

## INFORME ANUAL AÑO 2014 DEL SGI LABORATORIO DE RAYOS X

### Recursos Humanos:

Directora Científica del SGI Laboratorio Rayos X:

Prof. Dra. Patricia Aparicio Fernández

Profesora Titular de Universidad del Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola.

E-mail: [paparicio@us.es](mailto:paparicio@us.es)

Tfno.: 629214205

La Dra. Aparicio, es miembro del grupo de Investigación Mineralogía Aplicada desde 1993. Autora o coautora más de 60 artículos publicados en revistas científicas y capítulos de libros y 22 Informes Científicos para Instituciones y Empresas. Sus líneas de investigación se centran en la caracterización, génesis y aplicaciones de arcillas, en la evaluación de la contaminación provocada por elementos *traza en suelos*, en el encapsulamiento de residuos en matriz cerámica y en la captura y secuestro de CO<sub>2</sub>. Responsable de cinco proyectos de investigación (MINECO, Junta de Andalucía y empresas) y miembro del equipo de investigación de cinco proyectos MEC, diez proyectos subvencionados por la Junta de Andalucía, nueve proyectos subvencionados por empresas y tres ayudas subvencionadas por la OTRI de la Universidad de Sevilla. Co-inventora de tres patentes. Subdirectora del CITIUS (2012-). Tesorera de la Sociedad Española de Arcillas (1999-2002) y vocal de la Junta Directiva (2002-2006, 2010-2012). Councilor de la Clay Minerals Society (2012-2015), Chair del Contributions and Membership Committee de la Clay Minerals Society (2013-2015), y Vocal del Source Clay Minerals Committee de la Clay Mineral Society (2007-2010). Ha sido investigador visitante en la Louisiana State University, Baton Rouge, USA (1998 y 2000), en el Istituto di Ricerche Technologiche per la Ceramica de Faenza, Italia (2000), Università di Bologna, Italia (2006) y en la Indiana University, Bloomington, USA (2007). Expert-Reviewer of the UEFISCDI (The Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding) Romania (2011).

### Personal laboral y Becarios:

D. Santiago Medina Carrasco  
Titulado Superior de Apoyo a la Docencia  
e Investigación, Grupo I  
Doctor en Ciencia de Materiales  
[sanmedi@us.es](mailto:sanmedi@us.es)  
616383163

D. Alberto Ortega Galván  
Titulado Superior de Apoyo a la Docencia  
e Investigación, Grupo I  
Licenciado en CC. Físicas e  
Ingeniero de Materiales  
[alortega@us.es](mailto:alortega@us.es)  
954559747

D. Francisco Rodríguez Padial  
Técnico Auxiliar de Laboratorio, Grupo IV  
Licenciado en CC. Químicas  
[padi@us.es](mailto:padi@us.es)  
954559746

D. Agustín Cota Reguero  
Titulado Superior  
Licenciado en CC. Físicas e  
Ingeniero de Materiales  
[acota@us.es](mailto:acota@us.es)  
954559747





Figura: Patricia Aparicio, Agustín Cota, Alberto Ortega, Francisco Rodríguez, Domingo Marín y Santiago Medina (personal del SGI LRX).

### Información general del Servicio:

#### Datos de contacto del SGI LRX

Localización: Edificio CITIUS  
Correo electrónico: [areaderayosx@us.es](mailto:areaderayosx@us.es)  
Tfno.: 954559747 / 954559746  
<http://investigacion.us.es/scisi/sgi/servicios/area-de-rayosx>

#### Introducción

El Laboratorio de Rayos X ofrece a sus usuarios análisis de la estructura cristalina y la composición elemental de materiales mediante Difracción y Fluorescencia de Rayos X, respectivamente. Para ello se dispone de un difractómetro de polvo para análisis rutinario (Unidad D8I-90), un difractómetro de polvo para el análisis in situ de interfases (Unidad D8C), un equipo de microDifracción y estudio de Capas y Superficies (Unidad DISCOVER), un equipo de Difracción de Monocristal (Unidad APEX II DUO), un equipo de microFluorescencia de Rayos X (Unidad EAGLE), un equipo de Fluorescencia de Rayos X (Unidad AXIOS), dos equipos de Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total (Unidades PICOFOX) y un equipo de Tomografía Computerizada (Unidad COUGAR).

#### Entre los análisis ofertados se incluyen:

- Determinación rutinaria de fases cristalinas presentes en un material en condiciones ambientales estándar.
- Determinación de fases cristalinas presentes en un material y seguimiento de reacciones en condiciones controladas de presión, atmósfera, temperatura y humedad relativa.
- Determinación rutinaria de la composición química de elementos mayoritarios y minoritarios en sólidos y líquidos (rango elemental O al U).
- Determinación de la composición química de elementos mayoritarios y minoritarios (rango elemental Na al Pu), con resolución espacial (300  $\mu\text{m}$ ).
- Obtención de difractogramas de monocristal.
- Resolución de estructuras cristalinas.

- Microdifracción, mapeo del espacio recíproco, estudio de texturas y estrés, reflectometría y alta resolución, difracción en plano, GI-SAXS y SAXS.
- Evolución con la temperatura (hasta 1100°C) de capa delgada.
- Captura de imágenes 2D y reconstrucciones 3D mediante tomografía computerizada.

#### Áreas de conocimientos y/o ámbitos científicos de aplicación

- Arqueometría.
- Ciencia e Ingeniería de Materiales.
- Ciencias Ambientales.
- Cristalografía y Mineralogía.
- Edafología.
- Geología.
- Ingeniería Química
- Odontología
- Química Analítica.
- Química Industrial.
- Química Inorgánica.

#### Sectores comerciales y/o industriales de aplicación

- Caracterización de materias primas y residuos.
- Control de fallos.
- Energías renovables.
- Estudios forenses.
- Explotación y tratamiento de recursos minerales
- Geotecnia.
- Industria Aeroespacial.
- Industria Cerámica.
- Industria farmacéutica.
- Joyería.
- Materiales de Construcción.
- Metalurgia.
- Patrimonio histórico artístico.



Figura: Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X por reflexión total S2 PICOFOX .

#### Descripción de los equipos e instrumentos del SGI

- Difractómetro de Rayos X D8 DISCOVER de la marca BRUKER que permite, a través de distintas técnicas, el estudio de fases cuantitativo y cualitativo, análisis de estructura de cristal, alta resolución, reflectometría, mapeo de espacio recíproco, difracción de Rayos X a incidencia rasante en plano (IP-GID), dispersión de Rayos X a bajo ángulo e incidencia rasante (GI-SAXS), tensión residual y estrés, análisis de textura, análisis mediante capilares y micro-difracción.
- Difractómetro de Rayos X de monocristal (APEX II). Sistema completo de difracción de rayos x de monocristal con tres fuentes de radiación, con geometría Kappa, modelo APEX II de BRUKER. Dispone de un detector CCD de alta sensibilidad. El equipo tiene además de la opción de usar radiación incidente procedente de tres microfuentes diferentes: cobre, molibdeno o plata. El sistema incluye un goniómetro de cuatro círculos con geometría Kappa y un videomicroscopio CCD integrado. El equipo permite el enfriamiento de la muestra mediante una unidad de refrigeración por nitrógeno modelo Cryostream 700 Plus de Oxford, que posibilita realizar experimentos entre 80 y 500 K.
- Difractómetro de Rayos X para análisis in-situ de interfaces Bruker D8C. Cuenta con cámaras de temperatura: TTK450 de AntonPaar de baja temperatura, con controlador de humedad SYCOS H de ANSYCO y cámara de reacción y alta temperatura XRK900 de AntonPaar.
- Difractómetro Rayos X D8 ADVANCE A25 de la marca Bruker. Difractómetro de polvo  $\theta:\theta$  marca de anticátodo de Cu, juego de rendijas incidentes variable o fijas, rendijas soller, filtro de Ni en el haz difractado, detector lineal, opción de giro de la muestras durante el análisis e intercambiador de muestras automático de 90 posiciones.
- Equipo de Fluorescencia de Rayos X marca Panalytical (modelo AXIOS) de tubo de Rh para el análisis elemental de muestras sólidas y líquidas. Dotado de sistema robotizado para el cambio de muestras, lo que permite programar un gran número de análisis. Este equipo permite el análisis químico cualitativo y cuantitativo desde el O al U en un amplio rango de concentraciones desde componentes mayoritarios a trazas.
- Equipo de microFluorescencia de Rayos X EAGLE III de EDAX. Análisis no destructivo que permite la caracterización química (rango elemental Na al U) de objetos de diverso tamaño, en forma sólida o pulverulenta. El anticátodo del tubo de rayos-X es de Rh, y el detector es de energías dispersivas de Rayos X.

- Equipos de Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total S2 PICOFOX. Espectrómetro de fluorescencia de rayos x capaz de realizar microanálisis multielemento cuantitativos y semicuantitativos rápidos de líquidos, suspensiones, sólidos y contaminantes.
- Equipo de Tomografía Computerizada Y COUGAR que permite obtener imágenes 2D y 3D de muestras con alta resolución y que dispone de características multifoco (nanofoco, microfoco y alta potencia).

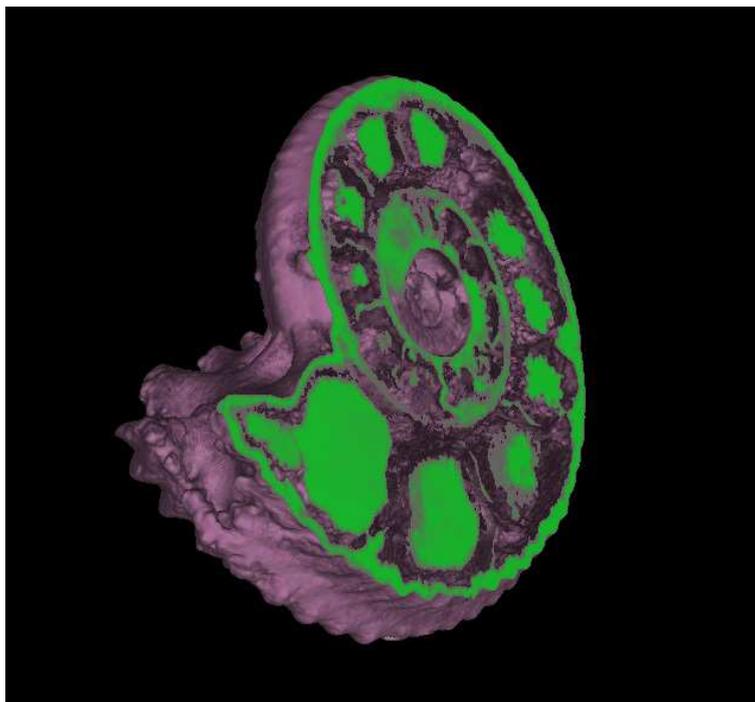


Figura: Reconstrucción 3D realizada con el Equipo de de Tomografía Computerizada Y COUGAR



Figura: Imagen 2D realizada con el Equipo de de Tomografía Computerizada Y COUGAR.



Figura: Taller "Captura y secuestro de CO<sub>2</sub> como alternativa al cambio climático" de la Semana de la Ciencia .

## **Otras actividades**

### **1.- Relación de actividades formativas organizadas o coorganizadas e impartidas por el Servicio.**

#### **Cursos**

"Introducción al Lenguaje de Programación C++" del 02/09/2013 al 04/09 2014 impartido por Agustín Cota Reguero

#### **Asignaturas en las que se ha visitado el SGI-RX durante 2013:**

"La Investigación de la Prehistoria." Licenciatura de historia (departamento de Prehistoria y Arqueología)  
14/11/2014 y 21/11/2014

"Seminario Laboratorio de Difracción de Rayos X". Máster de Estudios Avanzados en Química (Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola).

"Materiales Cerámicos". Grado en Ingeniería de Materiales (Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola).

#### **Semana de la Ciencia**

"Captura y secuestro de CO<sub>2</sub> como alternativa al cambio climático" 13/11/2014 Santiago Medina Carrasco y Patricia Aparicio Fernández

"Aplicación de Técnicas de Rayos X y Microscopía en materiales arqueométricos" 06/11/2014 Agustín Cota Reguero, Domingo Martín García

"¿Azúcar o Sal? el Difractómetro nos da la respuesta" 03/11/2014 Francisco Rodríguez Padial y Agustín Cota Reguero



## **Prácticas Externas de Estudiantes**

Desde el 01/03/2014 al 23/06/2014 en el servicio han realizado sus prácticas externas los alumnos Michael Hackman y Arno Knieschewski pertenecientes al "Master Universitario en Microelectrónica, Diseño y Aplicaciones de Sistemas Micro/Nanométricos.

## **2.- Relación de actividades formativas a las que asiste el personal del Servicio como alumno.**

### **Asistencia a cursos:**

"Interpretación de Formatos de Calibración de Balanzas y Medios Isotermos" impartida por D. Jorge Rivera el 19 de Noviembre de 2014. Santiago Medina Carrasco, Francisco Rodríguez Padial, Alberto Ortega Galván y Agustín Cota Reguero.

Sistemas de Gestión Ambiental. Impartido por el Instituto Andaluz de Tecnología (IAT). 28 y 29 de octubre de 2014. Técnicos asistentes: Santiago Medina Carrasco, Alberto Ortega Galván y Agustín Cota Reguero.

Auditorías de la Calidad. Metodología. Impartido por el Instituto Andaluz de Tecnología (IAT). 21 y 22 de octubre de 2014. Técnicos asistentes: Santiago Medina Carrasco, Alberto Ortega Galván y Agustín Cota Reguero.

Using Biological Small Angle Scattering as a Structure Validation Tool. Impartido por la empresa Bruker 22/05/2014 Santiago Medina Carrasco

Advances in coatings and multilayer composition and thickness analysis. Impartido por PANalytical 04/02/2014 Santiago Medina Carrasco

SCD Fast Intuitive Structure Determination V - Structure Refinement and Report Generation. Impartido por Bruker. 29/01/2014 Santiago Medina Carrasco y Agustín Cota Reguero

READYTOGO: Training 2D and 3D. Impartido por YXLON. 15 al 17 de Julio de 2014. Francisco Rodríguez Padial, Alberto Ortega Galván y Agustín Cota Reguero

"Introducción a la Fluorescencia por Reflexión Total (TXRF). Equipo PICOFOX S2", impartido por la empresa BRUKER los días 25 al 27 de marzo de 2014 Alberto Ortega Galván y Agustín Cota Reguero

"Absolute Structure Determination", impartido por la empresa Bruker que se celebró el día 7 de abril de 2014 Santiago Medina Carrasco, Alberto Ortega Galván y Agustín Cota Reguero

"Introducción al Lenguaje de Programación C++" del 02/09/2013 al 04/09 2014 Alberto Ortega Galván

"High energy X-ray applications on a multipurpose diffractometer" impartido por PANalytical 04/12/2014 Santiago Medina Carrasco y Agustín Cota Reguero

"High-resolution XRD solutions for semiconductor materials" impartido por PANalytical 10/12/2014 Santiago Medina Carrasco y Agustín Cota Reguero

Curso de Inglés online en la plataforma "Tell me more" organizado por el FORPAS Francisco Rodríguez Padial

"Taller de preparación de monólogos para FAMELAB" organizado por FECYT y la US en CITIUS-2 Francisco Rodríguez Padial



### **3.- Relación de congresos, seminarios, jornadas técnicas, etc, a los que concurren el personal del Servicio como asistente o como ponente..**

"Nuevo Recurso Didactico para el Aprendizaje de los Grupos Espaciales de Simetría (Programa G.E.S.U.S)" XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española de Mineralogía. Celebrada en Granada del 01 al 04 de julio de 2014

### **4.- Relación de artículos (autor, título, trabajo realizado por....., director), tesis, trabajos fin de grado, y trabajos fin de máster, realizados por los SGI.**

A Cota; A Miras. Nuevos Recursos Didácticos Para el Aprendizaje de los Grupos Espaciales de Simetría (Programa G.E.S.U.S.). *Macla*. 19, Sociedad Española de Mineralogía, 2014.

E Pavon; MA Castro; A Cota; FJ Osuna; MC Pazos; MD Alba. Interaction of Hydrated Cations with Mica-N (N=2,3 And 4) Surface. *The Journal of Physical Chemistry C*. 118, pp. 2115- 2121. 2014.

Jl Corredor; A Cota; E Pavon; FJ Osuna; MD Alba. Influence of the Synthesis Parameter on the Interlayer and Framework Structure of Lamellar Octadecyltrimethylammonium Kanemite. *Applied Clay Science*. 95, pp. 9 - 17. 2014.

M Naranjo; MA Castro; A Cota; E Pavon; MC Pazos; MD Alba. A New Route of Synthesis of Na-Mica-4 from Sodalite. *Microporous and Mesoporous Materials*. 186, pp. 176 - 180. 2014.

### **5.- Relación de artículos científicos que mencionan al Servicio o a algún tipo de servicio que presta el Servicio o el SCISI-CITIUS.**

Galán Emilio, Aparicio Patricia, Miras Adolfo Contribution of Applied Mineralogy Group to capture and storage of CO2 *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía, Macla*. 2014. Núm. 18. Pag. 51-53

Galán Emilio, Gonzalez Isabel, Romero, Antonio J., Aparicio, Patricia A methodological approach to estimate the geogenic contribution in soils potentially polluted by trace elements. Application to a case study. *En: Journal of Soils and Sediments*. 2014. Vol. 14. Pag. 810-818

Galán Emilio, Aparicio Patricia, Romero Antonio J. El programa RBCA aplicado a suelos contaminados por elementos traza. Ventajas e inconvenientes. *Macla*. 2014. Vol. 19

Galán Emilio, Aparicio, Patricia Experimental study on the role of clays as sealing materials in the geological storage of carbon dioxide. *Applied Clay Science*. 2014. Vol. 87. Pag. 22-27

González Isabel, de La Rosa Jesús, Fernández-Caliani Juan Carlos, Romero Antonio, Sánchez De La Campa Ana M., Galán Emilio, González-Castanedo Yolanda, Barba Cinta. Influencia del Material Particulado Atmosférico, Derivado de Residuos Mineros, en la Calidad del Aire y de los Suelos en la Comarca de Riotinto (Huelva). *Macla* 18 (2014) 59-61

Gutiérrez Ortiz F.J., Aguilera P.G., Ollero P.. Biogas desulfurization by adsorption on thermally treated sewage-sludge. *Separation and Purification Technology* 123 (2014) 200–213.

Gutiérrez-Pardo A., Ramírez-Rico J., de Arellano-López A. R., Martínez-Fernández J.. "Characterization of porous graphitic monoliths from pyrolyzed Wood". *Journal of Materials Science*, 49 (2014)7688-7696.



Naranjo M., Castro M. A., Cota A., Pavón E., Pazos M.C. and Alba M. D.. A New Route of Synthesis of Na-Mica-4 from Sodalite. *Microp. Mesop. Mater.* 186 (2014) 176-180

Pavón E., Castro M. A., Cota A., Osuna F. J., Pazos M. C., Alba M. D.. Interaction of hydrated cations with Mica-n (n=2, 3 and 4) Surface. *J.Phys.Chem. C* 118 (2014) 2115-2121

Romero Antonio, González Isabel, Martín José María, Vázquez María Auxiliadora, Ortiz Pilar. Risk Assessment of Particle Dispersion and Trace Elements Contamination from Mine-Waste Dumps. *Environ Geochem Health* DOI 10.1007/s10653-014-9645-0

Romero-Baena Antonio J., . Fernández Del Baño Isabel M, González Díez Isabel , Galán Huertos Emilio. Especiación Químico-Mineralógica de Arsénico en Residuos Ricos en Pirita. *Macla* 19 (2014)

Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A., Valverde J. M.. Nanosilica supported CaO: A regenerable and mechanically hard CO<sub>2</sub> sorbent at Ca-looping conditions. *Appl. Energy* 118 (2014) 92–99

Sanchez-Jimenez P. E., Valverde J. M., Perez-Maqueda L. A.. Multicyclic conversion of limestone at Ca-looping conditions. The role of solid-state diffusion controlled carbonation. *Fuel* 127 (2014) 131–140.

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. Limestone calcination kinetics nearby equilibrium. CaO crystal structure, sintering and reactivity. *Journal of Chemical Physics*. DOI: 10.1021/jp508745u

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. Role of precalcination and regeneration conditions on postcombustion CO<sub>2</sub> capture in the Ca-looping technology. *Applied Energy*, Vol. 136, 2014, 347–356

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A., Quintanilla M. A. S., Perez-Vaquero J.. Role of crystal structure on CO<sub>2</sub> capture by limestone derived CaO subjected to carbonation/recarbonation/calcination cycles at Ca-looping conditions. *Appl. Energy* 125, 15 (2014) 264–275.

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. Ca-looping for postcombustion CO<sub>2</sub> capture: A comparative analysis on the performances of dolomite and limestone. *Applied Energy* 138 (2015) 202–215.

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. Calcium-Looping for Post-Combustion CO<sub>2</sub> Capture. The Adverse Effect of Sorbent Regeneration under CO<sub>2</sub>. *Applied Energy* 126, 2014, 161–171.

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. Effect of heat pretreatment/recarbonation in the Ca-looping process at realistic calcination conditions *Energy Fuels*, 2014, 28 (6), 4062–4067.

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. High and stable CO<sub>2</sub> capture capacity of natural limestone at Ca-looping conditions by heat pretreatment and recarbonation. *Fuel* 123 (2014) 79–85.

Valverde J. M., Sanchez-Jimenez P. E., Perez-Maqueda L. A.. On the relevant influence of limestone crystallinity on CO<sub>2</sub> capture in the Ca-looping technology at realistic calcination conditions. *Env. Sci. & Technol.* 2014, 48(16):9882-9.

**6.- Otras actividades específicas como: Análisis inter laboratorio, estancias en el extranjero (vía Erasmus para PAS), banco de patrones, visitas recibidas (que no estén reguladas por el Área de Visitas) y visitas efectuadas a otras dependencias, etc.**

**Intercomparaciones**

Durante 2013 el SGI LRX ha participado en la edición 34 y 35 del ejercicio de analisis interlaboratorios organizado por la "International Association of Geanalysts". Esta actividad de intercomparación se realiza desde 2006 y ello ha permitido una mejora continua en la calidad de los resultados obtenidos en Fluorescencia de Rayos X, como se demuestra en las figuras.

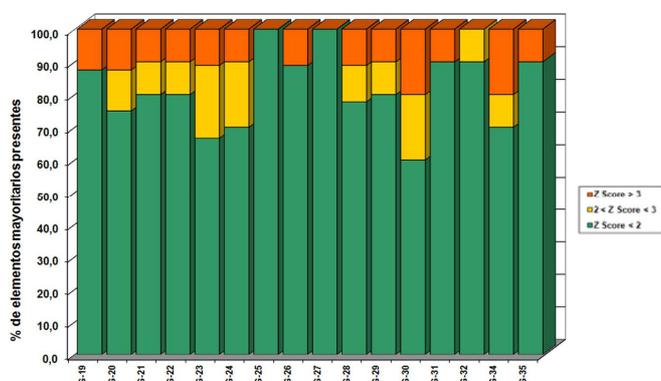


Figura: Evolución del valor de Z-Score para elementos mayoritarios

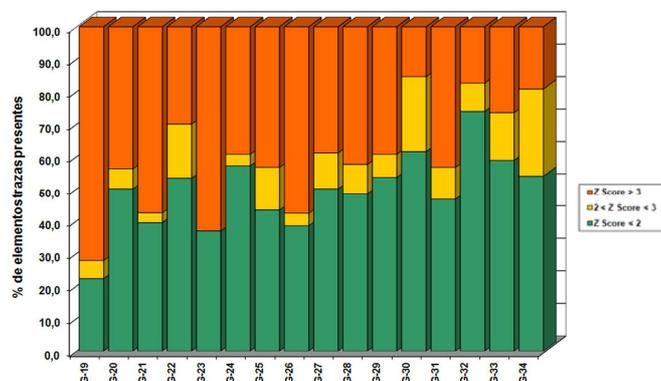


Figura: Evolución del valor de Z-Score para elementos traza

Se ha participado en la 7th (2014) Reynolds Cup. Se trata de un ejercicio de intercomparación de cuantificación de fases cristalinas presentes en arcillas organizado por la Clays Mineral Society. Con la participación en este ejercicio se ha mejorado la forma de trabajo en la cuantificación de fases cristalinas mediante difracción de Rayos X. En esta edición el SGI Laboratorio de Rayos X ha logrado por segunda vez consecutiva situarse entre los 40 mejores resultados de todos los laboratorios que a nivel mundial concurren a este evento.

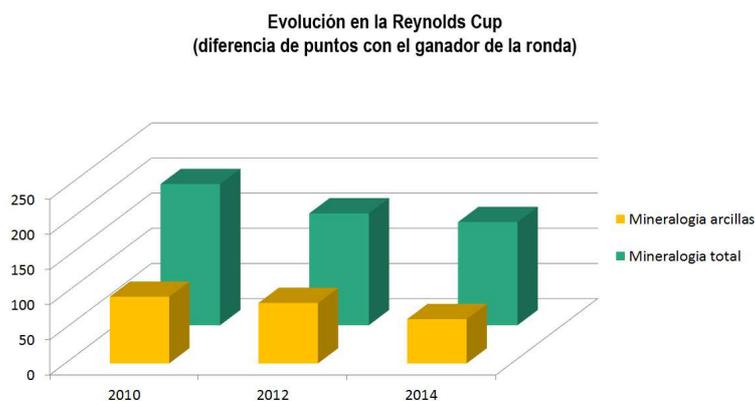


Figura: Evolución de la diferencia respecto al ganador por año.

### Patentes de Software

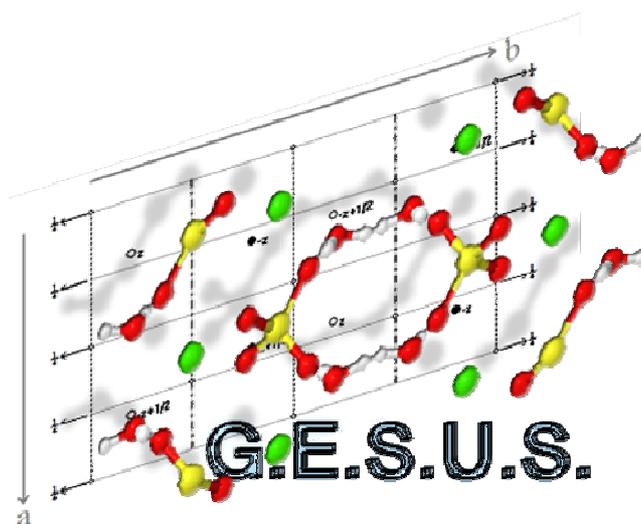


Figura: Logo del programa GESUS

En el año 2014 se ha realizado una aplicación denominada "GESUS" para la enseñanza de los Grupos Espaciales de Simetría en la Universidad de Sevilla, que ha revertido en una comunicación presentada a la XXXIV Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía (Granada) titulada "Nuevo Recurso Didáctico para el Aprendizaje de los Grupos Espaciales de Simetría (Programa G.E.S.U.S)" realizado en colaboración con D. Agustín Cota Reguero (Macla, 2014, p. 19).

La finalidad de este Programa es poner a disposición de cualquier persona interesada, una herramienta útil y de fácil manejo para la enseñanza de los Grupos Espaciales de Simetría, dirigida a los alumnos de Cristalografía en un nivel básico, que cuenten con conocimientos elementales sobre los elementos de simetría, redes de Bravais, Grupos Puntuales y Grupos Planos.

Autores: Adolfo Miras Ruíz y Agustín Cota Reguero

## 7.- Proyectos para los que se realizan análisis en los SGI.

### Contratos

"Waste to Biofuel-Fase 2". Ref.PRJ201402171. Uso de equipo de difracción de rayos x D8I-90. Investigador responsable: M<sup>a</sup> del Mar Orta Cuevas. Subvencionado por Abengoa Research, S.L.

"Waste to Biofuel-Fase 3". Ref.PRJ201402244. Uso de equipo de difracción de rayos x D8I-90. Investigador responsable: M<sup>a</sup> del Mar Orta Cuevas. Subvencionado por Abengoa Research, S.L.

"Caracterización de las propiedades físico químicas de materiales sólidos del protecto Waste to Biofuel". Ref.PRJ201402381. Uso de equipo de microfluorescencia de rayos x. Investigador responsable: M<sup>a</sup> del Mar Orta Cuevas. Subvencionado por Abengoa Research, S.L.

Realización de medidas de Resonancia Magnética Nuclear a 4 muestras en un RMN de 700 MHz solicitado por Abengoa Research S.L. en el marco "Waste to Biofuel". Código US Proyecto: 2383

Determinación de la composición química y mineralógica del bronce y de las pátinas existentes en la estatua de la fuente de Neptuno del Real Alcázar de Sevilla. (ref. 2143/0159)

Caracterización de ladrillos vistos y morteros, alteraciones y estudio de la efectividad de conservación del Centro Comercial Plaza de Armas (Sevilla). (ref. 2203/0159)

"La piedra del Grupo escultórico (cuatro Alegorías) de la Plaza de Covadonga: petrografía y análisis mineralógico, influencia en su alteración". (ref. 2222/0159)

Asesoramiento y elaboración de informes científico-técnicos sobre caracterización y estudio de patologías de materiales de construcción en monumentos y edificios históricos (ref.1627/0159):

- Estudio De Materiales Y Causas De Alteración De Verja Original Del Parque De María Luisa De Sevilla (1929)

- Caracterización De Pinturas Murales Y Datación Mediante C-14 De Los Morteros De Soporte (Intonaco) Procedentes Del Castillo De Guzmán El Bueno (Tarifa)

"Demostración integrada de procesos de Reducción de CO<sub>2</sub> industrial mediante carbonatación y Valorización de productos (ReCO<sub>2</sub>Val)". ([2008/0126](#)). Subvencionado por Instalaciones Inabensa, S.A.

### Proyectos

Estudio de la inmovilización de metales pesados por micas de alta carga sintéticas organofuncionalizadas: Pruebas a escala de laboratorio. Proyecto de Excelencia Junta de Andalucía (FQM-567)

Análisis de Filosilicatos en el Estudio de Facies Sedimentarias Continentales: Implicaciones Geológicas, Paleoclimáticas e Industriales. Plan Estatal 2013-2016 Excelencia ([CGL2013-46169-C2-2-P](#)) (RNM135)

Carbonatación de Residuos de la Construcción como una Alternativa para la Reducción de CO<sub>2</sub>. Posible Aplicación al Almacenamiento de CO<sub>2</sub> en Canteras Restauradas con Residuos. Proyectos de Excelencia de la Junta de Andalucía ([P12-RNM-568](#)) (RNM135)

## 8.- Notas de prensa del Servicio en 2014.

[La cristalografía también estará presente en las Semanas de la Ciencia de la Universidad de Sevilla \(Noticia de Investigación - US - 03/11/2014\).](#)

[Publicación de Taller "¿Azúcar o sal? El difractor nos da la respuesta" en las Semanas de la Ciencia en Andalucía \(semanadelaciencia.fundaciondescubre.es - 03a16/11/2014\).](#)

[Publicación de Taller "Aplicación de técnicas de rayos-X y microscopía en materiales arqueométricos" en las Semanas de la Ciencia en Andalucía \(semanadelaciencia.fundaciondescubre.es - 03a16/11/2014\).](#)

[Publicación de Taller "Captura y secuestro de CO2 como alternativa al cambio climático" en las Semanas de la Ciencia en Andalucía \(semanadelaciencia.fundaciondescubre.es - 03a16/11/2014\).](#)