestos en atmósfera oxidante (O<sub>2</sub>) e inerte (He) caracterizándose los productos de las diferentes etapas de la descomposición por difracción de rayos X y espectrometría de masas.

Los compuestos se han calcinado a 1300 °C, caracterizando por PXRD, análisis superficial y espectroscopia FT-IR los residuos obtenidos, observándose la presencia de mayenita (Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub>) y óxido de calcio (CaO) estando los iones Eu(III) y Nd(III) integrados en la estructura de la mayenita.

Se han determinado las coordenadas cromáticas tanto de los precursores como de los óxidos producto de la calcinación.

AV-P-21 Estudio del proceso de reacción y transformaciones de fases en la obtención de materiales nanométricos de circona cúbica mediante termodifracción de neutrones

M.A. Sainz, S. Serena y A. Caballero

Instituto de Cerámica y Vidrio. ICV-CSIC, Madrid

Se han diseñado y formulado materiales de circona cúbica en la región del diagrama ZrO<sub>2</sub>-CaO-MgO rica en óxido de circonio. Los materiales de partida fueron mezclas de dolomita y circona monoclina con tamaños de grano ~ 50 nm [1]. Mediante termodifracción de neutrones se llevó a cabo el estudio del proceso de reacción y transformaciones de fase de la circona obtenida [2]. Este estudio ha permitido establecer una comparación con los materiales micrométricos observándose que las diferencias más relevantes se encuentran en las transformaciones poli-mórficas del ZrO<sub>2</sub> en función de la temperatura. Así, en la muestra micrométrica dichas transformaciones están de acuerdo con el proceso de reacción simulado termodinámicamente [3]. Sin embargo, en la muestra nanométrica se observa la formación de una fase tetragonal-ZrO<sub>2</sub> metaestable, a 750°C, que cambia tanto la secuencia de reacción como las temperaturas a que tienen lugar las diferentes transformaciones polimórficas de la circona.

La termodifracción de neutrones ha permitido seguir in situ el proceso de reacción desde temperatura ambiente hasta 1300°C y establecer diferencias sustanciales entre los materiales micro y nano.

- AV-P-22 Magnesium aluminate spinel ceramics processed by different colloidal casting techniques  
 P. Pinho, A.B. Lopes y M.M. Almeida  
 Department of Ceramic and Glass Engineering, CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

Colloidal casting methods can be used to produce complex-shape ceramic bodies with high homogeneity and controlled particles packing which, in turn, allow a better manipulation of the microstructure evolution during the sintering process. However, the success of these methods strongly depends on the correct selection of the casting technique and processing parameters. In this work magnesium aluminate spinel ( $MgAl_2O_4$ ) dense samples were prepared by slip casting, direct coagulation casting and centrifugal casting. The starting material (commercial powder) was characterized by scanning electron microscopy (SEM) observations, X-ray diffraction (XRD) analysis, laser diffraction for particle size measurements and  $N_2$  adsorption multipoint BET method for specific area determination.

Aqueous electrostatically stabilized suspensions with solids content varying between 50 and 65 vol% were prepared to produce samples by the three different casting techniques. Enzymatic decomposition of urea catalyzed by urease at room temperature was used in the direct coagulation casting via pH modification. Compressive strength measurements were performed on cylindrical wet coagulated bodies with different enzyme concentration and coagulation time. The processed samples by the three different techniques were characterized by density measurements, dilatometric analysis and SEM observation before and after sintering at 1600°C during 30 minutes.

The obtained results allowed to conclude that higher density bodies can be produced by direct coagulation and centrifugal casting. More specifically, sintered bodies with 88% and 97% of theoretical density were obtained when direct coagulation casting and centrifugal casting were used and only 75% for slip casted samples.

- AV-P-23 Estudios de oxidación en SiC sinterizado sin presión con fase líquida  
 F. Rodríguez-Rojas<sup>1</sup>, Á. L. Ortiz<sup>1</sup>, O. Borrero-López<sup>1</sup>, F. Guiberteau<sup>1</sup> y M. Nygren<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, Badajoz,  
<sup>2</sup>Department of Material and Environmental Chemistry, Arrhenius Laboratory, University of Stockholm, Stockholm, Sweden

Muchas aplicaciones tecnológicas a altas temperaturas requieren el uso de cerámicos refractarios que puedan operar en ambientes hostiles conservando sus propiedades ingenieriles de baja temperatura. En la actualidad se considera al SiC sinterizado con fase líquida como un candidato muy adecuado para aplicaciones estructurales y funcionales a altas temperaturas porque combina un conjunto de propiedades físico-químicas muy atractivo con la economía y facilidad del procesado sin presión. Sin embargo, su moderada resistencia a la oxidación, al ser un cerámico no óxido, puede limitar su uso a altas temperaturas en aire. Así pues, el desafío en esta área consiste en desarrollar componentes de SiC sinterizados con fase líquida con mayor resistencia a la oxidación. Como es lógico, para lograr este desafío se necesita dilucidar el papel que juegan las diferentes variables de sinterización sobre la resistencia a la oxidación del SiC sinterizado con fase líquida.

Con esto mente, en el presente trabajo se ha investigado la influencia de la atmósfera de sinterización ( $Ar$  o  $N_2$ ), proporción de aditivos de sinterización (5-20 % en volumen), y tipo de aditivo de óxido de tierra rara sobre la resistencia a la oxidación del SiC sinterizado con fase líquida, con la finalidad de extraer directrices que optimicen el procesado de estos materiales para aplicaciones de alta temperatura en atmósferas oxidantes.

- AV-P-24 Reología de suspensiones concentradas de mezclas bimodales de titanio  
 T. Molina<sup>1</sup>, M. Vicent<sup>2</sup>, E. Sánchez<sup>2</sup> y R. Moreno<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio ICV, CSIC, Madrid  
<sup>2</sup>Instituto de Tecnología Cerámica ITC. AICE. Universitat Jaume I, Castellón

El óxido de titanio es uno de los materiales cerámicos de mayor interés por la enorme variedad de aplicaciones, que incluye su uso en dispositivos ópticos, superficies autolimpiables, materiales con funciones bactericidas o fungicidas, así como destacadas propiedades fotocatalíticas.

Aunque la fase rutilo es termodinámicamente más estable, en la mayor parte de estas aplicaciones es importante mantener la anatasa como fase mayoritaria. Por este motivo, el tamaño de partícula tiene gran importancia ya que su aumento induce la transformación a rutilo. El objetivo de este trabajo es la obtención de materiales volumétricos a temperaturas en las que se pueda preservar la fase anatasa, para lo cual se propone la introducción de partículas nanométricas en una matriz submicrónica.

Se han preparado suspensiones de hasta 40% en volumen de  $TiO_2$  submicrónica y hasta 45% en volumen de la mezcla de submicrónica con 18% en peso de polvo nanométrico. A partir del estudio reológico de estas suspensiones, se han seleccionado diferentes relaciones submicro/nano y contenido total de sólidos del 30% en volumen para la obtención de piezas por colaje que se han sinterizado a temperaturas de 1000°C y 1200°C. Asimismo, se discute la influencia de los diferentes parámetros involucrados en el proceso, así como en la microestructura y morfología de las piezas obtenidas.

**AV-P-25** Efecto de la temperatura en el comportamiento mecánico de aluminio reforzado con fibras monocristalinas de alúmina  
 J.Y. Pastor<sup>1</sup>, A. Solís<sup>1</sup>, C. Cerecedo<sup>2</sup>, V. Valcárcel<sup>2</sup>, F. Guitián<sup>2</sup>, M. Molina<sup>3</sup>, R. Prieto<sup>3</sup>, E. Louis<sup>3</sup> y J. Narciso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Ciencia de Materiales. CISDEM. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>ICG Instituto de Cerámica de Galicia, Santiago de Compostela

<sup>3</sup>IUMA Instituto de Materiales de Alicante- Universidad de Alicante

Particle, whisker and fibers-reinforced metal matrix composites can sustain higher loadings than the unreinforced equivalent matrixes. Whiskers are defect-free, very thin single crystal fibers, which are among the most resistant materials known. Among ceramic whiskers,  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  grown with c-axis orientation are good candidates for use as strengtheners in composites because of their high elastic modulus, thermal and chemical stability, fracture strength, and creep resistance even at high temperatures. However, the use of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers has been hindered up to now by its extremely high production cost. Accordingly, studies on metal matrix composites reinforced with  $\text{Al}_2\text{O}_3$  have been limited to particles, and short fibers.

Very few methods are currently available to obtain single-crystal  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers, and these methods were too complex and expensive for use on an industrial scale. A novel method for obtaining c-axis alumina single-crystal whiskers (developed at the Institute of Ceramic Materials of Galicia) has been scaled-up to industrial production by Neoker, a Spin-Off of the of the University of Santiago de Compostela, Spain. The technology for the production of the whiskers involves the reaction between aluminum and powdered silica in Ar atmospheres containing metal vapors.

Neoker fibers are composed only by pure alumina and there are no secondary phases. C-axis pure single crystal alumina whiskers, with a white "cotton-like" appearance are deposited by vapor-liquid-solid deposition process. C-Axis growth it's a quite technical but extremely important characteristic that allow avoiding a lot of problems related to creep and fatigue at high temperature. VLS  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whisker morphology was examined by scanning electron microscopy (SEM) and their composition systematically controlled via energy-dispersive X-ray spectroscopy and X-ray diffractometry.

The mechanical and fractografical behavior of Al-based composite materials reinforced with this whiskers have been performed between -196 and 400 °C. The mechanical performance is almost constant between -196 to 200 °C, where the composite showed a linear elastic behavior up to fracture. In this case, the values obtained are comparable to other medium to good quality Al based MMC's, due to the presence of the Al fiber as reinforcements. From 300 °C the mechanical performance starts to degrade, but with Neoker fibers, the composite is still able to maintain a good performance.

**AV-P-26** Effect of  $\text{TiO}_2$  polymorphs on conventional synthesis and reactive sintering of  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  ceramics  
 M.A. de la Rúa<sup>1</sup>, P. Leret<sup>1</sup>, J.J. Romero<sup>1</sup>, J. de Frutos<sup>2</sup> y J.F. Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Electrocerámica, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

<sup>2</sup>Grupo POEMMA, Departamento de Física Aplicada a las Tecnologías de la Información, ETSI Telecomunicación UPM, Madrid

El objetivo de este trabajo es determinar la influencia del método de síntesis en la microestructura y en la respuesta dieléctrica del  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  (CCTO) empleando dos polimorfos del  $\text{TiO}_2$  (antasa y rutilo). El CCTO fue preparado por el método convencional (SC), con una calcinación previa y su posterior sinterización a alta temperatura y mediante sinterización reactiva (SR) en la cual la síntesis y sinterización del material se lleva a cabo en una única etapa. La caracterización microestructural y dieléctrica se lleva a cabo mediante DRX, MEB e espectroscopia de impedancia para correlacionar la microestructura con el comportamiento dieléctrico. El uso de los diferentes precursores de  $\text{TiO}_2$  da lugar a microestructuras muy diferentes. La mejor respuesta dieléctrica se obtiene para muestras preparadas con anatasa independientemente del método de síntesis aunque la mayor constante dieléctrica la presente una muestra con rutilo obtenida por el método convencional pero con elevadas pérdidas dieléctricas.

**AV-P-27** Desarrollo de recubrimientos fotocatalíticos mediante proyección térmica de plasma atmosférico  
 M.C. Bordes<sup>1</sup>, E. Sánchez<sup>1</sup>, A. Moreno<sup>1</sup>, M. Vicent<sup>1</sup>, R. Moreno<sup>2</sup> y M.D. Salvador<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología Cerámica ITC. AICE. Universitat Jaume I, Castellón

<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. CSIC, Madrid

<sup>3</sup>Instituto de Tecnología de Materiales, Universidad Politécnica de Valencia

El conjunto de propiedades que los recubrimientos fotocatalíticos confieren a las superficies sobre las que se aplican, permiten obtener un amplio espectro de aplicaciones para estos materiales. Entre ellas, se encuentran las superficies descontaminantes que producen la degradación total de materia orgánica en contacto con ellas hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

Por otro lado, la proyección térmica de plasma atmosférico es una técnica que puede permitir obtener superficies con mejor cohesión y adherencia que las que proporcionan las técnicas habitualmente utilizadas para la obtención de los recubrimientos fotocatalíticos.

El objetivo de este trabajo es la obtención de recubrimientos con propiedades fotocatalíticas mediante proyección térmica de plasma atmosférico (APS) de polvos nanoestructurados de  $\text{TiO}_2$ .

La deposición de polvos nanoestructurados por APS requiere de un proceso previo de reconstitución del polvo nanométrico para su proyección. En este trabajo se han obtenido polvos granulados proyectables, mediante un proceso de atomización de dos suspensiones de  $\text{TiO}_2$  de distinta concentración de sólidos. Los gránulos nanoestructurados atomizados se han depositado sobre sustratos de acero inoxidable por APS. El estudio de la degradación de un colorante orgánico como el azul de metileno, ha permitido comprobar que las muestras depositadas presentan actividad fotocatalítica, con distinta eficacia, dependiendo de la suspensión de partida.

AV-P-28 La visión 3D aplicada a materiales cerámicos. Nuevos retos en la realidad aumentada

I. Núñez<sup>1</sup>, M. Núñez<sup>2</sup>, A. Quintana<sup>2</sup>, R. Quirós<sup>2</sup>, P. Escribano<sup>1</sup> y J.B. Carda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

<sup>2</sup>Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universitat Jaume I, Castellón

AV-P-29 Propiedades tribológicas de materiales compuestos de nitruro de silicio/nanotubos de carbono

J. Gonzalez-Julian<sup>1</sup>, J. Schneider<sup>2</sup>, P. Miranzo<sup>1</sup>, M.I. Osendi<sup>1</sup> y M. Belmonte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Cerámica, Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC), 28049 Madrid, España

<sup>2</sup>Institute for Reliability of Components and Systems, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Eggenstein-Leopoldshafen, Alemania

Los motores de gasolina con sistemas de inyección directa reducen el consumo de combustible y las emisiones contaminantes. Sin embargo, provocan en los componentes metálicos elevada fricción y desgaste, por lo que es necesario el desarrollo de nuevos materiales con mejores propiedades tribológicas. En este sentido, se propone el desarrollo de componentes basados en materiales de nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), el cual presenta excelentes propiedades termomecánicas y tribológicas, que contengan nanotubos de carbono (CNTs), ya que éstos pueden actuar como lubricantes internos.

Se han desarrollado materiales densos y homogéneos de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  conteniendo hasta 8,6% vol. de CNTs, los cuales no se han degradado tras el proceso de sinterización mediante descarga eléctrica (SPS). Se han realizado ensayos de bola-placa con movimiento recíproco lineal en isoocetano, aplicando cargas de 50-200N, con una frecuencia de oscilación de 20Hz y una distancia total de deslizamiento de 360m. Se ha determinado el coeficiente de fricción y la resistencia al desgaste en función del contenido de nanotubos y de la carga.

La adición de CNTs reduce un 40% el coeficiente de fricción y aumenta la resistencia al desgaste en un 80%. Esta mejora del comportamiento tribológico se explica considerando las propiedades lubricantes de los nanotubos y su disposición en borde de grano que afecta a la resistencia al daño por contacto y provoca una redistribución del campo de tensiones.

AV-P-30 Evaluación de las propiedades luminiscentes y detección de  $\text{Eu}^{2+}$  en partículas nanoestructuradas del sistema  $\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Eu}$

I. Barroso<sup>1</sup>, I. Mena<sup>1</sup>, Luz Gómez<sup>2</sup>, O. Milosevic<sup>3</sup> y M. E. Rabanal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto de Ciencia e Ing. de Materiales e Ing. Qcma e IAAB. Universidad Carlos III. Leganés. Madrid.

<sup>2</sup>Instituto de Geología Económica (SCIC-UCM). Universidad Complutense de Madrid

<sup>3</sup>Institute of Technical Sciences of SASA, K. Mihailova 35/IV, Belgrado, Serbia

Mediante métodos de aerosol (Spray Pirólisis, SP) se prepararon partículas esféricas, densas y nanoestructuradas de composición  $\text{Gd}_{2-x}\text{Eu}_x\text{O}_3$ . A partir de disoluciones acuosas de nitratos con concentración total 0.1M se prepararon tres muestras con distinta concentración el ión dopante (Eu) correspondientes con 1, 2 y 6% atómico a 700°C y en atmósfera de aire. En todos los casos, las nanopartículas "as-prepared" han sido sometidas a tratamientos térmicos a temperaturas entre 800-1100°C.

Las partículas nanoestructuradas obtenidas se han caracterizado mediante diferentes técnicas como difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido (en modo BSE y con la sonda EDAX) y dispersión láser. Para determinar las propiedades luminiscentes de las nanopartículas con diferente porcentaje de ión dopante, se han realizado medidas de fluorescencia en estado estacionario.

Se ha podido identificar la existencia de dos fases cúbicas de distinta simetría (1a-3 y Fm-3m) en las muestras as-prepared (700°C). Además, se pueden observar reflexiones debidas a la presencia de una fase monoclinica, la cual desaparece con la temperatura de los tratamientos térmicos. En todas las muestras tratadas térmicamente se observa la desaparición de la fase cúbica (Fm-3m).

Respecto a la caracterización luminiscente, la intensidad de la radiación emitida a 611nm es mayor para la muestra con un 2% de Eu que para las otras dos composiciones estudiadas. Se ha podido detectar mediante medidas de fluorescencia, la presencia de europio divalente, (radiación 480nm) cuya concentración aumenta a medida que disminuye el contenido de la fase monoclinica independientemente del porcentaje de  $\text{Eu}^{3+}$  en la solución sólida  $\text{Gd}_{2-x}\text{Eu}_x\text{O}_3$ .

AV-P-31 Histéresis inversa en cristobalita  $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{O}_2$

L. Sánchez-Muñoz<sup>1</sup>, H. Lemmens<sup>2</sup> y G. Van Tendeloo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC Madrid, España

<sup>2</sup>EMAT, Univ. of Antwerpen (RUCA), Groenenborgerlaan, Antwerpen, Bélgica

La transición  $\alpha/\beta$  desplazativa de primer orden en  $\text{SiO}_2$  con estructura cristobalita, entre la fase  $\alpha$  tetragonal P422 de baja temperatura y la fase  $\beta$  cúbica Fd-3m, ha sido estudiada en el sistema  $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{O}_2$  mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC). La fase  $\beta$  se sintetizó por ruta cerámica entre 1100 y 1625 °C, en entre 1 y 68 horas, transitando a la fase  $\alpha$  durante el enfriamiento. Las temperaturas de la transición  $\alpha/\beta$  ( $T_{\alpha/\beta}$ ) variaron entre 220 y 290 °C en función de la composición para valores de x entre 1 y 0.7, y la velocidad de calentamiento/enfriamiento VT entre 10 y 150 °C/minuto, observándose en todos los casos una relación lineal entre VT y  $T_{\alpha/\beta}$ . Para  $x > 0.85$ , se da histéresis directa ya que  $T_c(\alpha\rightarrow\beta) > T_e(\beta\rightarrow\alpha)$  para todas las rampas térmicas utilizadas. Para  $x < 0.85$  a bajas VT el sistema se comporta de forma similar, pero para altas VT se da histéresis inversa, esto es, sucede que  $T_c(\alpha\rightarrow\beta) < T_e(\beta\rightarrow\alpha)$ , existiendo una temperatura en cada muestra donde  $T_c = T_e$ . El estudio por microscopía electrónica de transmisión y difracción de electrones a 200 kV ha revelado que este efecto del  $\text{GeO}_2$  está asociado a la formación de defectos estructurales planares a modo de capas de tipo tridimita que están intercaladas en la estructura de la cristobalita.

**AV-P-32** Desarrollos experimentales de espectroscopia de difusión Raman – Aplicaciones a condiciones extremas: Alta temperatura e irradiación

A. Canizares<sup>1</sup>, G. Guimbretière<sup>1</sup>, Y. Tobon-Correas<sup>1</sup>, J. You<sup>1,2</sup>, N. Raimboux<sup>1</sup> y P. Simon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNRS UPR 3079, Conditions Extrêmes et Matériaux - Haute Température et Irradiation, CEMHTI, Orléans, Université d'Orléans, Orléans, Francia

<sup>2</sup>School of Materials Science and Engineering, Shanghai University, China

El CEMHTI está especializado en la caracterización de materiales sometidos a alta temperatura o bajo irradiación. El estudio de las propiedades ópticas y térmicas de materiales tales como los cerámicos y los vidrios se realiza mediante métodos de espectroscopia óptica vibracional, particularmente la espectroscopia de difusión Raman. Es una técnica óptica no destructiva que permite la caracterización de la estructura de sólidos y moléculas. Es importante resaltar que el análisis de los materiales a alta temperatura (hasta los 2000°C o más) no es trivial. Efectivamente, la radiación térmica de las muestras calentadas por encima de los 1000 – 1200 °C enmascara la señal Raman. Los espectrómetros Raman comerciales no han sido concebidos para ser utilizados a altas temperaturas, y por ello hemos desarrollado nuestros propios dispositivos experimentales a partir de aparatos estándar (en colaboración con las empresas constructoras).

El desarrollo de un sistema de medidas resuelto en el tiempo nos ha permitido discernir temporalmente el efecto Raman y la emisión térmica y obtener espectros Raman a muy alta temperatura (puntos de fusión de la alúmina: 2054 °C y de la zirconia: 2300 °C). Esta técnica de resolución temporal ha sido adaptada a un espectrómetro micro-Raman de alta resolución, y a un sistema portátil (sonda desviada vía fibras ópticas) dedicado a diagnósticos in-situ. Podemos añadir que también se ha desarrollado un dispositivo experimental que permite el estudio in-situ del comportamiento de materiales bajo irradiación (caracterización de la alteración de interfaces UO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O bajo un haz He<sup>2+</sup> en línea ciclotrón)

**AV-P-33** Investigación de la adherencia de capas metálicas de Zn sobre cerámicos obtenidos por proyección térmica

M.D. Reyes, J. Orozco, M. Pascual y C.Ferrer

Instituto de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de Valencia, 46022 Valencia

Los materiales cerámicos tienden cada vez más a convertirse en materiales funcionales, convirtiéndose así en materiales con funciones específicas y de bajo coste, dado el desarrollado proceso productivo de los mismos. Así pues, una de las funcionalidades más investigadas de las cerámicas esta siendo a día de hoy, utilizar la cerámica como sustrato de células solares híbridas. Realizando sobre las baldosas el crecimiento de las diferentes capas.

En el presente trabajo, se muestra la investigación de la adherencia de capas metálicas de Zn obtenidas sobre la cerámica por proyección térmica, con la finalidad de convertirse en el contacto trasero de la célula solar. La caracterización de la proyección se ha realizado con las siguientes técnicas: SEM, EDS, Ensayos de Tracción y Des-gaste.

**AV-P-34** Aplicación del uso de monosacáridos al conformado de nanomateriales porosos por vía coloidal

M. Montero, T. Molina, R. Moreno y M.I. Nieto

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

El uso de monosacáridos reduce la viscosidad de suspensiones ya que la adsorción del monosacárido por las partículas impide la adsorción de agua, por lo que aumenta el agua libre en la suspensión y disminuye el radio efectivo de las partículas. De los monosacáridos estudiados, destaca la fructosa por la elevada reducción de viscosidad que provoca, por lo que se ha aplicado a suspensiones de nanopartículas, cuyo principal problema es la elevada viscosidad.

En este trabajo se estudia la aplicación de una fructosa al conformado de nanomateriales de alúmina por vía coloidal, partiendo de nanopulvos de -alúmina. En primer lugar, se ha determinado la curva de potencial z de la suspensión en función del pH, estableciendo las condiciones óptimas de trabajo, así como la reología de las suspensiones en función del contenido de sólidos y dispersante. Mediante análisis térmico diferencial se han establecido las condiciones de secado y eliminación del monosacárido. A partir de los valores de densidad de los cuerpos en verde y sinterizados, del estudio microestructural mediante FE-SEM y de las determinaciones de porosidad, se establece la influencia de los diferentes parámetros de procesamiento estudiados en las características de las piezas obtenidas.

**AV-P-35** Synthesis of nanostructured cubic Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powder by polyol mediated route

M.A. Flores-González<sup>1</sup>, M. Villanueva-Ibáñez<sup>1</sup>, M.A. Hernández Pérez<sup>2</sup> y H.J. Dorantes Rosales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Nanotecnología y Bio-electromagnetismo Aplicado LaNBA, Universidad Politécnica de Pachuca, Zempoala Hgo. México

<sup>2</sup>Depto. de Investigación Metalúrgica, ESQIE – Instituto Politécnico Nacional. México

Yttria is one of the most widely-used rare earths because of its applications in refractory compounds (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coatings), ceramics (oxygen sensors, electronics), laser crystals, phosphors, super alloys and catalysts. In this work, nanostructured cubic yttrium oxide powder was prepared using the polyol method. Yttrium oxide particles with crystal size less than 5 nm were synthesized in colloidal solution followed by a controlled precipitation to obtain fine sub-micrometric powders. The yttria nanoparticles are characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), high resolution transmission electron microscopy (HR-TEM), infrared and Raman spectroscopy. The XRD revealed that the sample heat-treated at 600° C exhibits cubic phase. Rietveld refinement allowed to obtaining the grain size of all annealed samples from 300 to 1000° C. TEM and SEM observations showed that the materials are nanostructured containing ultra-small individual nano-oxide crystallites just after preparation.

- AV-P-36 Porous nanostructured ZnO obtained with different precursor by polyalcoholic mediated synthesis  
 M. Villanueva-Ibáñez<sup>1</sup>, M.A. Flores-González<sup>1</sup>, M.A. Hernández Pérez<sup>2</sup>, M. Lugo Ascencio<sup>1</sup> y H.J. Dorantes Rosales<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Nanotecnología y Bio-electromagnetismo Aplicado – LaNBA-UPP, Universidad Politécnica de Pachuca, Zempoala Hgo. México  
<sup>2</sup>Depto. de Investigación Metalúrgica, ESIQIE – Instituto Politécnico Nacional

Zinc oxide (ZnO) has been intensively used in several technological applications. ZnO nanostructures with different morphologies are typically produced using the solid vapor phase, hydrothermal methods, electrochemical deposition, molecular beam epitaxy and soft chemical methods like polyols synthesis. In this work, nanostructured ZnO was synthesized by polyol mediated synthesis using two different precursors – zinc acetate and zinc nitrate – in order to generate different porous morphologies. X-ray diffraction showed for all heat-treated samples at different temperatures (from 500 to 900°C) a hexagonal wurtzite structure. The formation of ~50 to 500 nm zinc oxide aggregates were confirmed by transmission electronic microscopy (TEM) and scanning electronic microscopy (SEM) observations. Preliminary image analysis of SEM observations showed that the surface porosity of ZnO powders obtained by acetate precursor is more important than the samples obtained by zinc nitrate.

- AV-P-37 Structural characterization and electrical properties of nanostructured barium and strontium zirconates obtained by polyol synthesis  
 M. Villanueva-Ibáñez<sup>1</sup>, M.A. Flores-González<sup>1</sup>, M.A. Hernández Pérez<sup>2</sup>, N. Daniel Hernández<sup>1</sup> y P. Rivera Arzola<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Nanotecnología y Bio-electromagnetismo Aplicado LaNBA, Universidad Politécnica de Pachuca, Zempoala Hgo., México  
<sup>2</sup>Depto. de Investigación Metalúrgica, ESIQIE – Instituto Politécnico Nacional

In this work, nanostructured barium and strontium zirconates (BaZrO<sub>3</sub> and SrZrO<sub>3</sub>) were prepared using the polyol process at 180°C. Zirconate powders were obtained by mixed barium nitrate or strontium nitrate and zirconium oxychloride with diethylene glycol (DEG). The obtained powders have been structurally characterized by XRD, TEM and SEM. In samples heat-treated at 700°C, barium or strontium carbonates were identified like an unexpected additional phase. Electrical properties of nanostructured zirconates have been studied, such as the Curie temperature, the dielectric constant, resonant frequency, etc. These piezoceramics could be used in medical applications where a high frequency transducer is needed as well as ultrasound.

- AV-P-38 Estudio de la transformación cromática y de fases de un pigmento de limonita procedente de Perú  
 P. Romero-Gómez<sup>1</sup>, J.C. González<sup>1</sup>, A. Bustamante<sup>2</sup>, M<sup>o</sup>. Arjonilla<sup>3</sup>, A. Ruiz-Conde<sup>1</sup> y P.J. Sánchez-Soto<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (ICMS), Centro Mixto CSIC-US, Sevilla  
<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú  
<sup>3</sup>Depto. de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla, Sevilla

Los óxidos de hierro que constituyen una serie de pigmentos naturales, rojos y amarillos, son muy comunes y relativamente abundantes en la naturaleza. Suelen ser componentes principales de muchas rocas, minerales y suelos. Las cualidades que los distinguen han hecho que su uso se mantenga vigente desde época prehistórica hasta la actualidad: facilidad de preparación, gran permanencia a la luz y buena capacidad de cubrimiento, que unidas a su abundancia repercutía en un menor coste respecto a otros pigmentos más exóticos o difíciles de obtener. La limonita es una mezcla mineral de óxidos hidratados de hierro de fórmula FeO(OH).H<sub>2</sub>O y que está constituida principalmente por goetita (α-FeOOH). La goetita y limonita masivas pueden ser indistinguibles.

El mineral de limonita estudiado en el presente trabajo se obtuvo del distrito de Taraco, provincia de Huancañé (región de Puno, Perú). Se han utilizado las técnicas de difracción de rayos X y la microscopía μ-Raman para investigar y seguir la evolución de los cambios cromáticos y de fases, tanto in-situ como ex-situ, en un intervalo de temperaturas de 50 a 500 °C en aire y atmósfera de nitrógeno. De este modo, el cambio cromático más notable de color amarillo a rojo se observó a unos 225 °C, cuando se produce la transformación a hematites.

Los resultados obtenidos se discuten teniendo en cuenta que en los textos clásicos hay constancia de la práctica de la calcinación para obtener el tono deseado de los ocreos amarillos a base de óxidos de hierro, lo que también se practicaba en el Nuevo Mundo. El producto final dependía de elementos circunstanciales, como son la pureza de la materia prima o tierra y sus componentes, la temperatura y el tiempo de calcinación. Por ejemplo, entre los pigmentos nativos descritos según la civilización romana (Plinio), se puede encontrar el grupo más numeroso: haematites (hematites), con distintas variedades que se diferenciaban atendiendo al color, procedencia y propiedades (h. de Etiopía, androdamanta, h. de Arabia, elatiten o miltiten y esquisto o anthraciten); rubrica, nombre genérico de las tierras ocreas de color rojo (almagras) y otras (sinopsis, cicerculum, rubrica fabriles, terra lemnia o sphragis, y otras). En el presente caso se podría considerar que la muestra estudiada es una variedad hematites de la Cordillera de los Andes (Perú).

Por otra parte, entre las tierras calcinadas se recoge una práctica común que solía ser la mezcla de materias primas. Así, silis usta o usta son tierras calcinadas; sandyx en un pigmento rojo artificial, mezcla de minio de plomo y ocre rojo; syricum es otro rojo artificial obtenido por mezcla de sandyx y ocre rojo. Se discuten también similitudes y diferencias entre los pigmentos.

**AV-P-39** Banco de ensayos para materiales piezoeléctricos en aplicaciones viales  
 M. Vázquez Rodríguez<sup>1</sup>, F. J. Jiménez Martínez<sup>1</sup> y J. de Frutos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dep. Sistemas Electrónicos y de Control, EUITT-UPM. Madrid

<sup>2</sup>POEMMA R&D Group. Escuela Técnica Superior Ingenieros Telecomunicación. UPM. Madrid

Los materiales piezoeléctricos, y en especial los cerámicos, amplían su campo de aplicación de día en día. Uno de los campos en los que han entrado con mayor pujanza en los últimos años corresponde a las aplicaciones viales, donde entre otras muchas aplicaciones forman parte de los dispositivos sensores utilizados para monitorizar parámetros como la velocidad, el tipo de vehículo o la densidad de tráfico, deformación o sobrecarga de puentes etc (1-3). Recientemente, se ha abierto un novedoso campo de investigación en la generación y acumulación de energía eléctrica con materiales piezoeléctricos como generadores y acumuladores de carga. Como idea general, se pretende aprovechar la energía mecánica y térmica del paso de los vehículos para generar y acumular energía eléctrica (4-6). Uno de los problemas fundamentales para estos desarrollos, es disponer de bancos de ensayos dónde someter en el laboratorio a los materiales a pruebas de comportamiento y de fatiga en condiciones equivalentes a las reales de un entorno de tráfico rodado y optimizar los procesos de generación y almacenamiento de energía. Con este objetivo, se ha diseñado un banco de ensayos versátil y novedoso.

En esta comunicación se describe el banco de ensayos proyectado y construido en la Universidad Politécnica de Madrid que permite testar los materiales en sus diferentes configuraciones en un rango de velocidades entre los 10 y los 200 km/h, lo que cubre sobradamente las condiciones de tráfico real. Tanto el control del variador de velocidad del motor trifásico que realiza el accionamiento del banco, como la recogida de resultados de medida en las pruebas de excitación y de fatiga de los compuestos piezoeléctricos, se realiza de forma automatizada mediante código generado en LabVIEW<sup>TM</sup> de National Instruments<sup>TM</sup>. El peso que soporta cada eje del banco es configurable, permitiendo hasta 25 kilos por rueda permitiendo reproducir las señales obtenidas en aplicaciones donde los materiales piezoeléctricos actúan de sensores enterrados en la calzada para vehículos tanto pesados como ligeros. Gracias a esta nueva herramienta se facilita la investigación con materiales de este tipo en aplicaciones viales optimizando tanto el tipo como la disposición e instalación de los mismos.

**AV-P-40** Equivalencia entre medidas eléctricas y DRX en la formación de fases cristalinas de pastas de cemento  
 E. Menéndez<sup>1</sup> y J. de Frutos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Eduardo Torroja Ciencias de la Construcción (CSIC), Madrid

<sup>2</sup>POEMMA R&D Group. Escuela Técnica Superior Ingenieros Telecomunicación. UPM. Madrid

Los materiales cementicios sufren cambios muy notables en el proceso de hidratación. Estos cambios tienen lugar en tiempos muy cortos (inferiores a 24 horas) dando como resultado la formación de fases cristalinas que proporcionan características mecánicas especiales a estos materiales. El proceso de hidratación en estos materiales, conlleva cambios notables en la presencia de iones en disolución. La mayor o menor presencia de iones, unido a la movilidad de cada uno de ellos, y a la posibilidad de uniones y enlaces dará lugar a cambios muy significativos en la respuesta eléctrica del material. La medida de esta respuesta eléctrica en diferentes condiciones y frecuencias de trabajo y su posterior relación con la presencia de iones y en consecuencia con las reacciones químicas que están teniendo lugar en el material ha de proporcionar una herramienta de trabajo versátil, rápida y no destructiva para el estudio de estos fenómenos.

En este trabajo, para un material de referencia, y otro modificado con adicciones, se estudiará la respuesta eléctrica en función de la frecuencia en las primeras 24 horas del proceso de hidratación, y lo compararemos con la evolución de la respuesta de difracción de rayos x en el mismo tiempo.

Las medidas de difracción permitirán determinar la presencia o desaparición de diferentes fases cristalinas durante el proceso, y relacionaremos esto con la respuesta eléctrica obtenida. De esta forma pretendemos disponer de una herramienta de fácil implementación que nos permite determinar que fases están evolucionando dentro del material y en qué sentido lo hacen.

**AV-P-41** Effect of processing on the microstructure and dielectric properties of CCTO

P. Leret, M.A. de la Rubia, F. Rubio-Marcos, J.J. Romero and J.F. Fernández

Dept. Electrocerámica. Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

In this work two series of ceramic  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  have been prepared by a solid state reaction, studying the effect of an extra calcination and milling step of the raw materials in one of the products. The comparison of the green powder characteristics, microstructure and electrical properties of the sintered materials is presented and discussed. The double calcination route diminishes the amount of unreacted CuO and thus, a thinner secondary phase  $\leq 10$  nm is better distributed among the grain boundaries enhancing the giant dielectric response. Raman spectroscopy confirms the reduction of unreacted copper, indicating the relation of the Ag(1)/Ag(2) vibrational modes that the stoichiometry of the precursors approaches that of the ideal ceramic CCTO.

**AV-P-42** Effect of calcium aluminate cement on the mechanical strenght of self-flow refractory castables

D. Pinto<sup>1</sup>, A. Silva<sup>1</sup>, A. Segadães<sup>2</sup> and T. Devezas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electromechanical Engineering, Univ. of Beira Interior, Covilhã, Portugal

<sup>2</sup>Department of Ceramics and Glass Engineering (CICECO), University of Aveiro, Aveiro, Portugal

In previous works we have demonstrated that 100% alumina self-flow refractory castables (SFRC) with no cement, composed of a fine-particle matrix and a commercial coarse aggregate, with minimum water content, results in a highly flowable fresh paste (FI, ASTM C230) with high mechanical strength after sintering (MoR, ASTM C133).

The samples without cement were formed by 47.5 wt% of alumina matrix (three fine size particles classes ("–230", "–500" mesh size of tabular alumina, and CT3000SG reactive alumina), and 52.5 wt% of aggregate (three different size classes of commercial tabular alumina [0.2-0.6 mm], [0.5-1.0 mm] and [1.0-3.0 mm]). This composition was optimized in previous works by the authors, using the response surface methodology (Statistica software). In the mixture methodology was used a minimum water content (28 mg/m<sup>2</sup>) and citric acid (0.36 mg/m<sup>2</sup>) as defloculant additive.

The objective of the present work was to evaluate the presence of 1% of calcium aluminate cement CA25 (Almatis) on the mechanical properties of SFRCs at room temperature (CMoR, ASTM C133), as well as at high temperatures (300°C-600°C-900°C-1200°C- HMoR, ASTM C583), using three-point bend testing.

The results were analysed using the Statistica Software (DOE module) to calculate the valid surfaces responses. At high temperature (1200°C) the loss of mechanical strength was 32%, compared with the room temperature. The results also show that the presence of aluminate cement promote a reduction of 23% in CMoR.

AV-P-43 Rare earth porous membranes by colloidal processing  
S.C. Santos, and S.R.H. Mello-Castanho  
Nuclear and Energy Research Institute – IPEN/São Paulo, Brazil

Rare earth porous membranes (RePM) were manufactured by colloidal processing and impregnation method. Ceramic suspensions based on rare earth concentrated (ReC) with 15-25vol% were prepared. The rheological behavior of ceramic suspensions as function of solid load and binder concentration was evaluated by flow curves with shearing rate interval from 0 to 1000s<sup>-1</sup>. A nylon-cotton netting (NC) was selected as template. Impregnated NC templates were subjected to a careful thermal treatment seeing that burning off the organic template could induce sensible residual stress and disrupting the ceramic structure. Sintering at 1600°C/15h the morphology of RePMs were like NC templates and presented a good handle strength.

AV-P-44 Deformación a alta temperatura de nanomateriales cerámicos sinterizados por spark plasma  
I. Álvarez<sup>1</sup>, A.Fernández<sup>2</sup> y R. Torrecillas<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CINN-CSIC. Universidad de Oviedo-Principado de Asturias. Llanera, Asturias  
<sup>2</sup>Fundación ITMA. Parque Tecnológico de Asturias. Llanera, Asturias

La aparición de los nanomateriales ha conllevado necesariamente el desarrollo de técnicas de consolidación, como la sinterización por Spark Plasma (del inglés Spark Plasma Sintering, SPS), que permitan obtener elevadas densidades sin que tengan lugar fenómenos de crecimiento de grano, manteniendo así la nanoestructura del material.

Se ha pretendido en este trabajo estudiar el efecto que puede tener el uso de esta técnica en la deformación a alta temperatura de nanomateriales de alúmina y alúmina reforzada con otras fases cerámicas de tamaño nanométrico. Para ello, se han preparado materiales de alúmina y alúmina reforzada con Carburo de silicio, Granate de itrio y aluminio (YAG) y whiskers de alúmina mediante rutas coloidales. Los materiales se han sinterizado por SPS y caracterizado microestructuralmente mediante técnicas de microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de emisión de campo (FE-SEM). Se ha estudiado su comportamiento a alta temperatura mediante ensayos de flexión en tres puntos. Se ha podido observar en este estudio que, debido a sus características, la técnica de Spark Plasma Sintering genera tensiones en los materiales que bloquean la deformación a alta temperatura. Dichas tensiones se han podido eliminar mediante tratamientos térmicos posteriores, dando lugar a materiales con mayor capacidad para deformarse que los materiales sinterizados de manera convencional.

## Sala PÓSTER-2. CLAUSTRO DEL INSTITUTO DE ESTRUCTURA DE LA MATERIA. Serrano, 123

### Conservación del patrimonio y arqueometría

ARQ-P-01 Hornos hispanomusulmanes: Evolución y tecnología  
J. Coll  
Museo Nacional de Cerámica. Valencia

La arqueología ha deparado el hallazgo de más de 200 hornos cerámicos de cronología andalusí (ss. X al XV) procedentes de más de 20 centros alfareros. Su estudio permite distinguir detalles morfológicos singulares de valor cronológico y tecnológico, siendo particularmente interesante que su tipología permite asociarlos a determinadas producciones cerámicas singulares que marcan el desarrollo tecnológico, como la introducción de vidriados y esmaltes estanníferos para la producción de loza. En la comunicación se presentarán las principales morfologías descubiertas, su dispersión geográfica y se describirán sus aspectos tecnológicos singulares en relación con la producción de cerámicas de diferentes técnicas.

- ARQ-P-02** Caracterización cromática de una vidriera de la Catedral de Valencia  
 D. Gimeno<sup>1</sup>, M. Aulinas<sup>1</sup>, F. Bazzocchi<sup>1</sup>, J.L. Fernandez-Turiel<sup>2</sup>, M. Garcia-Valles<sup>1</sup>, E. Basso<sup>3</sup>, M.P. Riccardi<sup>3</sup> y C. Tarozzi<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Facultad de Geología, Universitat de Barcelona, Barcelona  
<sup>2</sup>Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC, Barcelona  
<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italia  
<sup>4</sup>CAMStudio, Bologna, Italia

El color es uno de los primeros parámetros visuales que se emplea al iniciar un trabajo de caracterización de los vidrios que componen una vidriera, sirve para realizar una primera clasificación de los mismos. A partir de ésta se decide que vidrios son más representativos y por lo tanto deberán ser muestreados para ser posteriormente analizados. Normalmente estos estudios se relacionan con proyectos de restauración de las vidrieras por lo que el tamaño de la muestra a escoger deberá ser mínimo pero suficientemente representativo de cada color sin que afecte al conjunto de la pieza a restaurar. Esta primera atribución que se realiza de manera intuitiva, no deja de ser un método subjetivo, dependiente de la percepción del sujeto que lo lleve a cabo. Para cada individuo la percepción del color es distinta, puesto que intervienen factores como son los neuroreceptores cromáticos fisiológicos del mismo observador, el tipo de luz que ilumina y las propias características físicas del objeto. El color es pues una variable que si se cuantifica facilita el estudio de una vidriera. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos para los diferentes parámetros de color determinados mediante un espectrofotómetro Minolta CM-503i con esfera integrada de un conjunto de fragmentos de una vidriera de la Catedral de Valencia. La determinación del color a partir de una serie de parámetros totalmente objetivos en la medida, ha ido desarrollando desde 1931, por la Comisión Internationale de l'Éclairage (CIE), empleándose comúnmente en la actualidad el protocolo de clasificación CIElab (1976).. La mayor parte de los vidrios estudiados se localizan en el primer cuadrante (tonos amarillos) del diagrama de cromaticidad (CIE L\*a\*b\*), otro grupo menos numeroso en el segundo (verdes) y finalmente dos muestras en el cuarto. En general, los valores de claridad (L\*) excepto para las muestras amarillas son bajos (< 35) así como su gradote de transparencia. Los vidrios "falsamente" amarillos, presentan diferencias significativas respecto a los otros, siendo los valores correspondientes a L\* más altos, oscilando entre aproximadamente 38 y 50, los cuales se correlacionan con el hecho de ser vidrios transparentes han adquirido su color a partir de una capa cromática añadida, que al ser de distinto grueso provoca una variabilidad en de las coordenadas cromáticas. Los valores de C\* indican un bajo grado de saturación del vidrio, la intensidad de su color es pues baja. Como en los demás parámetros cromáticos analizados, los valores más altos también se observan en las muestras "falsamente" amarillas. Existe una buena correlación entre los parámetros L\* y C\* (r = 0,93466).

- ARQ-P-03** Estudio de la cerámica de las comarcas castellanenses de los siglos XIII al XIX  
 L. Chiva<sup>1</sup>, J.J. Gómez<sup>1</sup>, M.C. Peiró<sup>1</sup>, V. Estal<sup>2</sup>, M. Rivera<sup>2</sup> y J.B. Carda<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón  
<sup>2</sup>Patronato Museo Comarcal del Azulejo Manolo Safont, Onda, Castellón

- ARQ-P-04** Cerámica mudéjar de Arévalo  
 R. García<sup>1</sup>, B. Cabrera<sup>2</sup>, P. Recio<sup>3</sup> y C. Pascual<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid  
<sup>2</sup>Castellum, Arqueólogos. Ávila  
<sup>3</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

- ARQ-P-05** Azulejería de Talavera de la Reina y Toledo en la Colegiata de Santa María la Mayor de Talavera: Altares, zócalos y retablos de los siglos XVI al XX  
 D. Portela  
 Cortes Arqueólogos. Talavera de la Reina, Toledo

La Colegiata de Santa María la Mayor se encuentra situada en la Plaza del Pan la más importante de la ciudad. Al este se comunicaba con el convento de los Jerónimos y al Norte con la Plaza del Arzobispo Tenorio. Al Sur se encuentra el claustro y el antiguo cementerio.

La iglesia de Santa María, desde su fundación, es considerada la parroquia mayor de la ciudad y debió de construirse, sobre el solar que ocupaba la mezquita principal, cuando Talavera es incorporada a la corona castellana por Alfonso VI, en 1085. En 1211 Alfonso VIII y el arzobispo Jiménez de Rada la elevan a la categoría de Colegial.

El templo actual, de estilo gótico mudéjar, comienza a construirse por el arzobispo Pedro Tenorio en el último cuarto del siglo XIV y se termina en el primer cuarto del siglo XVI en el que ya se incorporan algunos revestimientos cerámicos de cuerda seca y arista de los alfares toledanos.

En los siglos XVII y XVIII, la construcción de varias capillas y embellecimiento de otras, potenciará la utilización de la azulejería de Talavera en zócalos y frentes de altar.

En el siglo XX el ceramista Ruiz de Luna decora la capilla de San Francisco o del Cristo del Mar con un zócalo de azulejos y dos retablos, el del Cristo del Mar y el de las Santas alfareras Justa y Rufina.

## Materiales cerámicos y vítreos para la salud

### BIO-P-01 Biocerámicas de fosfato tricálcico con silicio y magnesio en solución sólida

I. García-Páez<sup>1,2</sup>, A. H. De Aza<sup>1</sup>, R. García Carrodeguas<sup>1</sup> y P. Pena<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Madrid.

<sup>2</sup>Universidad Francisco de Paula Santander. San José de Cúcuta. Colombia

Las biocerámicas de fosfato tricálcico ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) se utilizan clínicamente desde hace más de treinta años, como materiales para implantes por su biocompatibilidad y biodegradabilidad. Por otro lado, el silicio y el magnesio son elementos esenciales para el metabolismo óseo, por lo que la obtención de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  dopado con dichos elementos presenta gran interés. Utilizando el sistema fosfato tricálcico-dióxido,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{-CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ , se han diseñado y obtenido materiales de  $\beta$ - y  $\alpha+\beta$ - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  con Si y Mg en solución sólida, con potencial aplicación en reparación ósea. Se ha estudiado la mineralogía y la microestructura de los materiales obtenidos, mediante difracción de rayos X, análisis térmico diferencial y microscopía electrónica de barrido con microanálisis. Estudios in vitro en suero fisiológico artificial han confirmado la baja reactividad del  $\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Finalmente se ha determinado su resistencia a la compresión diametral y se ha relacionado con la microestructura.

### BIO-P-02 Initial adhesion of staphylococcus epidermidis and pseudomonas aeruginosa to nanohydroxyapatite

L. Grenho<sup>1</sup>, M.P. Ferraz<sup>1,2</sup> y F.J. Monteiro<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>CEBIMED—Centro de Estudos em Biomedicina Universidade Fernando Pessoa. Porto. Portugal

<sup>2</sup>INEB—Instituto de Engenharia Biomédica Universidade do Porto. Porto. Portugal

<sup>3</sup>Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia, FEUP Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais. Porto. Portugal

Nanohydroxyapatite (nanoHA) is a bioceramic material that has a special interest regarding bone surgery, especially to be used as bone-regeneration scaffold material or as coating for metal implants due to its biocompatible, bioactive, biodegradable and osteoconductive characteristics. However, bacterial adhesion is currently considered to be one of the most important issues concerning biomaterials used in medicine, due to the fact that bacterial biofilm formation is difficult to fight or remove and can be responsible for recurrent infections. The purposes of the present study were, on one hand to compare two different types of nanoHA samples, with heat-treatments at 725°C and 1000°C, based on susceptibility to the initial adhesion of two clinically relevant species, two Gram positive strains of *S. epidermidis* and one Gram negative strain of *P. aeruginosa*, and on the other to study the influence of surface roughness and hydrophobicity on bacterial adhesion. Adhered cells were evaluated after 30, 60 and 90 minutes of adhesion, by scanning electron microscopy (SEM) and quantified by confocal microscopy and as colony forming units (CFU's) after being released by sonication. The hydrophobicity was assessed by contact angle measurements while surface roughness was followed by atomic force microscopy (AFM). The quantity of bacterial adhesion is very similar between all studied bacterial strains for nanoHA sintered at 725°C. Concerning nanoHA at 1000°C the clinical strain of *P. aeruginosa* showed more ability to adhere, even when compared to *S. epidermidis* RP62A, a slime positive strain. The clinical strain of *S. epidermidis* was the only one that didn't show adhesive ability to nanoHA sintered at 1000°C over time. A correlation between bacterial adhesion and surface roughness or hydrophobicity was not confirmed indicating that other factors may influence bacterial adhesion.

### BIO-P-03 Caracterización química, mineralógica y textural de talco procedente de Fuengirola (Málaga)

M. Raigón<sup>1</sup>, C. Sanromán<sup>1</sup>, E. Garzón<sup>2</sup>, J. Pascual<sup>3</sup>, A. Ruiz-Conde<sup>4</sup> y P.J. Sánchez-Soto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>La Maestranza-Simón Verde, Gelves, Sevilla

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Rural, Universidad de Almería, Almería

<sup>3</sup>Unidad Asociada al CSIC-ICMS, Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación, Universidad de Málaga, Málaga

<sup>4</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (ICMS), Centro Mixto CSIC-US, Sevilla

En el presente trabajo se ha estudiado una muestra industrial de talco procedente de un yacimiento en Fuengirola (Málaga). Una muestra media representativa de dicho material se ha caracterizado por distintas técnicas que permitieron conocer datos de análisis químico (FRX), análisis mineralógico (DRX), análisis textural (Sedigraph y SEM-EDX) y análisis térmicos (TG-ATD y dilatometría). El análisis químico indica una presencia mayoritaria de sílice (54 %) y óxido de magnesio (30 %), si bien el contenido de impurezas mayoritarias, como óxidos de hierro y aluminio son relativamente elevados (ca. 7.5 %), además de una pérdida por calcinación mayor en relación a la de talco teórico. En la muestra estudiada se ha identificado la presencia mayoritaria de talco (70 % en peso) y otros filosilicatos del grupo de las cloritas (30 %).

En cuanto a características texturales, el análisis granulométrico mostró un fino grado de división del talco, con un contenido de fracción mayoritaria comprendida entre 40 y 6  $\mu\text{m}$  y un diámetro medio de partículas de 10.16  $\mu\text{m}$ . Por otra parte, los análisis térmicos (TG-ATD) han permitido comprobar la presencia de minerales de tipo clorita debido a sus efectos térmicos característicos, tanto de pérdidas de peso como endotérmicos. Así, a 575-610 °C se deshidroxilan en una primera etapa (capa tipo brucita); a unos 700-780 °C en otra segunda (capa tipo mica). La deshidroxilación del talco se produce entre 800 y 1000 °C. Se discuten los resultados obtenidos como punto de partida en posteriores estudios sobre comportamiento cerámico de esta muestra.

**BIO-P-04** Evolución térmica y propiedades cerámicas de un talco industrial que contiene clorita

P.J. Sánchez-Soto<sup>1</sup>, A. Ruiz-Conde<sup>1</sup>, E. Garzón<sup>2</sup>, L. Morales<sup>2</sup>, J. Pascual<sup>3</sup> y M. Raigón<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (ICMS), Centro Mixto CSIC-US, Sevilla

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Rural, Universidad de Almería, Almería

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación, Universidad de Málaga, Málaga

<sup>4</sup>La Maestranza-Simón Verde, Gelves, Sevilla

El talco presenta interés como materia prima cerámica en la fabricación de materiales muy importantes por sus aplicaciones tecnológicas, como son los resistentes al choque térmico. En este trabajo se estudia una muestra industrial de talco (70 % talco y 30 % de clorita). Se han preparado probetas cilíndricas por prensado y se han sometido a tratamiento térmico hasta 1450 °C, realizándose las siguientes determinaciones: contracción lineal (CL), capacidad de absorción de agua (CAA), densidad aparente (Da) y porosidad abierta (Pa). El desarrollo y evolución de fases con la temperatura se estudió por DRX y las microestructuras por SEM-EDX.

Los resultados han permitido observar primero el efecto de la deshidroxilación de los filosilicatos por debajo de 1000 °C en las propiedades cerámicas. La CAA disminuye lentamente desde un 14 % a 900 °C hasta 1250 °C, con una disminución más rápida pero que no se anula a 1350 °C y un posterior aumento. La Da alcanza un máximo de 2.74 g/mL a 1400 °C. La Pa sigue una evolución similar a la CAA. Según esto, el intervalo de cocción para vidriar productos relativamente porosos se situaría entre 1000 y 1100 °C; para productos más compactos, entre 1350 y 1450 °C pero con riesgos de sobrecocción y con deformaciones en las probetas por hinchamiento. Todo el talco se ha descompuesto a 800 °C y la fase enstatita aumenta en proporción, siendo máxima a 1200 °C, según DRX. La cristobalita se detecta a 1200 °C, siendo máxima a 1250 °C y disminuyendo posteriormente. Las microestructuras obtenidas están en consonancia con los cambios observados, detectándose un paulatino aumento de la fase vítrea que va rellenando los poros por encima de 1200 °C, aumentando la compactación del material.

**BIO-P-05** Obtención de vidrios/biovidrios-nCu a partir de polvos nanoestructurados caolín-nCu y diatomea-nCu: Evaluación de su capacidad biocida

B. Cabal<sup>1</sup>, M. Miranda<sup>2</sup>, M. Suárez<sup>2</sup>, F. Malpartida<sup>3</sup>, F. Barba<sup>4</sup>, R. Torrecillas<sup>5</sup> y J. S. Moya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid

<sup>2</sup>ITMA Materials Technology, Llanera, Asturias

<sup>3</sup>Centro Nacional de Biotecnología, CSIC Madrid

<sup>4</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC Madrid

<sup>5</sup>Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología, CSIC. Universidad de Oviedo (UO). Principado de Asturias, Llanera, Asturias

La resistencia microbiana a los antibióticos está aumentando a un ritmo alarmante, por lo que actualmente múltiples grupos de investigación están estudiando nuevos agentes para obtener una elevada efectividad contra dichos microorganismos y desarrollar compuestos de bajo coste para producirlos a nivel industrial. El desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en la última década ofrece oportunidades para explorar el efecto biocida de las nanopartículas metálicas. Las propiedades antibacterianas, antivíricas y desinfectantes de la plata se conocen desde hace siglos. Sin embargo, solamente unos pocos estudios han analizado las propiedades bactericidas de las nanopartículas de cobre.

En este trabajo se prepararon polvos nanoestructurados silico aluminosos (caolín y tierras de diatomeas) conteniendo nanopartículas monodispersas de cobre. La incorporación de las nanopartículas metálicas se evaluó siguiendo dos procedimientos diferentes a partir de nitrato de cobre como precursor. Por un lado se llevó a cabo una reducción química, empleando borohidruro de sodio como agente reductor, y por otro se realizó una reducción térmica en atmósfera Ar/H<sub>2</sub>. Se obtuvieron muestras con un contenido final de cobre del 1 y 5 % en peso. Todas las muestras fueron caracterizadas mediante análisis químico, DRX, espectroscopia Vis-UV y TEM. Para evaluar el efecto biocida de estos compuestos se realizaron ensayos bactericidas y fungicidas sobre tres microorganismos: *Escherichia coli* JM 110 (bacteria Gram-negativa), *Micrococcus luteus* (bacteria Gram-positiva) e *Issatchenkia orientalis* (levadura). Con el objeto de determinar el nivel de toxicidad se determinó la concentración de cobre presente en el líquido sobrenadante obtenido por centrifugación después de cada ensayo biocida.

Una vez obtenidos estos polvos nanoestructurados con nanopartículas de cobre se incorporaron a una matriz vítrea (vidrio o biovidrio) mediante un proceso de sinterización siguiendo una ruta "bottom-up", evitando la aglomeración de las nanopartículas metálicas. De forma análoga que en el caso de los precursores (caolín-nCu, diatomea-nCu), se evaluó la capacidad biocida de estos nuevos polvos vítreos siguiendo un protocolo similar al realizado con los materiales de partida.

**BIO-P-06** Aplicación de los métodos de cálculo termodinámico CALPHAD a sistemas basados en fosfatos

S. Serena<sup>1</sup>, M.A. Raso<sup>2</sup>, M.A. Sainz<sup>1</sup>, L. Carbajal<sup>1</sup> y A. Caballero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC, Madrid

<sup>2</sup>Dpto. Química Física Universidad Complutense de Madrid. Madrid

Los métodos de cálculo termodinámico empleando la metodología CALPHAD (Calculation of Phase Diagrams) constituyen una poderosa herramienta para el diseño y desarrollo de materiales, puesto que pueden ser utilizados tanto en su formulación, diseño de ciclo térmico, etc, como en la simulación del comportamiento del material en el entorno de trabajo (procesos de corrosión, temperatura y presión, condiciones atmosféricas...). De hecho, estos métodos son ampliamente utilizados en sistemas metálicos, sin embargo, en sistemas cerámicos su uso no está tan extendido. Aunque ya han sido publicados algunos sistemas de gran relevancia en el campo de la cerámica, incluyendo  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  —  $ZrO_2$ , en la actualidad no se ha abordado de forma metódica el estudio de sistemas basados en fosfatos. Estos son de enorme interés hoy en día debido a su aplicación en el desarrollo de biomateriales.

En este trabajo se muestran los resultados de la evaluación termodinámica de sistemas del tipo  $XO-P_2O_5$  siendo  $X = Ca, Zn, Mg...$ . Dada la complejidad de los líquidos y sólidos implicados y la heterogeneidad de los datos termodinámicos y experimentales existentes, se han propuesto modelos de líquido iónico y de subred para describir las fases del sistema. Las funciones de energía libre de Gibbs se han referido a la mezcla de los óxidos constituyentes. El acuerdo con los datos experimentales valida los modelos propuestos y demuestra la utilidad de la metodología CALPHAD en el estudio de sistemas basados en fosfatos.

**BIO-P-07** Characterization and in vitro evaluation of Hydroxyapatite and  $\beta$ -TCP scaffolds in the presence of human mesenchymal cells

L. Rodrigues<sup>1,2,3</sup>, V.Gomide<sup>2,3</sup>, C. Gonçalves<sup>2,3</sup>, C. Zavaglia<sup>1</sup>, M H Fernandes<sup>4</sup> y F.J. Monteiro<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia de Materiais. Fac. Eng. Mecânica. Depto. Eng. Materiais Cidade Universitária, Campinas, SP Brasil

<sup>2</sup>Divisão de Biomateriais, INEB, Instituto de Engenharia Biomédica, Porto, Portugal

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, FEUP, Porto, Portugal

Aiming at studying new ceramic based scaffolds for bone tissue regeneration, this work has developed scaffolds based on macroporous sponges with interconnected porosity obtained via a sol/gel process involving a source of phosphate and a source of calcium ions with a Ca/P ratio of 1.67. To this material, aggregates of nanoparticles of hydroxyapatite and  $\beta$ -TCP were added during sol/gel process. Also salts or sugars were included to be later removed to produce the macropores. Heat treatments were performed to sinter the material and stabilize it without destroying the nanometer range dimensions of the crystals in the aggregates. Samples Characterization included SEM/EDS, XRD and porosity measurements. The results indicate that the scaffolds have porosity and pore size adequate for cell adhesion and proliferation. Cell viability in the presence of the scaffolds was evaluated for human mesenchymal stem cells by MTT assay, alkaline phosphatase and of collagen secretion. The optical density measurement was done at 595 nm. The alkaline phosphatase production was evaluated by BCIP-NBT assay. Collagen production was analyzed by SIRCOL assay in the cultures supernatant. The statistical analysis was performed in triplicate experiments. Analysis of the results was carried out using the Student's t-test, with a significance level of  $p < 0.05$ . The results although preliminary, indicate that the scaffolds are promising materials for bone repair, providing a good environment for the adhesion and proliferation of human mesenchymal stem cells in vitro.

**BIO-P-08** Estudio de la estructura local de vidrios bioactivos de fusión y sol-gel

H. Aguiar, J. Serra, P. González y B. León

Dpto. de Física Aplicada, Universidad de Vigo, Vigo

Los vidrios bioactivos basados en sílice son materiales destinados a interactuar con sistemas biológicos, siendo utilizados para reparar, reemplazar o regenerar tejidos vivos dañados. Su principal característica es la capacidad para reaccionar químicamente con el medio fisiológico circundante formando enlaces fuertes y duraderos con el tejido vivo. El carácter bioactivo de estos vidrios está íntimamente relacionado con su textura y estructura abierta que resulta de la incorporación a la matriz vítrea de modificadores de red ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , etc.), los cuales juegan un importante papel en la dinámica interna del material.

El objetivo de este trabajo es la realización de un estudio comparativo de la estructura local de vidrios producidos por los métodos de fusión y sol-gel, pertenecientes al sistema  $SiO_2-P_2O_5-CaO-MgO-Na_2O-K_2O$ . Los cambios en la estructura y configuración de enlaces originados por la variación en la composición de los vidrios se han observado experimentalmente por espectroscopías Infrarroja y Raman por Transformada de Fourier, espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear de Ángulo Rasante (MAS-NMR) y Microscopía Electrónica de Transmisión de Alta Resolución (HRTEM). Por último, las evidencias experimentales se discuten y relacionan con diversos modelos teóricos.

**BIO-P-09** Nuevos materiales vitrocerámicos en el sistema  $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$  para restauración dental

P. Callejas, F. Barba y F. Capel  
 Instituto de Cerámica y Vidrio. CSIC. Madrid

La demanda clínica de restauraciones totalmente cerámicas está aumentando; se necesita disponer de materiales cerámicos tenaces, estables a largo plazo y con apariencia similar al diente natural. En este sentido las cerámicas de circonas están jugando un papel relevante en este tipo de aplicaciones. Los materiales vitrocerámicos, por la flexibilidad composicional y estructural que incorporan pueden jugar un papel clave como recubrimientos estéticos y con sistemas para evitar los problemas de crecimiento subcrítico de grietas producidos en las circonas estabilizadas por la corrosión

Se han realizado estudios de obtención de materiales vítreos de disilicato de litio con aditivos de  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ . La composición química del material vítreo está situada en el punto eutéctico del sistema binario  $\text{Li}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  que corresponde a la fase del disilicato de litio. La muestra vítrea es molida en un molino de atrición discontinuo con bolas de  $\text{ZrO}_2$ . Los ensayos de adhesión se han realizado sobre una aleación metálica comercial para prótesis dental. Para estos recubrimientos se ha utilizado un horno vertical al vacío con diferentes ciclos de tratamiento térmico. En la caracterización de estos materiales vitrocerámicos se han utilizado las técnicas de microscopía de calefacción, DRX, MEB/EDX y un microdureómetro Hv Vicker para determinar su resistencia al crecimiento subcrítico de grieta y la microdureza.

Los resultados experimentales destacan la calidad estética y las excelentes propiedades de resistencia mecánica y química de este tipo de recubrimientos

**BIO-P-10** Hydroxyapatite coatings on membrane of gelatin/chitosan for use guided tissue regeneration

E. da Silva Rigo<sup>1</sup>, K. de Almeida<sup>1</sup>, L. Mira Buzone<sup>1</sup>, L.J. Cabrelon Dominato<sup>1</sup>, L.C. de Oliveira Vercik<sup>2</sup> y A. Vercik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Básicas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga (SP), Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Materiais, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas (SP), Brasil

One of the main obstacles to successful bone healing and creation of new bone formation is much faster and epithelial tissue. The bone can be regenerated in a more predictable when isolated from adjacent connective tissue. The migration of soft tissue hinder or totally prevent osteogenesis in the defect. One of the factors harmful to bone development, related to this migration, is the production of fibroblasts by soluble factors inhibiting bone cell differentiation and osteogenesis. The principle of physically seal an anatomical site to improve healing of certain types of tissue and target tissue regeneration has been accomplished through the use of mechanical barriers, also known as membranes, which are used in regenerative techniques such as Guided Tissue Regeneration (GTR) with exactly the goal of regeneration of bone support. Besides the use of membranes to optimize bone formation in the alveoli are bioactive materials or osteoconductive such as hydroxyapatite (HA) which can also contribute to this process. In this context, samples were obtained with the gelatin / chitosan with and without HA coating. Solutions of gelatin and chitosan were mixed at a ratio of 50:50 after drying the samples were neutralized with NaOH. For coating part of the samples were immersed in a solution of sodium silicate (SS) and re-immersed in synthetic body solution (1.5 SBF). The samples were characterized by scanning electron microscopy (SEM), infrared spectroscopy (IR). The membranes showed ideal characteristics for use in GTR with respect to stiffness and flexibility, thickness, ease of handling, the layer of calcium phosphate formed on the surface was not homogeneous.

**BIO-P-11** Silver-hydroxyapatite: Synthesis and antimicrobial activity

E. da Silva Rigo<sup>1</sup>, L.C. de Oliveira Vercik<sup>2</sup>, A.C. Nakashima Vaz<sup>1</sup>, S. M. P. Pugine<sup>1</sup>, A. Vercik<sup>1</sup> y M. Pires de Melo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Básicas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga (SP), Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Materiais, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas (SP), Brasil

Materials for the implantology are biocompatible, but this does not preclude the presence of foreign material in the body, not only can interfere with the defense mechanism but also influence the doses of antibiotics necessary to protect it against possible infections, becoming a serious problem in the medical field. One way is to use a quantity of material in the bone-implant interface at higher doses, but in some cases still occurring removal of this implant. The administration of antibiotics in many cases can not be effective because it causes the formation of a layer surrounding the implant and this layer it acts as a barrier to this antibiotic acts at the site of infection. One way of prevention and treatment of bacterial infections is through the use of silver salts. In this context the present work was hydroxyapatite (HA) with three concentrations of silver via chemical precipitation. The samples were analyzed using the techniques of X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) the antibacterial effect using the Agar dilution method with a culture of Staphylococcus Aureus (ATCC 29213) at 37°C, for 24 hours. The samples with three concentrations of silver showed the HA phase as major phase. The results of disk diffusion test showed that the three HA samples with Ag inhibited the growth of bacteria. The method of chemical precipitation of HA with Ag is promising for obtaining bioactive materials with antibacterial characteristics for various applications.

**BIO-P-12** Hydrothermal synthesis of hydroxyapatite particles under different citrate/calcium ratios for healthcare applications  
 C. Santos<sup>1,2</sup>, M.M. Almeida<sup>1</sup> y M.E.V. Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ceramics and Glass Engineering, CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

<sup>2</sup>Polytechnical Institute of Setubal, EST, Estefanilha, Setubal, Portugal

In spite of its high potential for healthcare applications, tailoring of hydroxyapatite (Hap) particles with scheduled properties is far from being achieved. It is well known that Hap particles characteristics including stoichiometry, cristalinity and morphology seriously affect their bioactivity and solubility in biological environment thereby conditioning their possible applications. Hence the close control of Hap particles characteristics is of paramount importance thus justifying the interest of investigating the experimental conditions dependence of Hap particles properties.

The present study aims to contribute for a better understanding of chelant effects on of Hap particles properties synthesized from aqueous solutions containing different citrate concentrations. For this purpose Hap particles were precipitated by a hydrothermal method at high temperature (>100°C) from calcium/phosphate/citrate solutions with calcium/citrate (Ca/cit) ratios ranging from 3 to 7. The obtained TEM results show a strong influence of Ca/cit ratio on the growth mechanism of Hap particles, with the increase of Ca/cit ratio being followed by an increasing particle size and changes of particle shape as well. Consequently strong dissimilarities in the particle specific surface area (BET isotherm) are also observed. Furthermore the results revealed that for a Ca/cit ratio>3,5 the absorption bands normally assigned to -COO- groups in Hap particle FTIR spectrum become different too, thus indicating citrate ions to interact differently with Hap surfaces, depending on citrate concentration. The correlations between Hap particle morphology modifications and citrate ion concentrations are here discussed attempting to get a deeper insight into the role of citrate ion on Hap particle growth mechanism.

**BIO-P-13** Síntesis, caracterización y propiedades de transporte de los óxidos  $ACo_{2-x}Ru_{4-x}O_{11}$   
 B. Pato-Doldán, M. Sánchez-Andújar, S. Castro-García y M.A. Señarís-Rodríguez  
 Depto. de Química Fundamental, Universidade da Coruña, A Coruña

Los óxidos de metales de transición con electrones fuertemente correlacionados están siendo objeto de múltiples estudios debido a las propiedades que presentan, y que abarcan desde la superconductividad hasta las propiedades termoeléctricas.

Nuestro grupo de investigación se ha fijado recientemente en un sistema laminar de fórmula general  $AM_2Ru_4O_{11}$  (A=Ba, Sr y M= Mn, Fe, Co). Su estructura, de simetría hexagonal (grupo  $P6_3/mmc$ ), consiste en capas de octaedros (M/Ru) $O_6$  que comparten una arista, entre las que se encuentran octaedros (M/Ru) $O_6$  que comparten una de sus caras, y bipirámides trigonales (M/Ru) $O_6$ , junto con los cationes A.

En la presente comunicación nos centramos en los compuestos  $ACo_{2-x}Ru_{4-x}O_{11}$  (A=Sr, Ba; x=0,1) con el objetivo de estudiar sus propiedades termoeléctricas. Estos materiales fueron preparados mediante el método cerámico y caracterizados estructural y microestructuralmente mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de transmisión. Además hemos medido su resistividad y su coeficiente Seebeck para determinar sus propiedades termoeléctricas.

## Estrategias de futuro en materiales de construcción

**CON-P-01** Ecopigmentos cerámicos verdes y amarillos de Pr<sub>2</sub>Mo<sub>2</sub>O<sub>9</sub> dopados con calcio obtenidos por coprecipitación química  
 R. Galindo, C. Gargori, M. Llusar, A. García, J. Badenes y G. Monrós  
 Dpto. de Química Inorgánica y Orgánica, Universidad Jaume I, Castellón

En esta comunicación se presenta la síntesis y la caracterización de pigmentos verdes y amarillos  $(Pr_{2-x}Ca_x)Mo_2O_9$  x=0,1 a 0,6 para la coloración de vidriados cerámicos en aplicaciones a bajas temperaturas. La obtención vía cerámica de estos pigmentos a partir de  $Pr_6O_{11}$ ,  $CaCO_3$  y  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$  requiere temperaturas de síntesis relativamente altas que dificultan la preservación de la estequiometría de la disolución sólida. Mediante una metodología de coprecipitación amoniacal de acetato de praseodimio hidrato, nitrato de calcio hidrato y  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ , se obtiene la fase de forma mayoritaria a sólo 900°C. Con x=0,6 se obtienen polvos amarillos  $L^*a^*b^*=80/-1,8/39,6$  que producen coloraciones amarillas por adición del 5% a una fritada de bicocción cerámica (1050°C) de valores 83,4(L\*), 0,5(a\*), 24,7(b\*). La utilización de tierras raras y molibdeno induce una baja toxicidad en estos materiales, en contraposición a los de base cadmio. por lo que se consideran una alternativa para colorear plásticos, textiles y papel. Asimismo los pigmentos estabilizados mediante coprecipitación pueden ser utilizados en aplicaciones a baja temperatura en cerámica vidriada como las descritas en la comunicación.

**CON-P-02** Compatibilidad de aditivos basados en policarboxilato y modificadores de la viscosidad en pastas de cemento portland  
 M. Palacios<sup>1</sup>, F. Puertas<sup>2</sup> y A.J. Sanchez-Herencia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC. Madrid

Los aditivos químicos se han convertido, tanto en el sector de la cerámica como en el de la construcción, en elementos fundamentales para optimizar el procesado del material y mejorar las propiedades finales. Los aditivos superplastificantes (denominados dispersantes en el sector cerámico) se utilizan en el sector de la construcción para incrementar la fluidez del hormigón ya que se adsorben sobre las partículas de cemento y desarrollan una repulsión de tipo estérico entre ellas. Asimismo, en la preparación de hormigones autocompactantes es necesaria la incorporación de aditivos modificadores de viscosidad (VMA) con el objeto de incrementar la viscosidad en los estados de reposo y evitar fenómenos de segregación. La utilización conjunta de estos aditivos de diferente composición puede implicar problemas relacionados con su incompatibilidad, tales como pérdidas rápidas de fluidez o tiempos de fraguado anómalos. El presente trabajo estudia la compatibilidad de aditivos basados en policarboxilato con aditivos modificadores de viscosidad con diferentes formulaciones en pastas de cemento Portland.

Se ha estudiado el efecto de la incorporación de dos aditivos modificadores de viscosidad basados en biopolímeros y sílice coloidal sobre pastas un cemento CEM I 52.5R formuladas con un aditivo superplastificante PCE. Los resultados obtenidos indican que la incorporación de ambos aditivos VMA produce un incremento del esfuerzo de cizalla umbral, siendo menor en los basados en biopolímeros, aunque éstos originan un mayor retraso de los procesos reactivos. Asimismo se ha observado que el comportamiento reológico se ve influenciado por el orden de incorporación de los aditivos.

**CON-P-03** Desarrollo de técnicas de procesado de imagen digital para la creación de decoración cerámica flexible

B. Defez, F. Giménez Alcaide, V.M. Santiago y G. Peris-Farjarnés

Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

En el presente trabajo se presenta un nuevo concepto de diseño cerámico de pavimentos y revestimientos, basado en procesado de imagen digital. Estas técnicas se fundamentan en la definición y posterior programación de algoritmos matemáticos sobre soportes informáticos. Los algoritmos manipulan una imagen de partida (diseño o boceto inicial), tratándola como una matriz de datos, en donde cada entrada de la matriz contiene las coordenadas de color del pixel de la imagen situado en esa posición. La manipulación da lugar a una imagen de salida, de características diferentes y deseadas, que será imprimida en la baldosa mediante la tecnología existente.

Se pretende potenciar la diversidad y creatividad de los diseños cerámicos, flexibilizar y automatizar el proceso de diseño en sí mismo, y optimizar la decoración en la línea de fabricación, de forma que el resultado final del proceso se corresponda con el diseño inicial de forma óptima.

Mediante la "automatización" no se limita en absoluto el trabajo del diseñador sino todo lo contrario. Se trata de dotarlo de herramientas computacionales que le permitan centrarse por completo en la estética de su producto

**CON-P-04** Estudio de materias primas colombianas de interés para el sector productivo de baldosas cerámicas

O.J. Restrepo<sup>1</sup>, J. Rincón<sup>1</sup>, C.M. Ríos<sup>2</sup>, E. Barrachina<sup>3</sup>, E. Cerisuelo<sup>3</sup> y J.B. Carda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia

<sup>2</sup>Eurocerámica, Medellín, Colombia

<sup>3</sup>Tierra Atomizada S.A., l'Alcora, Castellón

<sup>4</sup>Depto. de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

**CON-P-05** Caracterización de las arcillas caoliníticas de interés industrial de la Terra Alta (Tarragones)

I. Grande, M. García-Vallés, J.M. Nogués y S. Martínez

Dpt. Cristal·lografia, Mineralogia i Dip. Minerals, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Barcelona

El objetivo de este trabajo es la caracterización de los materiales arcillosos de la Terra Alta con la finalidad de evaluar su posible aprovechamiento como recurso, puesto que se trata de una materia prima con un importante valor económico. Los afloramientos o yacimientos (activos o abandonados) se han agrupado en tres zonas: Horta de Sant Joan y Prat del Compte (1), Prat del Compte y Pinell del Brai (2), y al norte de Pinell del Brai (3). Las dos primeras de edad Cretácico-Paleógeno, y la tercera Triásica. En primer lugar, se han caracterizado las arcillas desde un punto de vista composicional (fluorescencia de rayos-X), mineralógico (difracción de rayos-X) y de comportamiento térmico (análisis térmico diferencial y termogravimétrico). Para seguir con el estudio de sus propiedades cerámicas, realizado a través de la granulometría, la plasticidad, la dilatometría y sus curvas de gresificación, para poder llegar a evaluar sus posibles aplicaciones y establecer la temperatura de cocción de las pastas. Los niveles más blancos de la zona (1) son los más puros, con un alto contenido en alúmina 31-38% y un 0'9-1% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; y los niveles versicolores un 14-25% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y un 3-12% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; con valores de índice de plasticidad (IP) bajos entre 3 y 5. En la zona (2) el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en un 16-28% y el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 4-10%, cuyo IP oscila entre 6 y 12. Y en la (3) entre un 28% el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y un 7% el hierro, con un IP del 20,2. Se trata de arcillas con una baja proporción de fundentes.

**CON-P-06** Minerales industriales para mejora del comportamiento al fuego de materiales y productos de construcción  
 J. Bastida<sup>1</sup>, R. Ibañez<sup>2</sup>, P. Pardo<sup>1</sup>, M.M Urquiola<sup>1</sup>, A.M. López Buendía<sup>3</sup> y C. Suesta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dto. Geología. Universidad de Valencia. Burjassot, Valencia

<sup>2</sup>Institut de Ciència de Materials (ICMUV). Universitat de Valencia. Paterna, Valencia

<sup>3</sup>AIDICO, Instituto Tecnológico de la Construcción, Paterna. Valencia

Las euroclases de reacción al fuego, se recogen en la normas UNE EN-12501-1,2 que mejoran la clasificación de la anterior norma UNE 23727, basada en inflamabilidad e incombustibilidad .

Son aspectos esenciales de la resistencia al fuego en construcción, el mantenimiento de la capacidad portante, así como la capacidad de confinamiento del incendio impidiendo la ignición y la propogación de la llamas, siendo la característica relevante, el tiempo en que se mantiene (permitiendo evacuación , y actuación contra el fuego).

En construcción, son métodos habituales de protección al fuego: ejecución de revestimientos con cementíceos, empleo de paneles y elemento de escayola y yeso o de otros aislantes (con perlita o vermiculita, y ligantes), sistemas a base de fibras, esprays de cemento o yeso con adiciones ligeras, productos intumescentes, rellenos (mortero, hormigón ,agua) y bloqueo de la radiación (mediante escudos que crean cámaras vacías o mediante aspersores).

Los minerales industriales utilizados, pueden ser cristalinos o no, y pueden utilizarse como fillers, o bien como áridos o ligantes. .Pueden distinguirse cuatro modalidades de comportamiento protector: inerte (aportando baja densidad o alta porosidad), sustracción de calor mediante transformaciones endotérmicas, intumesciente (dando lugar a una capa protectora hinchada) y reacción con oxígeno disminuyendo su contribución a la combustión,

En la comunicación, se analiza el segundo comportamiento, considerando la presencia de accidentes en los registros de ATD, en tres intervalos hasta 900°C, para comparar los minerales normalmente utilizados en protección al fuego y retardo de llama, con posibles alternativos, en construcción.

**CON-P-07** Cinética de cristalización y propiedades tecnológicas de gres porcelánico conformado a diferentes presiones

J.M. Pérez, J.M<sup>a</sup>. Rincón y M. Romero

Grupo de Materiales Vítreos y Cerámicos, Dpto. de Sistemas Constructivos de la Edificación. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC. Madrid

El gres porcelánico es un material de construcción altamente vitrificado que destaca por sus características técnicas (absorción de agua < 0,5%, resistencia a la helada, etc...). En la industria, este material normalmente se conforma a una presión de 40 MPa. El objeto de este trabajo ha sido estudiar el efecto que ejerce la presión de prensado en la cinética de cristalización de la fase mullita y en las propiedades finales del producto. Para ello, se ha preparado una mezcla de arcilla caolinítica (50%), feldespato (40%) y cuarzo (10%) que se ha conformado a diferentes presiones (10, 20, 30 y 40 MPa) y sometido posteriormente al proceso de monococción rápida ("fast-firing") habitual en la fabricación de este tipo de materiales. La cinética de cristalización de mullita se ha estudiado mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) empleando el método de Kissinger para obtener la energía de activación a las diferentes presiones. Se han determinado las propiedades tecnológicas de los materiales finalmente obtenidos, a saber: absorción de agua, contracción lineal, porosidad (abierta, cerrada y total) y resistencia a flexión, a la vez que se ha estudiado la microestructura mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y la formación de las fases cristalinas por Difracción de Rayos X (XRD). Los resultados muestran que la presión no tiene un efecto muy acusado en la cristalización de la mullita ni en las propiedades, salvo para bajas presiones de prensado.

## Materiales en sistemas de generación y acumulación de energía

**DE-P-01** Desarrollo de capas absorbentes para células solares CIGS mediante deposición de nanopartículas

L. Oliveira<sup>1</sup>, T. Todorova<sup>1,3</sup>, R. Martí<sup>1</sup>, E. Chassaing<sup>2</sup>, D. Lincot<sup>2</sup> y J.B. Carda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dep. Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castelló, España

<sup>2</sup>Institut de Recherche et Développement sur l'Énergie Photovoltaïque (IRDEP), Chatou, Francia

<sup>3</sup>IBM T. J. Watson Research Center, NY, EE.UU

Las células solares de CIGS son consideradas una de las tecnologías fotovoltaicas más prometedoras, con eficiencias que ya sobrepasan los 20% en escala laboratorial, obtenidas con rutas de elaboración basadas en vacío. Como estas líneas todavía implican un alto coste de capital, los métodos de química suave han atraído el interés como alternativas potencialmente más baratas.

En este trabajo se propone un proceso simple para depositar capas, basado en la obtención de polvos conteniendo los elementos de interés. Diferentes pastas precursoras de Cu-In-Ga-Se fueron desarrolladas usando una ruta química suave y se depositaron sobre vidrio sódico cálcico recubierto con Mo por la técnica "doctor blade", seguido por diferentes tratamientos de selenización. Se ha estudiado la influencia de los diferentes parámetros del proceso, tales como composición de los polvos, composición de la pasta y el tratamiento de selenización, con énfasis en la caracterización de las películas y el rendimiento del dispositivo, consiguiendo una eficiencia preliminar máxima de 7,2%.

**DE-P-02** Desarrollo de materiales vitrocerámicos ricos en hierro con propiedades ópticas y magnéticas de interés generados a partir de residuos vítreos

G. Rosales<sup>1</sup>, J. Lira<sup>2</sup>, T. Poirier<sup>2</sup>, J. Pascual Cosp<sup>3</sup>, I. Núñez<sup>4</sup> y J.B. Carda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

<sup>2</sup>Universidad Simon Bolivar, Caracas, Venezuela

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Civil y Materiales, Universidad de Málaga

<sup>4</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

**DE-P-03** Nanocomposite ceria-based electrolytes for fuel cells

A.S.V. Ferreira, S. Thangavelu, F.M. Figueiredo y F.M.B. Marques

Ceramics and Glass Eng. Dept./CICECO, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

A number of ceramic materials (mostly ceria-based) mixed with alkaline metal carbonates (e.g., Li, Na or K) form composite electrolytes that may find application in intermediate temperature fuel cells. In such materials, evidence for a significant role of various charge carriers (oxide and carbonate ions but also protons) suggests that new phases or interfaces might play a significant role in materials performance.

This work exploited a range of parameters (various oxides, including alumina, zirconia and ceria-based materials, nano sized and sub micrometric powders, different alkaline carbonate mixtures, alternative milling and sintering routes, and two major cell configurations consisting of homogeneous composites or model layered materials) aiming at the development of novel microstructures and interfacial conditions. The transport properties of these materials were studied by impedance spectroscopy in air. Conductivities exceeding or close to 0.1 S/cm can be obtained at temperatures around 600°C, much lower than those needed when using single phase ceria-based electrolytes. Homogeneous composites based on nano sized undoped ceria powders exhibited the best conductivity irrespective of the modest ionic conductivity of this ceramic phase. The electrode impedance at high temperature provided no evidence for shortage of supply of electroactive species, as expected if carbonate ions were the only charge carriers. However, the electrode impedance of layered model materials deviated considerably from those of homogeneous composites with similar volume percentage of each phase. Overall, these results suggest that interfaces do play a role on the transport properties of these materials.

**DE-P-04** Síntesis sol-gel de electrodos  $\text{Li}_2\text{O-TiO}_2$  en lámina delgada para baterías de litio

M. Gómez, L. Peláez, A. Durán y M. Aparicio

Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Los electrodos basados en el sistema  $\text{Li}_2\text{O-TiO}_2$ , especialmente la composición  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , están despertando un gran interés para su aplicación como ánodos en baterías secundarias de litio. El motivo principal es su nula variación de volumen en los procesos de carga y descarga, lo que se traduce en una estabilidad muy elevada y una vida útil prolongada. Por otro lado, el sector de las microbaterías (espesor máximo total inferior a 10  $\mu\text{m}$ ) también está suscitando interés, ya que se podría reducir la masa y volumen de los dispositivos de una forma considerable. Se han preparado electrodos en el sistema  $\text{Li}_2\text{O-TiO}_2$  en lámina delgada por el método de inmersión a partir de acetato de litio e isopropóxido de titanio. Los recubrimientos tienen un espesor variable entre 200 y 400 nm en función de la viscosidad de la solución y la velocidad de extracción utilizada. La caracterización de los mismos incluye difracción de rayos X en ángulo rasante, microscopía electrónica y ensayos electroquímicos.

**DE-P-05** Diseño y preparación de nuevos materiales para ánodos de pilas SOFC

J.S. Valencia<sup>1</sup>, J.A. Gómez<sup>1</sup>, V. Kozhuharov<sup>2</sup>, I. Núñez<sup>3</sup> y J.B. Carda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Universidad de Tecnología Química y Metalurgia, Sofía, Bulgaria

<sup>3</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Castellón

**DE-P-06** Procesamiento coloidal y caracterización de materiales de oxoapatitos de lantano,  $\text{La}_{10}\text{AlSi}_5\text{O}_{26,5}$  para electrolitos de IT-SOFCs

I. Santacruz<sup>1</sup>, J.M. Porras-Vázquez<sup>1</sup>, E.R. Losilla<sup>1</sup>, M.I. Nieto<sup>2</sup>, R. Moreno<sup>2</sup> y M.A. García Aranda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga

<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Los oxoapatitos de lantano están considerados como uno de los materiales más prometedores para ser utilizados como electrolitos de pilas de combustible de óxido sólido de temperatura intermedia (IT-SOFCs) con temperaturas de trabajo cercanas a 700°C. Sin embargo, la complejidad de la composición, microestructura y geometría de los componentes hacen necesario el control de los parámetros de procesamiento.

En este trabajo se establece un nuevo procedimiento de obtención de oxoapatitos (comenzando por la composición  $\text{La}_{10}\text{AlSi}_5\text{O}_{26.5}$ ) que consiste en la combinación de rutas coloidales y sinterización reactiva a partir de los correspondientes óxidos comerciales ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{SiO}_2$ ). Se han preparado mezclas de suspensiones con los tres componentes y se han optimizado todos los parámetros que participan en el proceso: contenido en defloculante, tamaño de partícula de los reactivos, tiempo de ultrasonidos, conformado y ciclo de sinterización. Asimismo, se relaciona el efecto de todos estos parámetros sobre las propiedades de las muestras. Finalmente, se han obtenido materiales con buena compactación (~88% densidad teórica) y altos valores de conductividad de ión óxido,  $1.7 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$  a 700°C.

## Políticas de educación e innovación

EDU-P-01 La formación como elemento clave en sistema distritual cerámico de Castellón

D. Gabaldón-Estevan<sup>1,2</sup>, F.X. Molina Morales<sup>3</sup> e I. Fernández-de-Lucio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INGENIO (CSIC-UPV), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

<sup>2</sup>Department de Sociologia i Antropologia Social Facultat de Ciències Socials Universitat de València

La formación es una variable estratégica para la competitividad en cualquier actividad económica. Pese a la importancia de la misma como estrategia para afrontar la implementación del proceso de innovación tecnológica y como herramienta útil para las metas de la organización, todavía no se encuentra suficientemente implantada en las organizaciones de nuestro entorno.

En el presente trabajo pretendemos ampliar nuestro conocimiento sobre el papel que la formación ha tenido en la competitividad del distrito cerámico de Castellón. Para ello, tras analizar la cadena de valor de la cerámica, a fin de identificar sus principales eslabones, desde una perspectiva funcional se realiza un análisis de la estructura del Sistema Distritual de Innovación Cerámico en el que se reconocen y analizan los principales actores y agentes implicados en la articulación del distrito, particularmente aquellos implicados en los procesos de formación que repercuten en su capacidad innovadora.

## Medioambiente y reciclado

MAR-P-01 Comportamiento mecánico de un material vitrocerámico obtenido a partir de residuos ricos en cromo<sup>6+</sup>

S. Ballesteros<sup>1,2</sup>, J.R. Parga<sup>2</sup> y J.M<sup>a</sup>. Rincón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CIATEQ, A.C Lab. de Equipos de Proceso, El Marqués, Queretano., México

<sup>2</sup>Departamento, Metal Mecánica-Instituto Tecnológico de Saltillo, Saltillo, Coahuila, México

<sup>3</sup>Instituto. E. Torroja CC Construcción, CSIC, Madrid

A partir de unos residuos procedentes de la pirometalurgia de cromo y fabricación de cromatos cuyo almacenamiento desde 1975 y su existencia prevalece en una balsa "in situ" dentro de zonas densamente pobladas muy próximas a la ciudad de México, DF ha constituido por décadas un grave peligro medioambiental y daños a la salud por la alta toxicidad y abundancia de dicho residuo de escorias con cromato. Se han logrado establecer una formulación de mezcla entre residuos y aditivos base sílice y poder fundir vidrios similares a basaltos naturales dentro del sistema de composición:  $\text{MgO-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  incluyendo elevadas proporciones de óxidos de cromo que se inertizan dentro de la red vítrea. Estos vidrios del tipo silicato dan lugar a materiales vitrocerámicos muy estables al medio ambiente en el que prácticamente todo el  $\text{Cr}^{6+}$  se reduce y oxida a  $\text{Cr}^{3+}$  en parte en la red vítrea, en los cristales de piroxeno y en gran parte en forma de cristalizaciones de espinela de hierro y cromo con muy elevada estabilidad química. A partir de una serie de probetas mecanizadas y rectificadas con equipo de corte a precisión y tomando la referencia de las dimensiones descritas en la Norma ASTM- C1161 se presentan en este caso y se discuten las propiedades mecánicas de resistencia a flexión y compresión de estos materiales vitrocerámicos. En el caso de la resistencia a flexión se ha realizado la determinación a cuatro puntos llevándose a cabo un análisis estadístico de Weibull cuyos resultados de resistencia dan un módulo de  $m = 5.77$  siendo este un valor que corresponde a resistencias promedio de 258 Mpa.

**MAR-P-02** Materiales y vitrocerámicos del sistema MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> a partir de ceniza de cáscara de arroz

M.I. Martín<sup>1</sup>, J.M<sup>o</sup>. Rincón<sup>1</sup>, M. Romero<sup>1</sup>, F. Andreola<sup>2</sup>, L. Barbieri<sup>2</sup>, F. Bondioli<sup>2</sup> y I. Lancellotti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Materiales Vítreos y Cerámicos, Depto. de Sistemas Constructivos de la Edificación. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC. , Madrid, España

<sup>2</sup>Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente.Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia. Modena, Italia

En las plantas de biomasa que utilizan cáscara de arroz como combustible se genera un residuo denominado ceniza de cáscara de arroz (CCA). La producción mundial de este residuo es aproximadamente de 21 Mt/año. La ceniza de cáscara de arroz está compuesta fundamentalmente por sílice, en forma amorfa o cristalina, dependiendo de las condiciones de combustión. Este trabajo muestra los resultados de un estudio de valorización de la CCA como materia prima para la obtención de materiales vitrocerámicos. Se ha formulado un vidrio en el sistema de composición MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> incorporando B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Na<sub>2</sub>O para facilitar el proceso de fusión y colado del vidrio. El vidrio se ha caracterizado por determinación de su composición química y su densidad. El estudio del comportamiento frente a la sinterización se ha llevado a cabo mediante microscopía electrónica de calefacción (HSM). El proceso de cristalización se ha estudiado por análisis térmico diferencial (DTA) y mediante el trazado de las curvas Transformación-Temperatura-Tiempo (TTT) obtenidas a partir del análisis por difracción de rayos-X (XRD) de muestras de vidrio en polvo (< 63 μm) sometidas a tratamientos térmicos en diferentes ciclos térmicos (intervalos de 650-1000 °C y durante 5-60 min). La microestructura de los materiales obtenidos se ha estudiado mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados obtenidos muestran que es posible utilizar ceniza de cáscara de arroz para producir materiales vitrocerámicos mediante un proceso de sinterización seguido de cristalización, con nefelina (Na<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>) como fase cristalina mayoritaria en el intervalo de temperatura 700°-900°C y forsterita (2MgO-SiO<sub>2</sub>) a temperaturas superiores a 950°C.

**MAR-P-03** Reuse of sludge from the roughing file surface treatment as fluxing agent in stoneware paste

C. Freitas<sup>1</sup>, M.J. Ribeiro<sup>1</sup> y J.A. Labrincha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UIDM, ESTG, Polytechnique Institute of Viana do Castelo. Viana do Castelo, Portugal

<sup>2</sup>Ceramics and Glass Engineering Department, CICECO, University of Aveiro. Aveiro, Portugal

The incorporation of industrial sludge in ceramic products that are processed at high temperatures can be looked as an interesting environmental solution, since it prevents the deposition in landfills while assures the correct inertization of potential hazardous species. At the same time, it helps to preserve natural nonrenewable resources in the ceramics processing and might diminish production costs.

In this study, a sludge generated by roughing file surface industrial processes had been tested as fluxing component (for feldspar substitution) of a stoneware pottery paste, by using extrusion as shaping technique. After detailed characterization of the waste, involving chemical composition (XRF) and mineralogical (XRD) determinations, its thermal behavior (DTA, TG, and dilatometry) and its moisture content, different compositions were prepared and tested. The sludge is mainly constituted by SiO<sub>2</sub>, CaO and Na<sub>2</sub>O, and was added after drying (110°C, 24 hours). For comparison, a standard stoneware paste, used as received from the ceramic industry, was tested.

Samples were industrially fired at 1180°C during 10 hours (full cycle duration), and then technologically characterized, by determining the bending strength, thermal expansion coefficient, water absorption and total shrinkage. Results revealed the viability of this reuse operation.

**MAR-P-04** Síntesis de pigmentos negros a partir de un fango residual

S. Mestre<sup>1</sup>, M.D. Palacios<sup>1</sup>, P. Agut<sup>1</sup>, E. Sánchez<sup>1</sup>, V. Pérez-Herranz<sup>2</sup> y J. Mena<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE).Universitat Jaume I. Castellón

<sup>2</sup>Depto. Ingeniería Química. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia

<sup>3</sup>Alquimia, Soluciones Ambientales, S.A. Daimiel, Ciudad Real

Se han investigado las posibilidades de obtener pigmentos cerámicos a partir de un fango residual generado a partir de baños de cromado mediante un tratamiento de electrocoagulación, que a diferencia del tratamiento químico habitual (reducción y precipitación mediante adición de reactivos), no introduce elementos que luego pueden resultar conflictivos como el azufre, el sodio o el calcio, sino que incorpora hierro.

El fango estaba constituido principalmente por hidróxidos amorfos de Fe y Cr en proporciones próximas al 50% en peso de cada uno, y presentaba una notable pérdida de peso hasta 500°C. Dada su composición era una materia prima factible para sintetizar el pigmento negro (Fe,Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

La caracterización mineralógica de los pigmentos sintetizados a partir del fango ha demostrado que en todos los casos se obtiene la solución sólida característica del pigmento. Los productos sintetizados han mostrado un elevado poder colorante en gres porcelánico, generando colores negros con una baja luminosidad, resultando por tanto próximos a los obtenidos con pigmentos industriales.

- MAR-P-05** Utilización de residuos sólidos procedentes de diferentes actividades industriales para la obtención de silicatos de calcio  
M. Felipe-Sesé, D. Eliche-Quesada y F.A. Corpas  
Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales. EPS de Linares, Universidad de Jaén. Linares, Jaén

En la actualidad, la industria a nivel mundial es responsable de la generación de grandes cantidades de residuos sólidos, de ahí que los cambios legislativos en materia medioambiental acontecidos en España, impulsados desde su ingreso en la Unión Europea, han conducido a la necesidad de dar respuesta al problema de la gestión de estos residuos procedentes de los diferentes procesos industriales.

En este trabajo se ha estudiado la posibilidad de utilizar los residuos generados en diferentes actividades industriales para la obtención de silicatos de calcio. Por una parte, como fuente de óxido de calcio, se ha utilizado conchas de mejillón procedentes de la industria conservera, por otra, como fuente de sílice y óxido de calcio, las cenizas resultantes de la combustión de los residuos que se generan durante el proceso de fabricación de tableros de derivados de madera, así como el residuo cerámico cocido formado por la pulverización de aquellas piezas de cerámica rotas o defectuosas procedentes de las instalaciones de una fábrica de ladrillos (chamota). Las materias primas, chamota y conchas de mejillón; cenizas y óxido de calcio comercial se mezclaron en relación molar  $\text{CaO}:\text{SiO}_2$  1:1 para obtener silicatos de calcio y se ha estudiado su uso como materiales cerámicos aislantes térmicos. Para ello los materiales sintetizados fueron comprimidos bajo carga uniaxial de 15 Tm para obtener ladrillos y estudiar sus propiedades tecnológicas. Los resultados experimentales muestran que tanto los materiales cerámicos obtenidos por reacción entre las conchas de mejillón y chamota, como aquellos procedentes de la reacción entre cenizas y óxido de calcio, se pueden emplear como aislantes térmicos, presentando valores de conductividad de 0.117 y 0.097 W/m<sup>2</sup>K y una resistencia a la compresión de 43.3 y 29.8 MPa, respectivamente.

- MAR-P-06** Comportamiento dimensional de cerámicas obtenidas con residuos de pizarra con adición de óxidos y nitruros  
L.E.G. Cambroner<sup>1,2</sup>, R. Martín<sup>2</sup> y M. Sánchez-Fernández<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>CISDEM-UPM, Madrid.  
<sup>2</sup>Dep. Ingeniería de Materiales, ETS Ingenieros de Minas-UPM, Madrid

La utilización de polvos de pizarra para la obtención de cerámicas conformadas en matriz requiere la adición de ligantes para su compactación y controlar la expansión que presentan estas cerámicas cuando son procesadas en atmósferas no oxidantes. Con una adición de un 2.5% de cera se han alcanzado compactos de 1,84 g/cm<sup>3</sup>- 1,91 g/cm<sup>3</sup> con presiones de 97 a 130MPa respectivamente. Tras la sinterización se alcanzan contracciones del orden del 4% a 1050°C y del 8% a 1100°C si se realizan en aire, y del orden del 10% si se realiza en N<sub>2</sub>-5%H<sub>2</sub> a 1050°C. Temperaturas de sinterización superiores a 1100°C en N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>, conducen a expansiones de la pizarra superiores al 200%, por la expansión que sufren estos materiales. La adición de un 5% de óxidos de silicio o de hierro, no modifica de forma importante el comportamiento dimensional del compacto de pizarra, pero si conduce a defectos en el compacto a altas presiones. Por el contrario, la adición de nitruro de boro permite la obtención de compactos sin defectos para estas presiones: 130MPa, con altas densidades en verde: 2,15 g/cm<sup>3</sup> y una contracción inferior a 0,6% al sinterizarse en aire a 1050°C. Sin embargo a temperaturas de sinterización de 1100°C en aire, la pieza se deforma por la expansión de la pizarra, mientras que en N<sub>2</sub>-5H<sub>2</sub>, la geometría se mantiene y se obtiene una contracción próxima al 4%.

- MAR-P-07** Porous ceramic supports for membranes prepared from local clay and alumina mixtures  
A. Addaou<sup>1</sup>, A. Laajeb<sup>1</sup>, A. Lahsini<sup>1</sup>, F. Ghomri<sup>1</sup>, M. Elfatri<sup>1</sup> y M A. Rodríguez<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Ecole Supérieure de Technologie. Département Génie des Procédés. Laboratoire des Sciences et du Technologie des Génies des Procédés. Fès, Maroc  
<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio,CSIC. Madrid

The physicochemical properties of clay minerals and their abundance associated with their relatively low cost justify the numerous traditional uses in ceramics, paper, paint, plastic, decolourization and even other more advanced applications such as in membrane technology.

In this case, many attempts have been reported to prepare porous ceramic supports with high permeability using extrusion method. This, however, decreases the mechanical strength of the porous ceramics.

In this study, the aim was to study the thermal behaviour of clay- alumina mixtures in the first step and to produce a kind of ceramic support for membrane using extrusion method.

The results show that these supports present a suitable strength and porosity.

**MAR-P-08** Recuperación y reciclado de residuos de la industria extractiva utilizados en la fabricación de nuevos materiales para el sector de la construcción

M<sup>a</sup>. A. Rodríguez<sup>1</sup>, S. García<sup>1</sup>, F. Rubio<sup>2</sup>, A. Tamayo<sup>2</sup>, J. Cabezas<sup>1</sup> y L. Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Análisis de Recursos Ambientales. Universidad de Extremadura, Badajoz

<sup>2</sup>Depto. Química-Física de Superficies y Procesos. Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Utilizar residuos pétreos procedentes de actividades extractivas para fabricar losetas, y que estas sean utilizadas como revestimiento de fachadas, es del todo factible, como se ha constatado en trabajos anteriores. Ahora se pretende eliminar la mayor cantidad de residuos posible mediante la valorización de los mismos, para ser empleados también en el sector de la construcción, al mismo tiempo que se reduzca la cantidad de piedra natural para estas aplicaciones.

Para ello, se han fabricado placas de materiales compuestos a partir de los residuos y se han unido a placas de piedra natural utilizando adhesivos comerciales.

El sector de la construcción exige un determinado espesor para placas de revestimiento, por lo que se partió de plaquetas de piedra natural con la mitad del espesor requerido y la otra mitad fue aportada por la placa de composite, obteniéndose una plaqueta doble.

Las placas de material compuesto se fabricaron a partir de residuos pétreos secos procedentes de actividades relativas a la extracción y transformación de rocas ornamentales, empleándose una resina de poliéster como matriz. El contenido máximo de residuo fue del 80% en peso en relación a la resina utilizada.

Los nuevos materiales dobles se caracterizaron mecánicamente mediante medidas de flexión en 3 puntos para determinar su posible utilización en pavimentado de suelos y obra civil (viviendas, acerado, plazas públicas, escaleras, etc.), lo cual conllevaría a un ahorro importante de materia prima, así como a la eliminación y valorización de residuos.

**MAR-P-09** Membranas inorgánicas e híbridas meso y meso/macroporosas para pilas de combustible de intercambio protónico (PEMFC)

Y. Castro<sup>1</sup>, L. Pelaez<sup>1</sup>, J. Esquena<sup>2</sup> y A. Duran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC, Madrid

<sup>2</sup>Instituto de Química Avanzada de Cataluña, CSIC, Barcelona

Una pila es un dispositivo electroquímico capaz de convertir directamente la energía química de un combustible y un comburente en electricidad. Las pilas de combustible de membranas de intercambio protónico (PEMFC) usan como electrolito un polímero sólido y electrodos porosos de carbono con catalizador de platino. En la actualidad, se utilizan membranas poliméricas como el Nafion®, que tienen importantes limitaciones. Un objetivo importante es la búsqueda de membranas alternativas capaces de trabajar a temperaturas entre 130 - 200°C, con estabilidad térmica y química. Una de las vías es el desarrollo de membranas inorgánicas e híbridas meso y meso/macroporosas. En este caso los poros y en particular la organización de éstos, facilitarían caminos a los protones a través de la membrana, aumentando la conductividad y, por su naturaleza inorgánica, asegurando su estabilidad con la temperatura.

El objetivo del trabajo es el desarrollo de películas de SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-TiO<sub>2</sub> meso-estructuradas utilizando el método sol-gel combinado con el uso de tensioactivos como agentes estructurales y utilizando el método EISA como proceso de deposición.

Se han preparado recubrimientos de 80SiO<sub>2</sub>-10TiO<sub>2</sub>-10P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> meso-estructurados, variando la humedad relativa, sin grietas y perfectamente transparentes. Se ha comprobado por Microscopía Electrónica de Transmisión (MET) y difracción de rayos X que los recubrimientos están mesoestructurados.

Por otro lado, se prepararon suspensiones estables incorporando partículas de SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> meso/macroporosa a soles híbridos orgánico-inorgánicas (HEMA-MPS) y utilizando como dispersante el TODA. Las suspensiones se han depositado sobre papel de vidrio mediante pulverización automática como primer paso para depositarlas sobre los electrodos en la pila real.

Por último, se ha realizado la caracterización electroquímica de las membranas autosoportadas y de los recubrimientos de SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-TiO<sub>2</sub> meso-estructurados mediante Espectroscopia de Impedancia Compleja para analizar el efecto de la meso-estructuración sobre la conductividad protónica.

**MAR-P-10** Utilización de residuos vítreos en la preparación de cementos alcalinos

F. Puertas<sup>1</sup>, J.J. Torres<sup>1</sup>, C. Varga<sup>1</sup>, M. Palacios<sup>1</sup>, E. Moreno<sup>2</sup>, J.G. Palomo<sup>2</sup>, T. Vázquez<sup>1</sup> y A. Gorokhovskiy<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC), Madrid

<sup>2</sup>Escuela de Arquitectura Técnica de Madrid (UPM), Madrid

<sup>3</sup>Universidad Técnica del Estado de Saratov, Saratov, Rusia

La reutilización de residuos, tanto urbanos como industriales en diferentes sectores productivos, es una política que permite alcanzar objetivos básicos de conservación y sostenibilidad. Los residuos vítreos urbanos e industriales, debido a su composición química basada fundamentalmente en SiO<sub>2</sub> (65-75%) y Na<sub>2</sub>O (12-15%), son potenciales activadores alcalinos de la familia de los "waterglass".

El objetivo del presente trabajo de investigación ha sido estudiar la viabilidad de reutilizar determinados residuos vítreos urbanos en la preparación de cementos alcalinos. Para ello se prepararon mezclas de residuos vítreos/escorias vítreas de horno alto y se sometieron a procesos de activación química y mecano-química. Se utilizaron disoluciones de NaOH y  $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaOH}$  (en una concentración de 5%  $\text{Na}_2\text{O}$  sobre masa de escoria) como agentes activadores químicos; y se establecieron las condiciones óptimas de molienda (carga, tiempo, etc.) para los ensayos de activación mecano-química. Las probetas preparadas se ensayaron mecánicamente (a flexión y compresión) a diferentes edades de curado (7, 28 y 60 días). Se determinaron las cinéticas de disolución del residuo vítreo en esas disoluciones alcalinas y en los diferentes procesos de activación; y se caracterizaron las pastas obtenidas a través de DRX y FTIR. Los resultados obtenidos muestran que las resistencias mecánicas disminuyen al incrementarse el contenido de vidrio en las mezclas; los valores más altos en resistencias se obtuvieron cuando se utilizó  $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaOH}$  como activador, y cuando el método era mecano-químico. En estas mismas condiciones de activación se obtuvieron la mayor disolución del residuo. El análisis mineralógico demostró que los productos de reacción formados procedían, en gran parte, de la activación alcalina de la escoria vítrea.

**MAR-P-11** Fabricación y caracterización de áridos expandidos ligeros compuestos de arcillas con adición del subproducto alpeorujos L. Pérez Villarejo, S. Martínez Martínez, C. Martínez García, Fco. J. Iglesias Godino, D. Eliche Quesada y F.A. Corpas Área de Materiales. Dpto. Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales. E. P. S. Linares, Universidad de Jaén. Linares, Jaén

Los áridos expandidos ligeros son materiales física y químicamente neutros y altamente resistentes a los cambios bruscos de temperatura.

El objetivo de este estudio es ver la viabilidad técnica y económica de la valorización de alpeorujos procedente de plantas de extracción de aceite de oliva para la obtención de áridos expandidos ligeros.

Para su elaboración se utilizaron como materias primas Arcilla y Alpeorujos, que fueron caracterizados tecnológicamente. Se estudiaron cantidades de alpeorujos desde 10% hasta un 90% añadidas a la arcilla, humedad de la mezcla, temperaturas y tiempos de sinterización, así como la granulometría.

Para la caracterización tecnológica del árido se realizaron los siguientes ensayos: absorción de agua, expansión tras sinterización, densidad, resistencia a la compresión.

Se observó la mezcla expandida al microscopio presentando una estructura porosa cerrada formada por los gases producidos por la materia orgánica incinerada añadida como alpeorujos en el proceso de fabricación.

## Vidrios y vitrocerámicos para una sociedad sostenible

**VI-P-01** Efecto del contenido en  $\text{F}_2$  sobre la separación de fases y cristalización de vidrios del sistema  $\text{F-K}_2\text{O-CaO-SiO}_2$   
 R. Casasola, J. M. Pérez, J.M<sup>a</sup>. Rincón y M. Romero  
 Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC), Madrid

En este trabajo se ha estudiado la influencia del contenido en  $\text{F}_2$  sobre la separación de fases y el proceso de cristalización de vidrios del sistema  $\text{F-K}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ . Para ello, se ha partido de un vidrio con la composición estequiométrica de la fase cristalina fluor-miserita ( $\text{KCa}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$ ), con un 4,5% de  $\text{F}_2$ , y se han sintetizado tres composiciones más en las que se ha elevado el contenido de flúor al 6, 8 y 10%. Los vidrios se han caracterizado mediante fluorescencia de rayos X (FRX), difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FESEM) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). A partir de los datos obtenidos por DSC se ha determinado la energía de activación por el método de Kissinger, y se ha evaluado la estabilidad de los vidrios mediante los parámetros de Weinberg (KW), Hrubý (KH) y Lu-Liu (KLL).

Todos los vidrios obtenidos son opales debido a que presentan separación de fases, y el grado de opalescencia aumenta con el contenido de flúor. Los resultados muestran que el aumento de la concentración de fluoruro provoca la disminución de la temperatura de transición vítrea y la de inicio de cristalización en los vidrios estudiados. Una ligera variación en el contenido de flúor da lugar a un cambio en el mecanismo de cristalización. Los vidrios con menores contenidos en  $\text{F}_2$  (4,5, 6 y 8%) desvitrifican principalmente a través de un mecanismo de cristalización superficial, mientras que el vidrio con mayor contenido en flúor (10%), lo hace preferentemente mediante un mecanismo de cristalización en volumen. Además, los parámetros de Weinberg (KW), Hrubý (KH) y Lu-Liu (KLL), indican que este vidrio es el más favorable para obtener un material vitrocerámico.

- VI-P-02 Influencia de las condiciones del procesado en la microestructura y propiedades de materiales compuestos de vidrio/NFC  
C. Palencia, M.A. Mazo, A. Nistal, F. Rubio, J. Rubio y J.L. Oteo  
Depto. de Química-Física de Superficies y Procesos, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

En este trabajo se han desarrollado materiales compuestos de matriz vítrea empleando como refuerzo nanofibras de carbono (NFC). Un punto clave en el empleo de NFC como fase reforzante en cualquier tipo de matriz es la consecución de una adecuada dispersión. En este caso, para optimizar la dispersión de la NFC en la matriz vítrea se ha preparado una mezcla de NFC/i-PrOH/dispersante que ha sido agitada a 3000 rpm durante 1 hora, tras lo cual se ha añadido el vidrio y la mezcla ha sido agitada durante otra hora más. Posteriormente la mezcla se ha secado a 100 °C y los polvos han sido conformados empleando un prensado uniaxial a 40 MPa para obtener unos discos de 20 mm de diámetro. Finalmente las piezas en verde se han sinterizado en atmósfera de nitrógeno a temperaturas bajas, comprendidas entre 550 y 700 °C. El tiempo de sinterización también ha sido un factor evaluado, variándose entre 1 y 3 horas.

En este trabajo se ha evaluado cómo influye la cantidad de NFC en el material compuesto (desde 0 hasta 15 %), el procesado de los polvos (tipo de agitación, eliminación del dispersante) y finalmente el ciclo de sinterización (temperatura y tiempo) tanto en la microestructura como en las propiedades finales de los materiales compuestos obtenidos. El ciclo de sinterización depende en gran manera de la cantidad de NFC añadida de manera que, a medida que aumenta la cantidad de NFC es necesaria una mayor temperatura para obtener materiales densos. Para 1% NFC se obtienen materiales densos con 550 °C, mientras que para un 10 % NFC se necesitan 600 °C.

- VI-P-03 Characterization of modified glass frit surfaces used for glass coatings  
A. Tamayo, F. Rubio, J. Rubio y J. L. Oteo  
Depto. de Química-Física de Superficies y Procesos, Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid

Tuning the physic-chemical characteristics of glass frit surfaces is nowadays of particular interest since it increases the range of applicability and material processing. Coupling specific organic or charged functionalities onto the glass surface allows the selective modification of the chemical processes which occurs on the interphase. Both the specific surface area of the glass frits and the wettability properties of the modifiers are determinant for obtaining the desired concentration of surface functionalities. These modified frit particles can be used for obtaining glass coatings on different type of materials such as metals, tiles, ceramics or glasses.

Silanol groups located on the surface of frit particles have been substituted by direct grafting with functionalized silanes and anionic and cationic surfactants. The presence of the modifiers on the frit surface has been corroborated by DRIFT spectroscopy, which provides information not only from the bulk material but the surface as well. The ability of the coupling agents to modify the surface of the frits has been demonstrated by nitrogen adsorption and thermal analysis. Cationic and anionic surfactants decrease the surface area of the frit being this value constant and close to 1,5 m<sup>2</sup>/g in all the cases; however, direct silanization induces an increase of the BET surface area of the substrate. The reactions which occur on the interphase during thermal process reveals through thermogravimetric analysis, differential thermal analysis and differential scanning calorimetry being dependent on the additive but not the acid or basic character of the final compound.

- VI-P-04 Fabricación y caracterización de ópalos inversos de pentóxido de tántalo  
C.R. Tubio, F. Guitián y A. Gil  
Instituto de Cerámica, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela

En los últimos años los cristales fotónicos han despertado un gran interés debido a sus propiedades tales como la posibilidad de presentar bandgaps fotónicos. Los cristales fotónicos son un tipo de materiales que presentan una variación periódica de la constante dieléctrica en los cuales, ciertos rangos de frecuencia de luz no pueden propagarse a través del material (bandgap). Esta característica convierte a los cristales fotónicos en materiales muy atractivos para aplicaciones en óptica y telecomunicaciones. Una elevada constante dieléctrica y el ser transparentes a la radiación en el rango de frecuencias del bandgap son las características principales que deben tener los materiales para elaborar cristales fotónicos, por ello resulta de especial interés la búsqueda de materiales con estas propiedades. En el presente trabajo se elaboraron cristales fotónicos basados en ópalos inversos de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $\epsilon = 25$  y elevada transparencia en el rango visible e IR) mediante la técnica de sol-gel combinada con el método de self-assembly. En primer lugar, se preparó un molde partiendo de una suspensión de nanoesferas monodispersas de poliestireno con un diámetro medio de 465 nm, por deposición/evaporación vertical. En una segunda fase se infiltró este molde sumergiéndolo en una disolución de etóxido de tántalo y ácido acético en etanol que ocupó los huecos intersticiales situados entre las nanoesferas. Tras la infiltración se trató la muestra térmicamente calcinándola hasta 600 °C y de esta forma se obtuvieron los ópalos inversos de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La estructura fue caracterizada por microscopía electrónica de barrido (SEM) y difracción de rayos-X (XRD).

- VI-P-05 Estudio de la cristalización en vidrios de oxifluoruro mediante medidas de viscosidad  
 A. de Pablos-Martín<sup>1</sup>, E. Peiteado<sup>1</sup>, H. Bornhöft<sup>2</sup>, J. Deubener<sup>2</sup>, A. Durán<sup>1</sup> y M.J. Pascual<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid  
<sup>2</sup>Institut für Nichtmetallische Werkstoffe, TU-Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Germany

El desarrollo de vitrocerámicos transparentes ha experimentado un gran avance en las últimas décadas. Su transparencia se debe al tamaño nanométrico de los cristales formados tras el tratamiento térmico del vidrio precursor, lo que les hace idóneos a la hora de construir espejos para telescopios astronómicos, paneles de cocinas y materiales para dispositivos ópticos.

En sistemas no-isoquímicos, la composición química de la matriz vítrea y de la interfase vidrio-cristal cambia en el transcurso de la cristalización. Si la viscosidad aumenta en la interfase, por un enriquecimiento en óxidos formadores de red, se creará una barrera difusional que frenará el crecimiento cristalino, posibilitando el tamaño nanométrico de los cristales. Por tanto, la viscosidad es un parámetro imprescindible para el completo desarrollo de las teorías de nucleación y cristalización en vidrios.

En este trabajo, se presentan los resultados de viscosidad de vidrios y vitrocerámicos de oxifluoruro del sistema  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$

$\text{LaF}_3$  en los que cristalizan nanocristales de  $\text{LaF}_3$  y  $\text{NaLaF}_4$ . Las curvas viscosidad-temperatura de los vidrios se han obtenido a partir de medidas en un viscosímetro de alta temperatura por los métodos de rotación y elongación de fibras, completándose con imágenes obtenidas por microscopía de calefacción. Los datos experimentales se han ajustado a las ecuaciones de Avramov y Vogel Fulcher Tamman (VFT). El efecto de la cristalización se ha analizado mediante la medida de viscosidad en fibras tratadas térmicamente y a través de la medida del cambio de viscosidad con el tiempo a una temperatura dada mediante técnicas in situ como Beam bending y Sphere indentation. El estudio pone de manifiesto un incremento en la viscosidad con el transcurso de la cristalización que confirma la formación de una barrera difusional alrededor de los cristales.

- VI-P-06 Acerca de la estructura de vidrios de silicato y telurato con altos contenidos en CdO  
 J.M<sup>a</sup>. Rincón<sup>1</sup>, P. Callejas<sup>2</sup> y M<sup>a</sup>.E. Zayas<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>The Vitreous and Ceramics Lab/ Group, Inst<sup>o</sup>. E. Torroja CC Construcción, CSIC, Madrid  
<sup>2</sup>Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Madrid,  
<sup>3</sup>Centro de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, México

Though silicate glasses with cadmium content are known since time, there has not been too much attention those with high cadmium oxide content. Several glasses from the systems:  $\text{CdO-SiO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{O-CdO-SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O-CdO-SiO}_2$ ,  $\text{ZnO-CdO-SiO}_2$ ,  $\text{CdO-TeO}_2\text{-SiO}_2$ , as well as  $\text{ZnO-CdO-TeO}_2$  have been the aim of several studies in last years between a wide range of compositions. Some of these glasses are high content cadmium and transparent depicting high refraction index being possible good matrices for luminescent glasses doped with rare earth components. This high cadmium content included in these glasses with low  $\text{SiO}_2$  network former give rise to some considerations after XRD and Raman methods about the role of cadmium as only network modifier in the lattice of these non conventional glasses.

- VI-P-07 Obsidiana, vidrio volcánico: Usos y aplicaciones artísticas  
 S. Gómez  
 Departamento de Pintura y Escultura, Facultad de Bellas Artes, Universidad de La Laguna (ULL). Santa Cruz de Tenerife

- VI-P-08 Un nuevo concepto de los procesos de fabricación del vidrio  
 J. Piguem  
 Qusquanto S.A., Barcelona

El Sistema AJME tiene como objetivo la optimización de los procesos de formación y conformación del vidrio. Implica un nuevo concepto del diseño de la línea de producción y del propio proceso de fabricación del producto final. Sus características fundamentales son:

- Versatilidad: Permite introducir variables que, por una parte, pueden modificar el producto (en forma, color, transparencia, grosor etc...) y, por otra, obtener la calidad deseada, en un único ciclo de producción, en contraste a los sistemas tradicionales.
- Flexibilidad: El diseño de la Instalación, de matriz de dimensiones reducidas, supone la capacidad de adaptar la producción a las oscilaciones de la demanda del mercado (de más a menos o de menos a más) ampliando o reduciendo la instalación sin modificaciones estructurales manteniendo por tanto su rentabilidad.
- Competitividad: Ante el fenómeno de deslocalización que se ha producido en estos últimos años en que países como China han trasladado a su territorio grandes, y rígidas, estructuras de fabricación con la ventaja de producciones a bajo coste, no es posible competir. La filosofía del sistema AJME: versatilidad y flexibilidad, en los procesos de formación y conformación del vidrio, permite un alto grado de competitividad gracias a: 1) La capacidad de obtener productos selectivos y de calidad en un mismo ciclo de producción 2) Su capacidad de adaptación a la menor o mayor demanda de los mercados con un mismo equipamiento a diferencia de las grandes estructuras difíciles de adaptarse a estas oscilaciones del mercado.

# XX Concurso de Fotografía Científica de la SECV

## **CONCURSANTES:**

Podrán participar todas las personas que presenten una comunicación al congreso tanto en forma oral como póster.

## **TEMA:**

El tema estará relacionado con los aspectos científicos, tecnológicos o artísticos de la cerámica y el vidrio.

## **CREATIVIDAD:**

Los trabajos deberán ser inéditos y no haber sido publicados en ninguna revista científica, técnica o artística.

## **PRESENTACIÓN Y DIMENSIONES:**

Las fotografías en blanco y negro o en color tendrán un tamaño de 18x24 cm y deberán ir montadas sobre una cartulina de 22x28 cm. En cartulina aparte se expondrá el título del trabajo y una breve descripción del mismo (máximo 50 palabras).

**PLAZO DE ENTREGA:** El plazo de admisión de los trabajos se abre desde la publicación de estas BASES y se cierra el primer día del Congreso a las 10,00 horas.

## **ENVÍO:**

Los trabajos deberán entregarse en la Secretaría del Congreso. Dentro del sobre de envío, que llevará un lema, se incluirá otro sobre cerrado conteniendo el título del trabajo, nombre de los autores y la dirección correspondiente.

## **PREMIOS:**

Se entregarán tres premios en regalos y un diploma a cada uno de los autores premiados. Asimismo, el Jurado podrá otorgar los accésit que estime oportuno. El acto de entrega de los premios tendrá lugar durante la cena de clausura del 50º Congreso de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.

## **REPRODUCCIÓN:**

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio se reserva el derecho a publicar los trabajos premiados en el Boletín de la SECV.

## **DEVOLUCIÓN:**

Los trabajos no premiados podrán ser retirados por sus autores al mes siguiente de la fecha del Concurso.

## **ACEPTACIÓN DE LAS BASES:**

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio se reserva el derecho de resolver en la forma que estime procedente sobre cuantas cuestiones puedan derivarse de la aplicación de las presentes Bases, sin que contra su resolución quepa ninguna clase de recurso. Los concursantes, por el hecho de participar en el Concurso, aceptan todas las cláusulas de estas Bases.

## **LAS FOTOGRAFÍAS PRESENTADAS ESTARÁN EXPUESTAS DURANTE LOS DÍAS 27 AL 29 DE OCTUBRE EN EL VESTÍBULO DE LA SEDE CENTRAL DEL CSIC.**

La resolución del Jurado del concurso se hará pública durante la Cena de Clausura del Congreso.

Coordinador XX Concurso Fotografía Científica: Francisco Capel: [fcapel@icv.cisc.es](mailto:fcapel@icv.cisc.es)

## Concurso Estudiantes

MIÉRCOLES 27 OCTUBRE. DE 15.30 a 20.30. SALA 2 - CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES, Serrano 115 Bis

**C-O-01** ANA GARCÍA PRIETO. "Three Point Bending SEVNB Controlled Fracture Tests in Brittle Ceramics"

Controlled fracture tests are required for the accurate determination of the toughness parameters of materials in order to assure the full conversion of the supplied energy into crack surface energy. Moreover, these tests allow the determination of the work of fracture. In this work, a new equipment to perform three points bending single edge V-notch beams (SEVNB) stable fracture tests controlled by the crack mouth opening displacement (CMOD) is presented. This technique uses the crack mouth opening displacement signal from an optical micrometer as the feedback signal to control an electromechanical testing machine. The CMOD has been proposed as control variable for the stable fracture tests because from the three parameters involved in the test, load, displacement of the load point and crack mouth opening displacement, this latter is the only one that continuously increases as fracture proceeds. The obtained results demonstrate that the equipment allows performing stable fracture tests of extremely brittle ceramics such as fine grained spinel, alumina and mullite. For these materials, the toughness values determined in stable fracture tests were about 65%, 10% and 44% lower than those previously found in conventional tests for spinel, alumina and mullite, respectively.

**C-O-02** ARACELI DE PABLOS. "Nanocrystallisation in oxyfluoride glasses doped with  $Tm^{3+}/Yb^{3+}$  for optical devices"

The nanocrystallisation of fluoride crystals in the system  $SiO_2-Al_2O_3-Na_2O-K_2O-LaF_3$  has allowed suitable materials for photonic applications to be obtained. These materials provide the combination of a low photonic energy and high solubility of lanthanide in the fluoride crystals, with the chemical and mechanical durability of the oxide glasses. The precipitation of fluoride nano-crystals and the inclusion of the optically active doping ions in the crystalline phase require a strict control of composition and thermal treatments at temperatures slightly higher than  $T_g$ .

The up-conversion emission processes (UC) are characterized by introducing higher energy radiation than that necessary for excitation of the system. Doping with  $Tm^{3+}$  provides a UC emission in the blue region (450-480 nm) from excitation in the infrared (790 nm). On the other hand, co-doping with  $Tm^{3+}/Yb^{3+}$  generates a much more intense blue emission, due to energy transfer processes between both ions. Emission at these wavelengths means that these materials can work as integrated optical devices by producing wave guides.

The present work is focused firstly on a crystallisation study of  $NaLaF_4$  in a glass of composition  $70SiO_2-7Al_2O_3-8Na_2O-8K_2O-7LaF_3$  (% mol) doped with  $Tm^{3+}$  and  $Tm^{3+}/Yb^{3+}$ , from XRD and advanced TEM techniques. Finally, the results of the optical characterisation of glasses and glass-ceramics will be presented (absorption and linear emission and UC) including the production of wave guides through ionic exchange and their characterisation (modes quantification and measurement of intensity loss during propagation in the guide).

**C-O-03** ELENA PALACIOS. "Influence of the precipitation media in the synthesis of iron-lithium acid phosphates for Li-ion battery cathodes"

In recent years, materials based on phosphates are taking a great interest in different fields like batteries, fire retardants, catalyst, biomaterials, etc. For these applications it could be interesting to synthesize nanostructured powder that would improve the characteristics required for the different applications. The use of these compounds requires the development of economic processes for their mass production.

This communication proposes a synthesis method to obtain acid phosphates by chemical precipitation at room temperature. In this way the synthesis parameters play an important role to achieve the desired material.

The synthesized phosphates are nanosized, and have the ability to be shaped at relatively low temperatures.

The thermal behaviour, structure evolution and microstructure have been studied using different experimental techniques.

**C-O-04** EMILIO LÓPEZ. "Fabricación of zirconium titanate bulk bodies through different processing approaches"

Zirconium titanate presents high potential as a constituent of low thermal expansion materials due to its crystallographic anisotropy in thermal expansion. From thermodynamic considerations, zirconium titanate should be formed at temperatures higher than 980°C, but its formation by solid state reaction of  $ZrO_2$  and  $TiO_2$  has been reported to occur only above 1300°C. Chemical synthesis routes have allowed the preparation of reacted zirconium titanate at low scale, although a full evalua-

tion of processing focusing 3D-bodies manufacture and their further characterization is missing. This work deals with the production of bulk bodies of zirconium titanate by colloidal filtration and reaction sintering of  $ZrO_2$  and  $TiO_2$ . Two processing approaches have been studied in this work: bottom-up approach by a colloidal filtration route followed by reaction sintering to obtain micro and nanostructures, and a top-down approach by milling of already sintered bodies and further isostatic pressing.

Processing conditions were optimized in terms of solids content and dispersing conditions through zeta potential measurements and rheological characterization. Green compacts obtained by slip casting and isostatic pressing were sintered at  $1500^\circ C$  and further characterized by X-ray diffraction (DRX) and field emission gun-scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray microanalysis (FE-SEM-EDX).

Different processing methods lead to zirconium titanate materials with extremely degrees of porosity, from 19% up to <1% when the bottom-up approach using nanostructured green bodies was used. This demonstrates that the addition of nanosized  $TiO_2$  leads to dense materials.

#### C-O-05 ISRAEL LORITE. "Isolated nanoparticle raman spectroscopy"

Nanostructured materials were predicted in the 1950s to have potential application as so called nanotechnology. The technological applications are growing since the understanding of material properties as a function of its surface and dimensionality is being pursued. However, despite the extensive researcher efforts in this area, an understanding has not been completely achieved yet. An important issue is related with the nanoparticle trend to greatly agglomerate by Van der Waals forces, which in fact changed the outstanding properties and limited the applications.

Further studies on nanoparticles dispersion are required. Raman Spectroscopy is a powerful tool to investigate the structural nature of nanoparticles as small variations are supposed to be easily detected. However there is still some controversy about size effect on phonon modes, particularly when approached quantum confinement near to the Bohr excitonic particle size. This effect was widely studied by Richter et al. who proposed a Gaussian model for spherical symmetries and completed by I.H. Campbell and P.M. Fauchet. However, there are some Raman shifts which can not be explained by those models. In this work a new approach was proposed to understand how the agglomeration state affects Raman spectra modes, providing blue shift that could mask the pure quantum effect by the particles reduction size. Experimental evidences on Raman Spectra of single nanoparticles and different cluster size of nanoparticles were provided by combining Raman Confocal and Atomic Force Microscopy. The experiment were performed based on a nanodispersion of 30 nm  $Co_3O_4$  nanoparticles on 6  $\mu m$   $Al_2O_3$  microparticles.

#### C-O-06 JOANA QUEIROZ. "Mechanical behavior of mullite-based EBC multilayer coatings under corrosion conditions"

Some early works have shown that mullite and mullite/ $ZrO_2$  systems can be considered as environment barrier coatings (EBCs) for protection of Si-based ( $Si_3N_4$ , SiC) substrates against water vapor corrosion for application in forthcoming turbine engines. In this study, single mullite and bi-layer and three-layer coatings of mullite/ $ZrO_2$  compositions, engineered to reduce thermal expansion mismatches, were plasma sprayed over Hexoloy SiC substrates. Layers with different characteristics, i.e. porosity and mechanical compliance, were obtained by using different feedstock materials, spray dried and freeze granulated powders. Cracking and residual stresses associated to crystallization issues were controlled through spray coating engineering. The coatings were furnace heat-treated at  $1300^\circ C$  in a controlled water vapor environment during 100 h and 500 h. The effect of these corrosion tests on the coatings was comparatively investigated, putting special emphasis on porosity and cracks evolution and mechanical properties, where elastic modulus (E) and hardness (H) of the different coatings were measured by depth indentation methods. Raman spectroscopy was used to evaluate residual stresses in the multilayered coatings.

#### C-O-07 JULIÁN JIMÉNEZ. "Formation mechanisms of hydrophobic luster glazes"

Since IX century glazes with bright metallic shine have been characterized by a high decorative value. In other hand, hydrophobic surfaces have attracted significant attention during last years because of their important applications in fundamental research and industry. Recently, multifunctional hydrophobic surfaces have been widely purchased for potential applications in interdisciplinary technological fields. Hence, in this study it is described the mechanisms of formation of hydrophobic and metallic aspect ceramic coatings for tiles, that represents a challenge for the traditional tile sector.

Homogeneous glaze suspensions of commercial frit, kaolin and metallic copper were performed. The relative proportions of the main components in the glaze were 93 %wt frit, 7% kaolin. The copper was added in excess in different percents (1, 10, 15, 20 and 25 %wt) as metallic copper.

The ceramic glaze surfaces were characterized by TEM and AFM. The crystalline phases were studied by XRD. The copper distribution in the layer was observed by RBS and the oxidation state in the final product was measured by XANES. The water contact angle of the surfaces was also measured.

A compositional gradient of copper was observed towards the surface of the samples and metallic copper was undetected. The  $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$  ratio as a function of the depth was studied. A maximum value of the ratio was observed in samples with metallic effect that corresponds with the highest water contact angle. A microstructure similar to the one that happens when Bénard currents take place is observed in the glaze surfaces. A nanostructured surfaces that mimics the lotus type flower with cellular structure was observed. This cellular structure resembled the characteristics Bénard type cells due to temperature gradients in thin film and the variation of the  $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$  ratio at the surface. The kinetic equilibrium produced the crystallization of copper oxide as Tenorite at the surface. This crystallization formed a bottom-up nanostructured surface layer,  $\approx 100$  nm in thickness as measured by ellipsometry technique, that confers the hydrophobic characteristics to the glazes with metallic luster effect.

**C-0-08** KONSTANTINA KONSTANTOPOULOU. "Cryogenic mechanical behaviour of second generation superconductor bulk materials"

In the present work, we have been studied two superconductor bulk materials of YBaCuO (Y-123), with the aim of analyzing in detail the fracture micromechanisms as well as the mechanical properties of these materials as a function of the temperature and the processing method (Top-Seeding Melt Growth and Bridgman). Moreover, it has been determined the Young's modulus of both materials and the hardness, either at macroscopic or microscopic scale. The study of the mechanical behavior of both materials has been carried out by means of three point bending tests and fracture toughness from three point bending tests at room temperature (300 K) and low temperature (77 K, service temperature). Hardness has been determined through Vickers and nanohardness and Young's modulus, by using nanoindentation. The obtained results showed that the mechanical properties of both materials are very anisotropic due to the textured microstructure. Both of them presented a quite better mechanical strength at cryogenic temperature than at room temperature. The obtained results of hardness presented that it depends on the indentation size effect. Also it has been demonstrated that the adhesion of the grains in the superconductor matrix is better in the case of the material by Top-Seeding Melt Growth. However, the hardness of the superconductor grains is higher for the material by Bridgman. Finally, the mechanical properties of these materials could be improved if we could control the microstructure during the sintering process.

**C-0-09** MARÍA CANILLAS. "TiO<sub>2</sub> and Ti<sub>5</sub>O<sub>9</sub>: two titanium oxides with different properties and roles with one objective in common, the repair of the central nervous system"

The ceramic materials whose formula is TiO<sub>x</sub> and within them, the Magnelli phases Ti<sub>x</sub>O<sub>2x-1</sub> are biocompatible materials used in several biomedical applications. The biocompatibility is due to the materials' behaviour in view of nitrogen and oxygen reactive species which are released in presence of foreign agents inside the body. Generally, the inflammatory response ends with the implant encapsulation. This work offers a description of the behaviour of these oxide materials against the radical species generated by these foreign agents, and the biomaterial interaction with cells. The final aim is to fabricate a device for Central Nervous System repair.

TiO<sub>2</sub> substrate serve as support where the neurons adhere, survive and growth; it is required that the neurons growth is oriented. With this purpose an electric field is applied is using Ti<sub>5</sub>O<sub>9</sub> as electrode material. Ti<sub>5</sub>O<sub>9</sub> was chosen due to: i) its biocompatibility, ii) high electrical conductivity at room temperature and iii) corrosion resistance in hard work conditions.

TiO<sub>2</sub> was tested as substrate for cell culture in presence and absence of electric field. In addition Ti<sub>5</sub>O<sub>9</sub> was tested as electrode material for the "safe" application of electric field in presence of cell culture.

**C-0-10** M<sup>a</sup> CRISTINA RAMÍREZ. "Anisotropic electrical and mechanical behaviour of SPS graphene nanoplatelets (GNPs) - silicon nitride composite"

Silicon Nitride is a largely studied ceramic material owing to its excellent thermal, mechanical and wear properties and it is also known for presenting anisotropic grain growth, which allows design modifications through the control of raw material, additives and sintering techniques. Exploiting possibilities of graphene, the 2-D new promising material on the base of all graphitic forms, a composite was fabricated by the introduction of few graphene layers stacks into a silicon nitride matrix. Spark plasma sintering favoured the alignment of  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> grains and graphene platelets as well as the preservation of graphene.

X-ray diffraction and micro-raman spectroscopy were used to evaluate phase content and damage on platelets due to processing. Differences in mechanical behaviour were measured using microindentation tests, on parallel and perpendicular sections to the sintering axis. Low current transport appeared with the increment of conducting phase (GNPs) showing slightly electrical anisotropy as it was seen by conducting atomic force microscopy (AFM). Thermal conductivity values were also measured.

C-0-11 MARÍA OSET. "Wastewater Cr(VI) adsorption with hidrotalcite-like compounds"

Chromium is widely used in the ceramic industry in the formulation of multiple compositions of ceramic pigments. Due to the oxidizing atmosphere during the firing process, much of the chromium is oxidized to form Cr (VI), very soluble in aqueous media. This is a drawback, since the solutions rich in Cr (VI) are highly polluting and damaging to the environment and human health, which makes that all waste must be treated as highly toxic.

In the present work has demonstrated the ability to present the hidrotalcite-like compounds, or layered double hydroxides, also called for the adsorption of Cr (VI) content in aqueous media.

These compounds have a multilayered structure, consisting of layers of divalent and trivalent hydroxides, whose excess charge is compensated by anions that are situated between the layers.

The variety of metals that can be used is quite varied, so the type of anions in the interlayer.

It has been studied three different systems by changing the divalent cation (Mg, Co and Ni), and have been in contact with a solution containing Cr (VI) to check the adsorption process itself.

Finally it can conclude the goodness of this compound for the adsorption of Cr (VI) in aqueous solution, and allowing recovery of such waste by introducing them as a source of chromium in various industrial processes

C-0-12 MARIO BORLAF. "Synthesis and caracterización of nanoparticulate solds of TiO<sub>2</sub> doped with Eu(III)"

One of the most common methods for the synthesis of nanoparticles and the formation of thin films is the colloidal sol – gel process. It consists of different steps among which peptization being one of the most important. This step is usually determined by visual inspection, and thus it is necessary a methodology that allows us to increase the reproducibility of the synthesis method based on a quantitative determination of peptization time. This has been achieved by using combined optical techniques, including Laser Diffraction (LD), Dynamic Light Scattering (DLS) and Multiple Light Scattering in the near infrared (MLS). In order to confirm this methodology, in this work the synthesis of nanoparticulate TiO<sub>2</sub> sols with Ti(iPrO)<sub>4</sub> as a precursor and water in molar ratios of 1:100, 1:75 y 1:50, respectively, is studied. In addition, the influence of doping with relative contents of Eu (III) of 1%, 2% and 3% mole is described. The evolution of peptization has been followed by measurements of particle size by LD and DLS and the stability of the sols has been study by zeta potential and viscosity measurements. Finally, the structural, microstructural, and optical characterization of the xerogels obtained under different conditions has been performed and hence, the influence of doping with Eu (III) in the TiO<sub>2</sub> matrix has been established.

C-0-13 SANDRA CABAÑAS. "Dispersión of nickel oxide and hydroxide in aqueous media"

Nickel hydroxide has received increasing attention in the past few decades due to its use as the active material in the positive electrode of alkaline rechargeable batteries and as the most common precursor of nickel oxide, which is widely used as a catalyst, in ceramic industries and in electrochromic devices. For most of these applications the homogeneity of the final microstructure is an important factor to achieve high effectiveness. In this sense, a thorough characterization of the powder and processing conditions is necessary.

In this work it is presented the dispersion of nickel hydroxide in aqueous media with ionic surfactants and the employment of these surfactants as synthesis aids in order to decrease and control the particle size of the obtained powders. Dispersion of nickel oxide powders obtained by calcination of nickel hydroxide at 400 °C is also presented. Results are discussed in terms of both zeta potential and mean particle size.

C-0-14 TERESA PALACIOS. "Mechanical behaviour of directionally solidified Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Er<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>/ZrO<sub>2</sub> eutectic ceramics as function of the temperature"

Directionally solidified eutectic ceramics based on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> are promising materials to high temperature structural applications due to their outstanding mechanical behaviour and microstructure stability. What is more, if the eutectic composition is doped with erbium, these eutectics can be used in functional applications.

For this research, directionally solidified Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Er<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>-ZrO<sub>2</sub> eutectic ceramic rods were processed by directional solidification using the laser floating zone method at different growth rates that cover two orders of magnitude. For these materials, the microstructure, fractography, micro and nano-mechanical behaviour, residual stresses and flexural strength at room and high temperature has been studied.

These eutectics materials showed a dependence of the morphology microstructure and the phase size with the growth rate, nevertheless they exhibited an homogeneous microstructure in all the cases. When the growth rate increased, the microstructure pattern changed from interpenetrated to fibrillar and the phase size decreased reaching nanometric dimensions. The hydrostatic component of the residual stresses of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phase due to the thermal expansion mismatch between the three eutectic phases was determined by the piezospectroscopic method. A compressive stress state for the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was found. The hardness and the fracture toughness measured by microindentation were independent of the phase size obtaining values of 16 GPa and 4 MPa·m<sup>1/2</sup> respectively. These results were compared with that obtained from nanoindentation tests. Contrary to hardness and fracture toughness, the flexural strength increased when the phase size decreased reaching 3 GPa for 750 mm/h. A high retention of the flexural strength was observed up to 1500 K in the materials processed at 25 and 350 mm/h, while the degradation of the flexural strength for the rods grown at 750 mm/h began below this temperature as a consequence of the coarsening of the microstructure.

## ENTIDADES PATROCINADORAS



CEVISAMA

CSIC  
Instituto de Cerámica y Vidrio

EORS

JECS  
Trust

INTERNATIONAL  
COMMISSION  
on GLASS



## EMPRESAS PATROCINADORAS



casocipa, s.l.  
Sílices y kaolines



INSEIS  
THERMISCHE ANALYSE

Mario Pilato Blat, s.a.  
MINERALES Y MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA

Instituto Geológico  
y Minero de España



JOSE SANCHEZ PEHELLA, S.A.U.  
FELDSPATOS-CLAROS-ARENAS FELDSPÁTICAS

sikamar  
sílices y kaolines Martí S.L

## ENTIDADES COLABORADORAS

ASCER Asociación Española de Fabricantes de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos

ANFECC Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colorantes Cerámicos

Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas (HISPALYT)

ASEBEC Asociación Nacional de Bienes de Equipo Cerámico

AINDEX Asociación de Industrias Extractivas

AITEMIN Asociación de Investigación Tecnología Minera

Universitat Jaume I

Instituto de Tecnología Cerámica-UJI

Museo de Onda

Museo Nacional de Cerámica de Valencia

ATC (Asociación de Técnicos Cerámicos)

ANPEC (Asociación Nacional de Péritos Cerámicos)

SEMAT (Sociedad Española de Materiales)