



IRINEMA

INSTITUTO
EDUARDO
TORO
ROJA



2º boletín anual del proyecto IRINEMA

1. Bienvenida
2. Resultados
3. Colaboradores: CIEMAT e ICMM
4. Noticias y participaciones en congresos
5. Próximos eventos

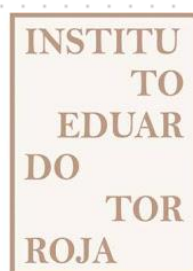
¡Bienvenid@s al segundo boletín de IRINEMA!

Nos complace anunciar la segunda edición de la serie de boletines del proyecto IRINEMA con las que queremos difundir el conocimiento científico que se genera a lo largo del proyecto.

El proyecto IRINEMA, “Inmovilización de resinas iónicas de grado nuclear en materiales activados alcalinamente” (2019-T1/AMB-13672), se financia mediante las ayudas destinadas a la Atracción de Talento Investigador para la incorporación de personal investigador y realización de actividades de I+D, otorgadas por la Comunidad de Madrid. Este proyecto se realiza en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC).

La intención de este segundo número es compartir las principales aportaciones científicas que, mediante IRINEMA, se han realizado en el segundo año del proyecto, así como dar a conocer la labor de los diferentes colaboradores que han intervenido. En esta publicación se localiza una introducción a los estudios que se han realizado sobre nuevos materiales cementantes para la inmovilización de las resinas de grado nuclear gastadas, así como una sección dedicada a las empresas, universidades y centros de investigación que colaboran en el proyecto, llamada “Nuestros colaboradores”. En este segundo número hemos querido destacar la labor de dos centros colaboradores, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT, y el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, ICMN. Por último, se informa también sobre una serie de noticias, reuniones y congresos donde IRINEMA ha participado, así como los próximos eventos relevantes para el proyecto.

Esperamos que la audiencia interesada disfrute del contenido de estos boletines.



IRINEMA

Resultados IRINEMA

Durante estos meses en el marco de IRINEMA se han llevado a cabo estudios principalmente centrados en el diseño del geopolímero base. Tras la preparación y caracterización físico-química de las materias primas (escoria de alto horno y ceniza volante) se ha procedido a la identificación de las proporciones de materias primas aluminosilícicas y los activadores alcalinos adecuados para obtener dos tipos de geopolímeros con pH alto y bajo. Además, se ha considerado en el diseño de las matrices cementantes la incorporación de aditivos superplastificantes para mejorar las propiedades en estado fresco de los materiales desarrollados.

Con las matrices seleccionadas se han llevado a cabo los siguientes ensayos:

1. Determinación de las propiedades en estado fresco de las matrices cementantes y la influencia en las mismas del uso de aditivos de diferente naturaleza (copolímero vinílico, base melanina y tres policarboxilatos) mediante ensayos de determinación del tiempo de fraguado con un equipo de Aguja de Vicat automática y de la fluidez a través del ensayo de escurrimiento.
2. Análisis de la influencia de los aditivos en las matrices y selección de los aditivos que optimizan las propiedades en estado fresco de los geopolímeros.
3. Determinación de las resistencias mecánicas a flexión y compresión de los geopolímeros seleccionados a los 2, 7 y 28 días de curado.
4. Estudio de la cinética de las reacciones del proceso de activación de los geopolímeros seleccionados mediante ensayos de calorimetría de inducción.
5. Determinación de la porosimetría de las matrices cementantes mediante ensayos de Porosimetría por Intrusión de Mercurio a los 28 días de curado.

Estos avances en el diseño de materiales cementantes para la inmovilización de resinas de grado nuclear pueden consultarse de manera extensa en las dos publicaciones científicas que se han generado hasta el momento en el marco del proyecto IRINEMA:

- de Hita, M. J., and M. Criado. "Influence of admixtures on the workability and strength of sodium carbonate-activated slag/fly ash cement." *Materials Letters* (2022): 131695.
[Influence of admixtures on the workability and strength of sodium carbonate-activated slag/fly ash cement - ScienceDirect](#)

- de Hita, M.J.; Criado, M. Influence of the Fly Ash Content on the Fresh and Hardened Properties of Alkali-Activated Slag Pastes with Admixtures. *Materials* (2022), 15, 992.
[Materials | Free Full-Text | Influence of the Fly Ash Content on the Fresh and Hardened Properties of Alkali-Activated Slag Pastes with Admixtures \(mdpi.com\)](#)

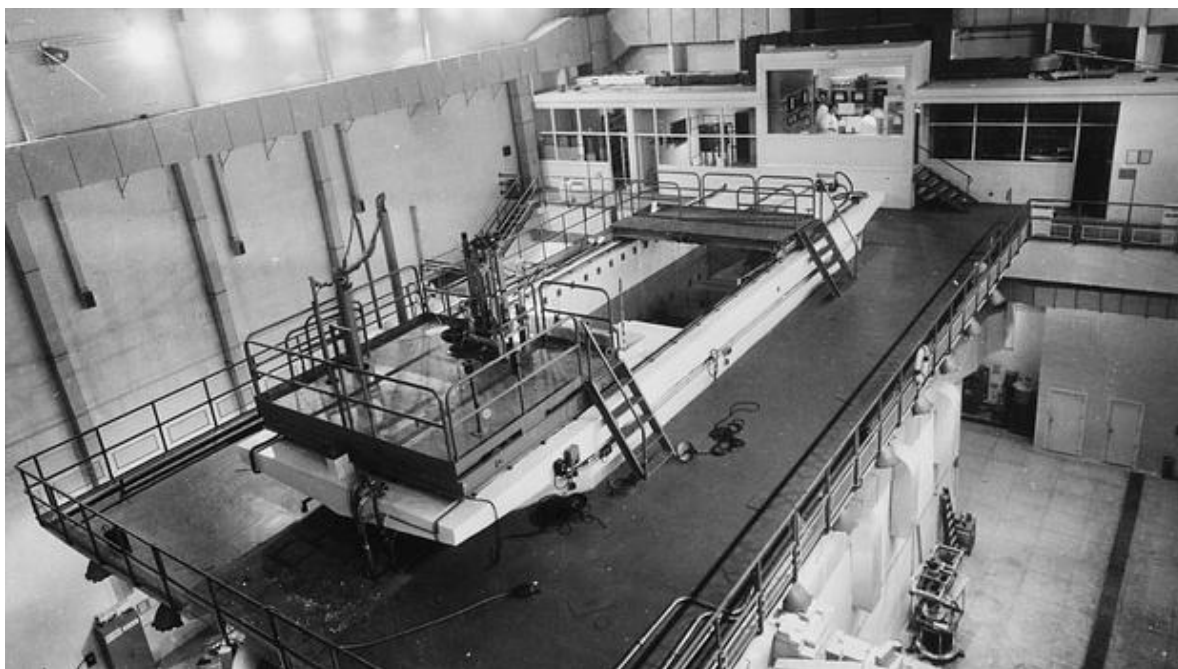
Tras el diseño del geopolímero base, la labor de investigación se ha centrado en las primeras tareas que conciernen a las resinas de intercambio iónico de grado nuclear:

1. Colaboración CIEMAT-IRINEMA con el objetivo de desarrollar el procedimiento y metodología para elaborar la carga de la resina que va a simular su operación en los sistemas del circuito primario del reactor nuclear PWR (diseño y preparación de disolución), y la forma de incorporar los isótopos en la propia resina (condiciones de carga de la resina).
2. Colaboración ICM-IRINEMA para la caracterización de las matrices previa y posterior a la incorporación de resina mediante ensayos de Resonancia Magnética Nuclear de sólidos.

Colaboración CIEMAT - IRINEMA

El CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) es un Organismo Público de Investigación adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la Secretaría General de Investigación, focalizado principalmente en los ámbitos de la energía y el medio ambiente y los campos tecnológicos relacionados con ambos.

Ocupa una posición intermedia en la cadena que va desde la creación de conocimiento básico a la aplicación industrial. En este sentido, se trabaja estrechamente con otros centros nacionales de I+D+i, instituciones, universidades y empresas del sector energético de nuestro país, fundamentalmente, con el fin de transferir los conocimientos y la tecnología que se han generado y con ello, impulsar la innovación y el cambio del modelo económico basándose en el conocimiento.



El reactor nuclear JEN I en la sede del CIEMAT (1971)

La actividad I+D+i realizada por el CIEMAT se enmarca en el ámbito nacional e internacional con la participación en los programas de la UE y la cooperación con organismos intergubernamentales y centros de investigación de otros países, especialmente con Iberoamérica y la cuenca mediterránea. La I+D+i se complementa con las actividades de formación, de transferencia de tecnología, la prestación de servicios técnicos y el asesoramiento a las distintas administraciones y la representación de España en diversos foros internacionales.

Ya desde el año 1951, como Junta de Energía Nuclear (JEN), y a partir de 1986 como CIEMAT, lleva a cabo proyectos de I+D+i en el área de la energía. En la actualidad, las principales líneas de actuación son el estudio, desarrollo, promoción y optimización de las distintas fuentes de energía: renovables, fusión, fisión y combustibles fósiles, así como el estudio de su impacto en el medio ambiente.

Nuestros colaboradores

El CIEMAT posee una dilatada experiencia en el campo de la I+D+i relacionada con la gestión de residuos radiactivos que abarca desde la caracterización radiológica y físico-química de los residuos, su acondicionamiento, la durabilidad de los materiales de barrera o la selección, caracterización y monitorización de emplazamientos para el almacenamiento de residuos.

En concreto, la Unidad de Geología Ambiental Aplicada tiene como una de sus líneas prioritarias de investigación el estudio de la compatibilidad de los distintos tipos de materiales utilizados en los sistemas multi-barrera para el almacenamiento de residuos radiactivos, así como su durabilidad bajo condiciones representativas de operación.

La colaboración con el proyecto IRINEMA surge del interés común en explorar la mejora en las prestaciones que ofrecen las nuevas formulaciones de cementos activados alcalinamente frente a las actuales, basadas en cementos Portland, para el acondicionamiento de residuos radiactivos orgánicos. Particularmente, el objeto de la colaboración CIEMAT- IRINEMA se centra en la preparación y caracterización de un subrogado de un residuo de interés, en este caso, resinas de intercambio iónico gastadas. En esta línea, se han desarrollado los protocolos para la saturación de las resinas de intercambio iónico de acuerdo a una química representativa de un circuito primario del reactor, así como, los estudios de caracterización del residuo.



Vista aérea de la sede de CIEMAT en Ciudad Universitaria en Madrid.

Colaboración ICMM - IRINEMA

El laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear de Sólidos del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid colabora activamente con el proyecto IRINEMA. El Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM) es un Instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), perteneciente al Área de Materia. La misión del ICMM es generar nuevos conocimientos básicos y aplicados en materiales y procesos con alto valor añadido y su transferencia a los sectores productivos de ámbito local, nacional y europeo (el verdadero valor de los materiales está en su uso), la formación de nuevos profesionales en el campo de los materiales y la divulgación del conocimiento científico. El objetivo del ICMM es convertirse en un centro de referencia internacional en el área de los materiales con alto impacto tecnológico, que contribuya de manera efectiva a la sociedad del conocimiento. Simultáneamente, el ICMM debe ser un referente nacional de la industria innovadora de base tecnológica con particular incidencia en la escala nanoscópica y otras temáticas emergentes de materiales.



Izquierda: Imagen del ICMM en el campus universitario de Cantoblanco.

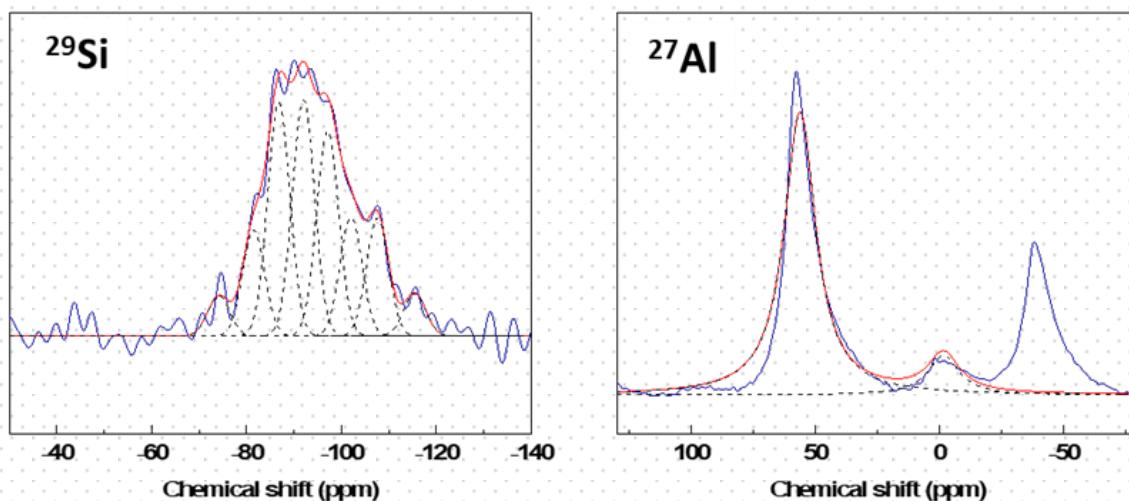
Derecha: Espectrómetro de RMN de 400 MHz para muestras en estado sólido.

El Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid cuenta con una gran oferta de servicios de apoyo a la investigación necesarios para la caracterización de materiales. Uno de ellos es el laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear de estado sólido (RMN), ubicado en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid. Fue el primer laboratorio en España dedicado a la RMN de sólidos que se puso en funcionamiento en el año 1986. Desde el primer momento funcionó como servicio abierto a toda la comunidad científica lo que ha facilitado el establecimiento de colaboraciones entre los investigadores e investigadoras del ICMM y de otros centros de investigación y empresas. Esto ha contribuido a un enriquecimiento de la actividad investigadora propia y, al mismo tiempo, a un aumento de visibilidad del instituto y sus grupos dentro de la comunidad investigadora nacional e internacional, manteniendo el liderazgo científico en el estudio de sistemas desordenados.

La utilización de la RMN de alta resolución en sólidos es uno de los principales objetivos perseguidos a la hora de caracterizar materiales cerámicos, vítreos, catalizadores, cementos, polímeros, conductores iónicos, etc. ya que permite estudiar las propiedades estructurales de una amplia variedad de materiales amorfos o poco cristalinos. En el marco de las colaboraciones, se han llevado a cabo estudios de

Nuestros colaboradores

precursores amorfos de cementos a base de $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ y $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$. En esta línea los investigadores responsables del servicio de RMN (Dr. Jesús Sanz y Dra. Isabel Sobrados) llevamos colaborando muchos años y muy activamente, con investigadores del IETCC del CSIC, que ha dado lugar a numerosos artículos con un gran número de citas. El análisis de los espectros de ^{27}Al y de ^{29}Si de diferentes sistemas permite estudiar la evolución de las fases cristalina y amorfa de las materias primas y también las reacciones de hidratación y activación alcalina y los mecanismos de reacción.

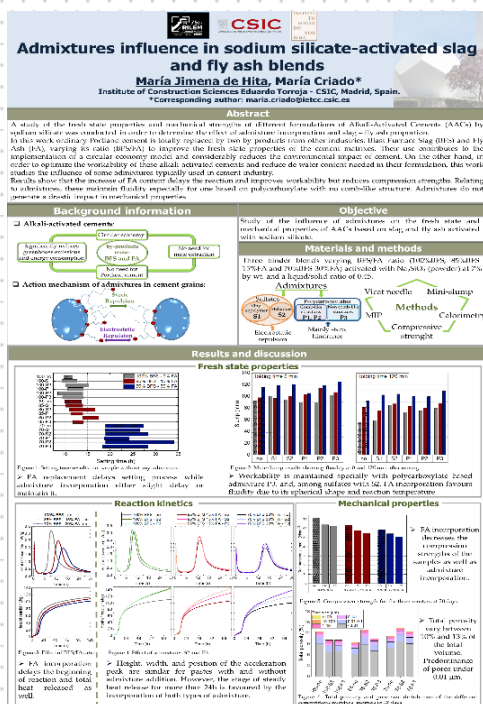


Espectros de RMN de ^{29}Si y ^{27}Al de cenizas activadas alcalinamente. Cortesía de la Dra. María Criado, realizadas en el laboratorio de RMN de Sólidos del ICMM.

En concreto, la colaboración IRINEMA-ICMM tiene por objeto la realización de estudios por Resonancia Magnética Nuclear en el ICMM de los materiales desarrollados en IRINEMA. El propósito de estos estudios es la determinación de la estructura local de los geles formados en la activación alcalina de escorias de alto horno y cenizas volantes como matrices de inmovilización de resinas de intercambio iónico gastadas. Estos estudios están estrechamente relacionados con el comportamiento mecánico y con las propiedades finales de las matrices cementantes que integran el residuo nuclear, garantizando su inmovilización y gestión segura a largo plazo.

IV Jornadas de Jóvenes Científicos en Materiales de Construcción

Por cuarto año consecutivo, la Universidad Carlos III de Madrid, la ETS de Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid y el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC) han llevado a cabo la Jornada de Jóvenes Científicos en Materiales de Construcción, que este año tuvo lugar en la UC3M el 20 de septiembre de 2021. IRINEMA ha tenido el placer de participar en esta cuarta edición a través de la ponencia *Diseño de matrices cementantes con menor huella de carbono para la inmovilización de residuos sólidos orgánicos de grado nuclear*.



75th RILEM Annual Week y cursos de especialización

Del 29 agosto al 3 de septiembre de 2021 se ha celebrado en Mérida, México, la 75ª semana de RILEM, durante la cual se han llevado a cabo las reuniones de los comités permanentes de RILEM y varias reuniones del comité técnico. También tuvo lugar durante este evento la Conferencia Internacional sobre Avances en Materiales y Estructuras de Construcción Sostenibles, con el objetivo de reunir los últimos desarrollos para mejorar la garantía de calidad en materiales de construcción y ensayos y en la que IRINEMA ha participado a través de la presentación del póster *Admixtures influence in sodium silicate-activated slag and fly ash blends*.

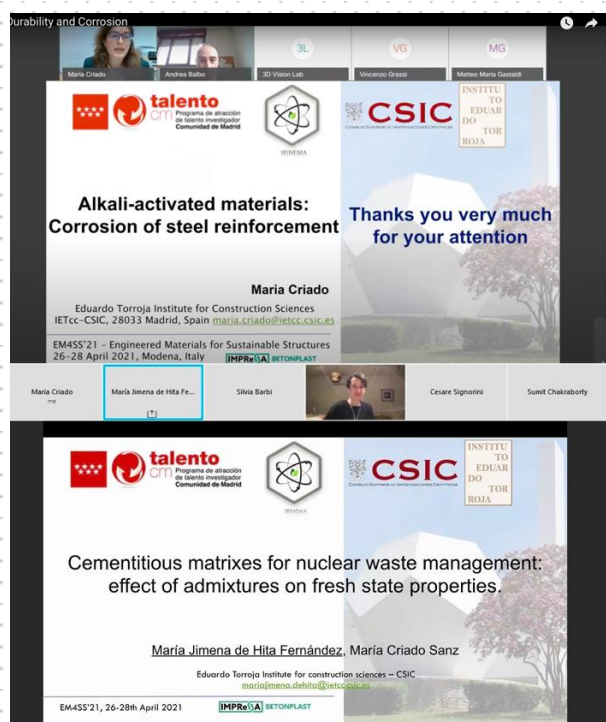
En el marco de la RILEM week también se llevaron a cabo diferentes cursos de especialización a los que hemos asistido: *Alkali Activated Materials* y *Hydration and microstructural characterization of cementitious systems*.

2nd VitroGeoWastes

Del 24 al 26 de mayo de 2021 se ha celebrado el segundo Congreso VitroGeoWastes, organizado por la universidad de Andalucía y que tuvo lugar en Baeza, Jaén, España. Los temas objeto del congreso fueron la vitrificación, geopolimerización, gestión de residuos, cementos “verdes” y economía circular. IRINEMA ha participado en esta segunda edición de VitroGeoWastes a través de dos ponencias, una llevada a cabo por la Dra. María Criado, *Design of alkali-reactivated fly ash matrixes to encapsulate ion exchange resin radioactive wastes*, y otra a cargo de la estudiante de doctorado María Jimena de Hita, *Effect of admixtures on the fresh state properties of sodium carbonate-activated slag/fly ash cements*.



Noticias y participaciones en congresos



EM4SS'21 – Engineered Materials for Sustainable Structures

El Congreso Engineered Materials for Sustainable Structures, organizado por la universidad de Módena en el marco del proyecto IMPReSA y llevado a cabo del 26 al 28 de abril del 2021, tuvo por objeto proporcionar un foro único para que investigadores, empresas y profesionales intercambien ideas sobre nuevos materiales y estructuras. Las seis sesiones temáticas abordaron diferentes aspectos en el campo de los materiales de ingeniería, con el objetivo principal de establecer un diálogo significativo entre las diversas comunidades científicas y el mundo empresarial. IRINEMA ha participado en el EM4SS'21 a través de dos ponencias: la Dra. María Criado presentó la ponencia *Alkali-activated materials; Corrosion of steel reinforcement* y la estudiante de doctorado Jimena de Hita presentó la ponencia *Cementitious matrixes for nuclear waste management: effect of admixtures on fresh state properties*.

Colaboración con el proyecto Life Hypobrick

La colaboración entre proyectos científicos contribuye beneficiosamente al desarrollo del conocimiento, por ello, los proyectos IRINEMA y Life Hypobrick han celebrado sesiones de networking para favorecer la colaboración entre las investigadoras de ambos proyectos. El proyecto Life Hypobrick tiene como objetivo principal demostrar la fiabilidad de la fabricación de productos de edificación (ladrillos y bloques) basados en residuos empleando un proceso extremadamente bajo de emisiones CO₂.

Puede consultarse las actas de las reuniones aquí:

Reuniones del 10 al 15 de febrero de 2021

[Acta Life Hypobrick - IRINEMA 10-15 de febrero](#)

Reunión del 14 de septiembre de 2021

[Acta Life Hypobrick- IRINEMA 14 septiembre](#)



Life
Hypobrick



IRINEMA

Próximos eventos

11 Febrero – Día internacional de la mujer y la niña en la ciencia

[11de Febrero – Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia](#)

11 de febrero | Madrid, España

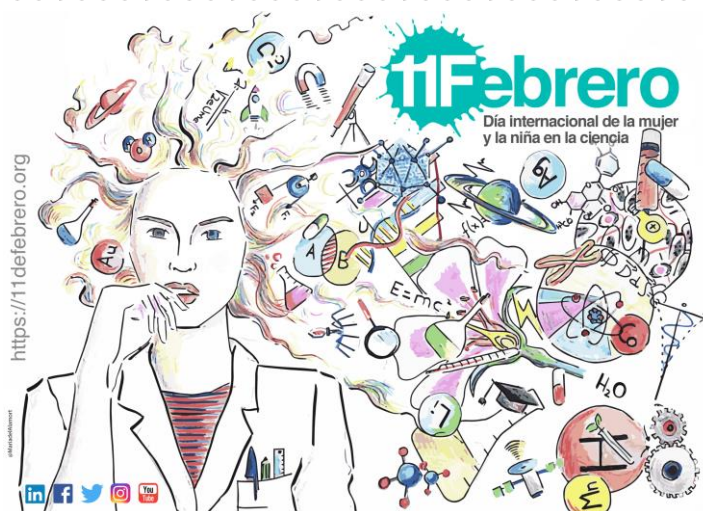


Imagen de @mariadelalamort para 11 de Febrero

11 de febrero es una iniciativa ciudadana para visibilizar el trabajo de las mujeres que se dedican a las áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), creando así referentes femeninos para la infancia que puedan contribuir a la elección de estas áreas como carreras profesionales, así como conocer los diferentes factores que afectan a la situación actual de la mujer en las áreas STEM para fomentar prácticas que conduzcan a su eliminación y alcanzar la igualdad de género en el ámbito científico

Alkali Activated Materials And Geopolymers: Sustainable Construction Materials And Ceramics Made Under Ambient Conditions

[ECI Conference - Alkali Activated Materials and Geopolymers](#)

Del 29 de mayo al 3 de junio de 2022 | Calabria, Italia

La 3ª Conferencia Internacional de la ECI, *Alkali Activated Materials And Geopolymers: Sustainable Construction Materials And Ceramics Made Under Ambient Conditions* prevista para el año 2022, tiene como objetivo recopilar las contribuciones científicas e industriales para encontrar soluciones técnicas que permitan el uso de geopolímeros y otros materiales relacionados, reduciendo los residuos y las emisiones de efecto invernadero en la fabricación de cerámica y cemento, y para proporcionar materiales cerámicos escalables y de alto rendimiento.

XVI Edición del Congreso Nacional de Materiales CNMAT22

[Congreso Nacional de Materiales 2022](#)

Del 28 de junio al 1 de julio de 2022 | Ciudad Real, España



La XVI Edición del Congreso Nacional de Materiales CNMAT22 organizada a cargo de la Universidad de Castilla La Mancha, tendrá lugar en Ciudad Real y será foro de encuentro en torno a los últimos avances en procesamiento, propiedades, caracterización y comportamiento de materiales con aplicaciones en múltiples campos tecnológicos; materiales estructurales y funcionales, materiales sostenibles, materiales para TIC's, energía, salud o construcción, entre muchos otros.