

# INSTALACIONES SINGULARES DEL CEDEX

## Laboratorio de aplicaciones isotópicas

C/ Alfonso XII, 3-5 (Edificio CETA), 28014 Madrid



Espectrómetro de masas Finningan Delta Plus Advantage.

### INSTALACIONES

El área de Aplicaciones Isotópicas del CEDEX es responsable de operar un complejo de instalaciones y equipos para la medida de: 1) los principales indicadores de la calidad radiológica de las aguas de consumo humano, continentales y marinas, y 2) las abundancias relativas de isótopos estables y la actividad de isótopos radiactivos para el trazado y la datación de las aguas superficiales y subterráneas, que incluye:

- Un laboratorio de Química especializado en la preparación de muestras de agua, concentrando su actividad y dándoles la forma física y geometría necesarias para su medida en los correspondientes sistemas de detección física.
- Un conjunto de detectores con cadenas electrónicas de gran estabilidad y técnicas de cálculo puestos a punto para la aplicación de las siguientes técnicas: 1) centelleo sólido, para la medida del índice de actividad alfa total por evaporación a sequedad, y por coprecipitación en las muestras de mayor salinidad; 2) contador proporcional, para la medida del índice de actividad beta total; 3) es-

pectrometría de absorción atómica, para la medida de la concentración de potasio y el cálculo posterior del índice de actividad beta resto; 4) semiconductor de germanio ultra puro para espectrometría gamma y para la determinación de la actividad de cesio-137 y radón-222; 5) centelleo líquido, para la medida directa y por concentración electrolítica de la actividad de tritio; y 6) cámara de ionización y espectroscopía alfa, para la medida de radón-222 en aire y agua.

- Una combinación de metodologías para la determinación de las relaciones isotópicas de elementos ligeros, que incluye las técnicas más novedosas, como la espectrometría láser para deuterio y oxígeno-18 en agua; junto a otras más consolidadas, como la espectrometría de masas, para deuterio y oxígeno-18 en agua y carbono-13 en el carbono inorgánico disuelto (CID), para el trazado de procesos de interés en hidrología y geoquímica.
- Técnicas de datación mediante la medida por centelleo líquido de la actividad de: 1) tritio en agua previa concentración electrolítica; y 2) carbono-14 en el CID por síntesis de benceno, junto con los

modelos de corrección de asociados que permiten la estimación del tiempo de renovación de los recursos hídricos y de transporte de contaminantes en aguas subterráneas.

## RED ESPAÑOLA DE VIGILANCIA DE ISÓTOPOS EN PRECIPITACION (REVIP)

El Centro participa en la Red Global de Isótopos en la Precipitación que gestionan la Organización Meteorológica Mundial y el Organismo Internacional para la Energía Atómica. Para ello creó en el año 2000 la Red Española de Vigilancia de Isótopos en Precipitación (REVIP), en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología.

La REVIP genera información de referencia para todos los estudios de hidrología isotópica en España, de aplicación también en la calibración de modelos de circulación global de la atmósfera, el estudio del cambio climático y del funcionamiento de ecosistemas, y la seguridad alimentaria. Los datos están disponibles a través de la web del Ministerio de Fomento: [http://www.cedex.es/CEDEX/LANG\\_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CETA/LINEAS/07\\_REVIP.htm](http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CETA/LINEAS/07_REVIP.htm)

## APLICACIONES

El área de Aplicaciones Isotópicas del CEDEX da apoyo al cumplimiento de tratados internacionales y Directivas de la Unión Europea en el marco de la Vigilancia Radiológica del medio acuático para el Consejo de Seguridad Nuclear y la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

Adicionalmente, el área tiene el objetivo de potenciar el uso de técnicas de trazadores ambientales y datación en hidrología y gestión de recursos hídricos, una actividad auspiciada por el Organismo Internacional de la Energía Atómica dentro de su programa de Transferencia de Tecnología para el uso pacífico de las ciencias nucleares.

La caracterización radiológica de las aguas es de aplicación directa para la protección sanitaria de la población contra los peligros de la exposición a radiaciones ionizantes, e informa sobre el origen y evolución de la radiación natural o antrópica en las diferentes cuencas hidrográficas de España. El uso de estas técnicas en actividades que conllevan la presencia de fuentes de radiación natural amplía sus oportunidades de aplicación.

Las técnicas de trazadores proporcionan información directa sobre la dinámica del agua en todos los compartimentos del ciclo hidrológico. Destaca su capacidad para:

- Visualizar procesos de mezcla de aguas de origen diferente que serían indiscernibles de otro modo.
- Cuantificar parámetros hidrodinámicos de flujo y dispersión.
- Identificar procesos, áreas, volúmenes y tiempos asociados a la generación de escorrentía superficial y subterránea.

Desde hace décadas, el CEDEX aplica estas técnicas en el asesoramiento científico y técnico a la DGA del MAGRAMA, en materia de gestión de recursos hídricos y de

infraestructuras hidráulicas. En los últimos años, los trabajos se han centrado en la delimitación de masas de agua e identificación de sus conexiones, la datación de aguas subterráneas para la estimación de la recarga y del tiempo de renovación de los recursos, y el estudio de fugas en embalses, canales de trasvases y de abastecimiento.

Utilizando una variedad de medidas en laboratorio (abundancias relativas de isótopos estables, como oxígeno-18, deuterio, y carbono-13; y actividad de tritio y carbono-14) y de ensayos "in situ" (aforos, ensayos de caracterización e interconexión de sondeos) se pueden diferenciar las aguas subterráneas de diferente edad o de acuíferos desconectados; y las aguas superficiales y subterráneas. Este es el caso de las aguas almacenadas en embalses y las aguas autóctonas de su entorno, especialmente aquellas que surgen en fuentes y manantiales que pueden significar la presencia de fugas. La modelación numérica de procesos de mezcla y tiempos de renovación en sistemas hidráulicos informa sobre los patrones de flujo, el origen del agua y los solutos, y la evolución de contaminantes. Mediante ensayos del flujo en sondeos utilizando trazadores salinos o radiactivos, y perfiles de conductividad eléctrica, temperatura y gamma natural se identifican las formaciones geológicas que tienen mayor permeabilidad, se señalan vías de flujo preferente, y se optimizan programas de muestreo.



Espectrómetro láser Picasso L-1102i.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los siguientes detalles técnicos de la instrumentación disponible en el área para cada tipo de ensayo facilitan la evaluación de su ajuste a los objetivos y necesidades de los clientes:

- Índice de actividad alfa total. Se utilizan los métodos de evaporación directa o coprecipitación en plancheta de acero inoxidable y un sistema detector de centelleo sólido de ZnS(Ag), formado por ocho tubos fotomultiplicadores. La actividad está referida a un patrón de americio-241 para el que la eficiencia de detección es superior al 40% en geometría  $2\pi$  con un fondo inferior a 0,01 cuentas por minuto (cpm). La Actividad Mínima Detectable (AMD), con un volumen de 10 ml y un tiempo de recuento de 24 h, es  $>0,04$  Bq/L.



Botellas de equilibrado para el espectrómetro de masas.

- Índice de actividad beta total. Se utiliza el método de evaporación directa en plancheta de acero inoxidable y medida en contador proporcional de flujo de gas continuo Berthold LB 770-2. Ambos disponen de 10 tubos detectores ultraplano, blindaje de plomo para la atenuación gamma externa, y sistema de anticoincidencias para reducir el fondo. El rendimiento de detección para el estroncio-90/itrio-90 es superior a 0,4 en geometría  $2\pi$  con un fondo inferior a 1 cpm. La actividad está referida a un patrón de estroncio-90 en equilibrio secular con itrio-90. La AMD alcanzada con un volumen de 200 ml y un tiempo de recuento de 300 minutos, es  $>0,04$  Bq/L.
  - Índice de actividad beta resto. Se determina mediante la sustracción de la actividad beta debida al potasio-40, calculada a partir de la concentración de potasio natural medida por Espectrofotometría de Absorción Atómica, a la actividad beta total.
  - Espectrometría gamma de alta resolución y determinación de cesio-137 (mediante el uso de molibdofosfato amónico) y radón-222 con detectores de semiconductor de germanio ultrapuro cuya eficiencia relativa es del 25%, y rango de medida de 100 a 2000 KeV. La resolución (FWHM) a 1,33 MeV del Co-60 es 2 KeV y la relación Pico-Compton es 57.
  - Actividad de tritio y carbono-14. Se miden en detectores de centelleo líquido de muy bajo fondo, modelos Tri-Carb 2560 TR/XL y Tri-Carb 2770 TR/SL de Packard Instruments. El tritio tiene una AMD de  $>3$  Bq/L por el método directo para un volumen de 10 ml de muestra filtrada o destilada y un tiempo de recuento de 360 minutos.
  - Actividad de tritio por concentración electrolítica. Se mide en detector de centelleo líquido Quantulus, modelo 1220, y tiene una AMD de  $>0,05$  Bq/L para un volumen de 500 ml de muestra y un recuento de 360 minutos.
  - Relaciones isotópicas D/H y O-18/O-16. Se miden en espectrómetro de masas Finnigan Delta Plus Advantage; o en espectrómetro laser Picarro L-1102i (CRDS). La incertidumbre, para ambas espectrometrías es 0,2 por mil para O-18 y 2 por mil para Deuterio.
  - Relación isotópica C-13/C-12. Se mide en espectrómetro de masas Finnigan MAT, modelo DeltaS. La incertidumbre es 0,2 por mil.
- Cada uno de los sistemas descritos está dotado de sistemas de adquisición de datos o computador asociado, para el control del proceso de medida, y de los correspondientes programas para el cálculo de resultados.
- El CEDEX está acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), según Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005, en el ámbito de Protección Radiológica y Radiactividad Ambiental para los ensayos: índice de actividad beta total y beta resto con contador proporcional, ambos en aguas de consumo humano, continentales y marinas; y actividad de tritio por centelleo líquido en aguas de consumo humano y continentales.

# APORTACIONES DEL CEDEX A CONGRESOS, JORNADAS Y PUBLICACIONES

---

**Reunión del Grupo de trabajo para la transferencia de tecnología a Marruecos sobre la elaboración de Planes de Cuenca**  
Rabat, Marruecos, del 4 al 5 de abril de 2016.

Un técnico del Centro de Estudios Hidrográficos, participa en este proyecto de hermanamiento con una cuenca hidrográfica marroquí financiado por la UE.

**Sexta reunión de coordinación de especificación de Ensayos de ERMTS**

Bruselas, Bélgica, del 5 al 6 de abril de 2016.

Representantes del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria han realizado labores de coordinación del grupo así como la presentación de la parte técnica.

**11º Foro de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción: “La innovación en el mantenimiento y adaptación de las infraestructuras del transporte existentes a las nuevas demandas”**

Barcelona, del 5 al 6 abril de 2016.

Un representante del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX, ha participado en dicho foro de la PTEC.

**Conference Railways 2016 “The Third International Conference on Railway Technology Research, Development and Maintenance”**

Cagliari, Italia, del 5 al 8 de abril de 2016.

Un representante del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX ha realizado varias presentaciones en dicha conferencia.

**Participación en la 9ª reunión del Group of Experts on Climate Change Impacts and Adaptation for Transport Networks and Nodes del WP.s Inland Transport Committee, UN Economic Commission for Europe.**

Ginebra, Suiza del 10 al 12 de abril de 2016.

El Director del Centro de Técnicas Aplicadas del CEDEX participa en el grupo de expertos.

**Reunión anual del Comité EIHA sobre Impactos de las Actividades Humanas órgano subsidiario del convenio OSPAR**

Berlín, Alemania, del 10 al 15 de abril de 2016.

Un representante del Centro de Puertos y Costas del CEDEX ha formado parte de la delegación española.

**Reunión del proyecto DIKE**

Bruselas, Bélgica, del 12 al 15 de abril de 2016.

Un representante del Centro de Puertos y Costas ha participado en el diseño de mecanismos de reporting de sobre las estrategias marinas para la Comisión Europea.

**Congreso CONTART 2016**

Granada, España, del 19 al 22 de abril de 2016.

Técnicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX han presentado ponencias en dicho Congreso.

**Reunión de coordinación del consorcio del Proyecto USE-IT**

Varsovia, Polonia, del 20 al 22 de abril de 2016.

Un representante del Centro de Estudios del Transporte ha participado activamente.

**Jornada Técnica sobre Reglamentación, normativa y aplicación práctica de las Mallas electro soldadas para la construcción**

Sevilla, España, el 21 de abril de 2016.

El Director del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX ha presentado una ponencia.

**Seminario MedWetRivers sobre gestión y seguimiento de ríos y humedales mediterráneos de la Red Natura 2000**

Valladolid, España, del 26 al 27 abril 2016.

Un técnico del centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX ha participado mediante la presentación de una ponencia.

**Workshop “ National / EU registration of Ground Engineering Professionals” y al 31th Meeting del comité europeo de normalización responsable de la redacción del Eurocódigo Ec-7**

Leuven, Bélgica, del 25 al 27 de abril de 2016.

Representantes del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX llevaron a cabo la presentación de varias ponencias.

### **Séptima reunión de coordinación de especificación de Ensayos de ERMTS**

Berlín, Alemania, del 9 al 10 de mayo de 2016.

Representantes del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria han realizado labores de coordinación del grupo así como la presentación de la parte técnica.

### **Asistencia al grupo de trabajo CEN-TC 341 DE Normalización de Ensayos geotécnicos**

Berlín, Alemania, del 9 al 11 de mayo de 2016.

Un representante del Laboratorio de Geotecnia ha representado a la delegación española.

### **Jornada técnica de la AEAS-AED y R sobre “La reutilización del agua en el marco de la economía circular” con la presentación de una ponencia y participación en una mesa redonda**

Madrid, España, el 10 de mayo de 2016.

Técnicos del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX han participado mediante la presentación de varias ponencias.

### **Conferencia Internacional de Microplásticos MICRO 2016**

Arrecife, España, del 24 al 28 de mayo de 2016.

Un técnico del CEDEX ha realizado una presentación en dicha Conferencia.

### **Seminario anual 2016 de la red de laboratorios de hidráulica de España y reunión de coordinadores de la red**

Cartagena, España, en junio de 2016.

Los representantes del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX han realizado varias presentaciones así como la organización y gestión del seminario de dicha red.

### **XXXIV Congreso Nacional de Riegos, mediante la presentación de una ponencia**

Sevilla, España, del 7 al 9 junio de 2016.

Un técnico del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX ha realizado una ponencia.

### **Octava reunión de coordinación de especificación de Ensayos de ERMTS**

Génova, Italia, del al 9 de junio de 2016.

Representantes del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria han realizado labores de coordinación del grupo así como la presentación de la parte técnica.

### **Poster 13th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies**

Jerez, España del 15 al 17 de junio de 2016

Un Técnico del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX ha participado mediante la presentación de una ponencia.

### **Jornadas de expertos nacionales en calidad y control de la medida de la radiactividad ambiental**

Sitges, España, del 15 al 17 junio 2016.

Un técnico del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX ha presentado una ponencia.

### **X Jornadas Internacionales de Ingeniería de Alta Velocidad**

Córdoba, España, del 15 al 17 de junio de 2016.

Representantes del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX llevaron a cabo la presentación de varias ponencias.

### **Participación en el Grupo de Trabajo de Basuras Marinas del Convenio OSPAR**

Funchal, Portugal del 27 al 30 de junio de 2016.

Un representante del Centro de Puertos y Costas del CEDEX asesora a la delegación española.

### **9ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica**

Madrid, España, del 28 al 30 de junio de 2016.

Representantes del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX participan en la presentación de ponencias y en las mesas redondas.

# REFERENCIAS DE ARTÍCULOS Y CAPÍTULOS PUBLICADOS EN REVISTAS Y LIBROS CIENTÍFICOS POR PERSONAL DEL CEDEX

---

**Título del libro:** Ingeniería geológica en terrenos volcánicos. Métodos, técnicas y experiencias en las Islas Canarias  
*Geological engineering in volcanic soils. Methods, techniques and work field on the Canary Islands*

**Editado por:** Luis Enrique Hernández Gutiérrez y Juan Carlos Santamarta Cerezal y el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

**Capítulo 3.** Las clasificaciones geomecánicas en macizos rocosos volcánicos

**Chapter 3.** Geomechanical classifications in volcanic rock massifs

**Autores:** **Mauro Muñoz Menéndez\***, **F. Javier González-Gallego\***

**Resumen:** Las clasificaciones geomecánicas son una herramienta extensamente utilizada para evaluar las características de un macizo rocoso, mediante la cuantificación de varios parámetros, a fin de simplificar su estudio. Son muchas las clasificaciones publicadas en la literatura técnica.

Los parámetros utilizados por las diferentes clasificaciones presentan en ocasiones dificultades en su evaluación y, sin las debidas precauciones, pueden conllevar importantes errores. A esto se le une el hecho de que el comportamiento geotécnico de los materiales volcánicos presenta algunas particularidades y diferencias con respecto a los materiales no volcánicos.

Dentro de los materiales volcánicos, geotécnicamente, pueden diferenciarse dos grupos principales: las rocas lávicas y las rocas piroclásticas. El comportamiento de estos dos grupos es muy diferente y su estudio ha de hacerse de manera separada.

En este trabajo se han analizado las principales características que controlan el comportamiento de los diferentes macizos volcánicos. También se han repasado las principales clasificaciones geomecánicas existentes, los parámetros que emplea cada una de ellas y cómo estos son adecuados para estudiar el comportamiento de los diferentes tipos de macizos volcánicos.

Finalmente se han recogido unas recomendaciones, elaboradas a partir del análisis anterior, para el diseño de nuevas clasificaciones ajustadas al comportamiento de este tipo de rocas.

\* Laboratorio de Geotecnia, CEDEX.

---

**Título del libro:** Ingeniería geológica en terrenos volcánicos. Métodos, técnicas y experiencias en las Islas Canarias  
*Geological engineering in volcanic soils. Methods, techniques and work field on the Canary Islands*

**Editado por** Luis Enrique Hernández Gutiérrez y Juan Carlos Santamarta Cerezal y el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

**Capítulo 11.** Caracterización geotécnica de unas arcillas halloisíticas de la Isla de la Palma (Islas Canarias)

**Chapter 11.** Geotechnical characterization of halloisitic clay on the Isle of Palma (The Canary Islands)

**Autores:** **José Estaire Gepp\***, **Juan Antonio Díez Torres\***, **María Santana Ruíz de Arbulo\***

**Resumen:** La balsa de Barlovento ha sufrido un asentamiento significativo de una zona localizada del fondo de la misma que ocupa alrededor de un tercio del total del área de dicho fondo. En la zona donde se han producido los asientos no se han detectado roturas de la lámina impermeable. El objetivo de este texto es analizar las causas que han provocado dichos asentamientos significativos.

Para la realización de este estudio se ha llevado a cabo una campaña de reconocimiento geotécnico de campo consistente en la perforación de cinco sondeos y en la realización de 13 ensayos de penetración dinámica, situados todos ellos en el vaso de la balsa. En uno de los sondeos se han ejecutado cinco ensayos presiométricos. Con las muestras tomadas en los sondeos se realizó una campaña de ensayos de laboratorio.

Se han recopilado datos geológicos de dos informes realizados por el Servicio Geológico de Obras Públicas en los años 1968 y 1972, antes y durante la construcción de la balsa, respectivamente.

Con los datos procedentes de los sondeos se han realizado dos perfiles geológicos (longitudinal y transversal de la presa) en los que se muestra la distribución y disposición de los materiales en el subsuelo de la balsa.

Los ensayos mineralógicos determinaron que el material arcillo-limoso detectado mayoritariamente en los sondeos está constituido fundamentalmente por halloisita. Este material arcilloso se ha caracterizado geotécnicamente mediante ensayos de identificación, estado, resistencia, deformabilidad, permeabilidad y dispersabilidad.

Se han modelizado numéricamente los asientos que se han medido en la balsa, mediante la elección de cuatro puntos representativos del comportamiento global. La modelización se ha realizado mediante el método edométrico suponiendo un módulo de deformabilidad, en un caso, constante con la profundidad y, en otro caso, creciente con la misma. Los resultados obtenidos permiten dibujar una cubeta de material deformable que se puede considerar razonable y enmarcable en el contexto geológico, en el que la existencia de paquetes basálticos duros y piroclastos menos alterados en las paredes del cono volcánico hace que no se produzcan asientos en esas zonas perimetrales. De ser cierta esta hipótesis, basada en los cálculos referenciados anteriormente, se podría achacar el asentamiento diferencial del fondo de la balsa únicamente al espesor variable de material compresible existente en el cono volcánico en el que se asienta la balsa. Esta hipótesis también permite, junto con los resultados de los ensayos de dispersabilidad, descartar que los asientos se deban a la pérdida de material de granulometría fina por efecto de arrastre de agua procedente de alguna posible rotura de una obra de drenaje bajo la lámina impermeable.

\* Laboratorio de Geotecnia, CEDEX.

---

**Título del artículo:** Modelos integrados en profundidad para la propagación de deslizamientos rápidos aspectos matemáticos reológicos y numéricos.

*Depth Averaged Models for Fast Landslide Propagation: Mathematical, Rheological and Numerical Aspects.*

**Autores:** M. Pastor, T. Blanc, B. Haddad, V. Drempetic, Mila Sanchez Morles, P. Dutto, M. Martin Stickle, **P. Mira\***, J. A. Fernández Merodo

**En:** Archives of Computational Methods in Engineering (2015) 22:67–104; DOI 10.1007/s11831-014-9110-3

**Resumen:** Modelos integrados en profundidad para la propagación de deslizamientos rápidos aspectos matemáticos reológicos y numéricos.

Este artículo presenta una visión global de los modelos promediados en profundidad de deslizamientos rápidos catastróficos donde el acoplamiento entre la matriz sólida y el fluido intersticial es importante. El primer objetivo es mostrar como los modelos de tipo Biot-Zienkiewicz se pueden utilizar para desarrollar modelos acoplados integrados en profundidad. El segundo objetivo de este artículo es mostrar la conexión que se puede establecer entre modelos reológicos y modelos constitutivos. La viscoplasticidad de Perzyna se puede considerar como un marco general para desarrollar modelos reológicos de tipo Bingham o modelos de tipo cohesivo friccional. Entre los varios modelos numéricos posibles este trabajo se concentra en los modelos de tipo SPH que no han sido utilizados hasta ahora de forma generalizada en ingeniería para modelar propagación de deslizamientos. Se propone asimismo una mejora basada en la combinación de mallas de diferencias finitas asociadas a cada nodo SPH para describir la evolución de la presión intersticial en el interior de la masa deslizada. Finalmente, se dedica una sección al análisis de la respuesta de los distintos modelos considerados ante tres grupos de casos de prueba que permiten evaluar la respuesta de cada modelo y sus limitaciones: i) Problemas con solución analítica ii) ensayos de laboratorio a pequeña escala y iii) casos reales para los que se ha podido acceder a información fiable.

\* Laboratorio de Geotecnia, CEDEX.

---

**Título del artículo:** Caracterización geomecánica del esquisto de Marcellus.

*Geomechanical Characterization of Marcellus Shale.*

**Autores:** Rafael Villamor Lora, Ehsan Ghazanfari, **Enrique Asanza Izquierdo\***

**En:** Rock Mechanics and Rock Engineering DOI 10.1007/s00603-016-0955-7

**Resumen:** Resulta de una importancia absoluta conocer las condiciones de los reservorios y aquellas propiedades in situ de los materiales que gobiernan el comportamiento mecánico de las formaciones de esquistos. El desarrollo de nuevos códigos numéricos y de modelos constitutivos avanzados multi-físicos (termo-hidro-químico-mecánico) ha dado lugar a una demanda de datos de propiedades fundamentales de los materiales. Los estudios existentes han demostrado que las propiedades deformacionales de las rocas no se reducen a valores algebraicos bien definidos relacionados linealmente. El presente artículo describe un programa experimental que explora propiedades geomecánicas del esquisto

denominado Marcellus a partir de ensayos de compresión isótropa y ensayos triaxiales. Se estudió la respuesta deformacional y su rotura, al tiempo que su evolución anisótropa, todo ello bajo diferentes condiciones de temperatura y presión, realizando ensayos triaxiales uni- y multi-etapa.

Los ensayos de laboratorio revelaron una respuesta mecánica no lineal y dependiente de la presión como consecuencia de la aparición de microfracturas en estos esquistos. Además, los ensayos triaxiales multi-etapa resultaron ser una herramienta muy útil para obtener para obtener la envolvente de rotura con una única probeta. Es más, la naturaleza anisotrópica se pudo caracterizar de modo satisfactorio con el empleo de un modelo acoplado de 3 parámetros.

\* Laboratorio de Geotecnia, CEDEX.

---

**Título del artículo:** Evaluando fluido de fracturas en materiales de viscoplastico utilizando Taylor-SPH  
*Predicting dynamic fracture in viscoplastic materials using Taylor-SPH*

**Autores:** Mabssout, M (Mabssout, M.), **Herreros, MI (Herreros, M. I.)\***, Idder, H (Idder, H.)

**En:** International Journal of Impact Engineering (2016), 87: 95-107 DOI: 10.1016/j.ijimpeng.2015.06.015

**Resumen:** En materiales viscoplasticos la localización de la deformación ocurre siempre antes de que se produzca la rotura del material. El ser capaces de capturar la banda de rotura es de gran importancia a la hora de modelizar el fallo y subsecuente fractura del material. Si el fallo en el material es producido por un impacto el problema es aún más complicado dado que normalmente en el proceso se producen ondas de choque. La modelización numérica de la propagación de ondas de choque en sólidos presenta serias dificultades ya que, incluso en el caso lineal, las ondas con longitudes de onda más corta sufren de difusión y dispersión numérica. El método Taylor-SPH (TSPH), recientemente desarrollado por los autores, es un método sin malla capaz de resolver estos problemas, ya que minimiza la dispersión y difusión numéricas en el caso de la propagación de ondas de choque. El TSPH es capaz de capturar la banda de rotura con gran precisión y evita las inestabilidades numéricas clásicas, como la inestabilidad a tracción. Con el fin de validar el método propuesto, se han llevado a cabo un conjunto de simulaciones numéricas utilizando el TSPH y se han comparado los resultados con los obtenidos mediante el Método de los Elementos Finitos (MEF). Los resultados demuestran que el TSPH es una herramienta precisa que permite capturar bandas de rotura dinámicas y, por tanto, puede ser utilizada para modelizar la rotura de los materiales bajo condiciones dinámicas. Se demuestra aquí que el método es estable, robusto y sólo es necesario un número muy reducido de partículas para obtener resultados precisos.

\* Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria

---

**Título del artículo:** Calidad del agua del lago Sanabria de acuerdo al fitoplancton: una comparación con datos históricos  
*Water quality of Lake Sanabria according to phytoplankton. A comparison with historical data*

**Autores:** **Pahissa, J\* (Pahissa, Jose), Fernandez-Enriquez, C\* (Fernandez-Enriquez, Carmen), de Hoyos, C\* (de Hoyos, Caridad\*)**

**En:** Limnetica (2015),34:2, 527-540

**Resumen:** El lago de Sanabria es el lago que contiene el mayor volumen de agua de todos los lagos españoles. Se trata de un lago glaciar de morrena terminal. Es monomítico, silíceo y típicamente oligotrófico u oligo-mesotrófico. Con datos del periodo mayo octubre de 2013 se evaluó el estado actual del lago. Adicionalmente se emplearon datos de los años 80 para detectar posibles variaciones. Además de métricas de biomasa (clorofila-a y biovolumen total) se aplicaron diversas métricas de composición

(IGA, PTSI, IGA2 y PTI) y se analizaron las comunidades fitoplanctónicas. Según la legislación Española actual, la calidad ecológica del lago en 2013 es "Muy Buena". En función de la biomasa y la composición de fitoplancton, no se observan cambios aparentes en el estado trófico, pese a que hay evidencias de un cambio significativo al comparar la composición de las comunidades fitoplanctónicas de los 80 con las actuales. La sustitución observada de taxones de cianobacterias por otros de diatomeas no representa necesariamente un cambio en el estado trófico.

\* Centro de Estudios Hidrográficos

**Título del artículo:** La deglaciación del Holoceno en la Península Byers (Isla Livingston, Antártida) basada en la datación de registros sedimentarios lacustres.

*The Holocene deglaciation of the Byers Peninsula (Livingston Island, Antarctica) based on the dating of lake sedimentary records*

**Autores:** Por:Oliva, M (Oliva, M.), Antoniades, D (Antoniades, D.), Giralt, S (Giralt, S.), Granados, I (Granados, I.), Pla-Rabes, S (Pla-Rabes, S.), **Toro, M\* (Toro, M.)**, Liu, EJ (Liu, E. J.), Sanjurjo, J (Sanjurjo, J.), Vieira, G (Vieira, G.)

**En:** Geomorphology (2016) 261: 89-102 DOI: 10.1016/j.geomorph.2016.02.029

**Resumen:** El proceso de deglaciación en la región de la Península Antártica tiene grandes implicaciones para la dinámica geomorfológica y ecológica de los enclaves libres de hielo. Sin embargo, aún existen incertidumbres respecto a la edad de deglaciación en muchos ambientes costeros, como es el caso de las islas Shetland del Sur. Este estudio se centra en la Península Byers, la zona libre de hielo más grande de este archipiélago y una de las que presentan una mayor biodiversidad en la Antártida. Se obtuvo un registro sedimentario completo en cinco lagos distribuidos en un transecto desde la costa oeste hasta el frente glaciar del Domo Rotch: Limnopolar, Chester, Escondido, Cerro Negro y Domo. Se realizó una datación múltiple de los testigos de sedimento basada en  $^{14}\text{C}$ , termoluminiscencia y tefrocronología con el fin de reconstruir la historia ambiental del Holoceno e identificar la cronología de la deglaciación en la Península Byers. Según la datación basal del lago Limnopolar (ca. 8300 años cal. BP), el inicio de la deglaciación comenzó durante el Holoceno Temprano en el extremo oeste de la Península Byers. El retroceso glaciar expuso gradualmente las partes más altas del nunatak Cerro Negro en la esquina SE de Byers, donde se localiza el lago Cerro Negro; este lago quedó descubierto por el hielo al menos hace 7500 años. Durante el Holoceno Medio, el retroceso del Domo glaciar de Rotch liberó de hielo la parte central de la meseta de Byers, formándose los lagos Escondido y Chester, con una edad actual de ca. 6000 y 5900 años cal. BP respectivamente. La datación de los sedimentos basales del lago Domo sugieren que la deglaciación del extremo libre de hielo más oriental de la Península Byers sucedió antes de 1800 años cal. BP.

\* Centro de Estudios Hidrográficos

---

**Título del artículo:** Predicción de la temperatura del agua en ríos de España mediante modelos no lineales mixtos.  
*Water temperature forecasting for Spanish rivers by means of nonlinear mixed models*

**Autores:** Yiannis Kamarianakis, Sergio Velasco Ayuso, Elena Cristóbal Rodríguez, Manuel Toro Velasco

**En:** Journal of Hydrology: Regional Studies · March 2016

**Resumen:** *Región de estudio:* 43 ríos de España con estaciones de medida de temperaturas de aire y agua.

**Objeto del estudio:** Las temperaturas del agua influyen en la dinámica de los ecosistemas acuáticos. Este trabajo pretende desarrollar modelos predictivos de transferencia de temperaturas en ríos en los que no se dispone de series históricas de datos de temperaturas de aire y agua. Con este fin, se han calculado modelos no lineales mixtos (NLMM), basados en modelos de series temporales específicas de lugares, que explican la estacionalidad y la relación sigmoideal de las temperaturas aire-agua. Se muestra una evaluación detallada de la predicción a corto plazo representada por los modelos NLMM y específicos de lugares. Se han utilizado medidas obtenidas en 31 localidades para estimar los parámetros del modelo, mientras que se han usado datos de otros 12 sitios adicionales únicamente para la evaluación de los NLMM.

**Aportaciones al conocimiento hidrológico para la región:** los modelos mixtos logran niveles de precisión análogos a las regresiones lineales de series temporales específicas de lugares. Los modelos no lineales específicos de lugares alcanzan una predicción con antelación de un día con una precisión cercana a  $1^\circ\text{C}$  en términos de error medio absoluto (MAE) y de error de la raíz cuadrada media (RMSE). Nuestros resultados pueden facilitar la gestión adaptativa frente a cambios futuros de los recursos hídricos en España en el marco de las directivas europeas de políticas de aguas.

\* Centro de Estudios Hidrográficos y \*Centro de Estudios de Puertos y Costas

**Título del artículo:** Comportamiento de una geomembrana de EPDM después de 18 años instalada en un embalse  
*Behaviour of an Epdm Geomembrane 18 years after its Installation in a Water Reservoir*

**Autores:** **Blanco, M\*** (Blanco, Manuel), **Castillo, F\*** (Castillo, Francisca), Touze-Foltz, N (Touze-Foltz, Nathalie), Amat, B (Amat, Bernat), Aguiar, E (Aguiar, Escolastico)

**En:** International Journal of Geomate (2015), 17:9, 1348-1352

**Resumen:** El objeto de este estudio es evaluar la geomembrana de EPDM instalada hace 18 años en el embalse de El Boquerón (Islas Canarias, España). Para llevar a cabo dicha investigación se han tomado, periódicamente, muestras en diferentes lugares del embalse. En el laboratorio se han analizado las siguientes características: doblado a bajas temperaturas, resistencia al impacto estático (punzonamiento) y dinámico, dureza Shore-A, resistencia a la tracción y alargamiento en rotura, resistencias de las soldaduras y análisis microscópico. Los resultados obtenidos confirman que la geomembrana EPDM todavía se encuentra en perfecto estado de conservación.

\* Laboratorio Central de Estructuras y Materiales

# AGENDA

---

## **Congreso Europeo de la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidroambiental (IAHR)**

- Lieja, Bélgica, 26 - 29 de julio de 2016.
- <http://www.iahr2016.ulg.ac.be/>

## **VI Congreso Europeo de Geosintéticos**

- Estambul, Turquía, 24 al 28 agosto de 2016
- <http://www.eurogeo6.org/en/>

## **Consejo Ejecutivo y la Reunión Anual del Consejo de la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidroambiental (IAHR), así como en el XX Congreso de su división de Asia y Pacífico**

- Colombo, Sri Lanka, 24 al 31 de agosto de 2016.
- <http://www.iahrpd2016.info/>

## **Congreso Internacional de Pistas de Ensayo Acelerado de Firmes**

- San José, Costa Rica, 17 al 25 de septiembre de 2016.
- <http://www.apc-conference.com/program.html>

## **INNNOTRAS. Feria internacional de ingeniería de tráfico ferroviario**

- Berlín, Alemania, 20 al 23 de septiembre de 2016.
- <http://www.feriasinfo.es/InnoTrans-M477/Berln.html>

## **Simposio IASS 2016: Estructuras Espaciales en el siglo XXI**

- Tokio, Japón, 23 de septiembre al 1 de octubre de 2016
- <http://iass2016.jp/>

## **XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, organizado por la División Latinoamericana de la Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hidroambiental (IAHR)**

- Lima, Perú, 24 de septiembre al 1 de octubre de 2016
- <http://www.gwp.org/en/GWP-Sud-America/EN-ACCION/Eventos/2015/2015-08-12/>

## **IDA International Conference on Water Reuse and Recycling: Turning Vision into Reality**

- Niza, Francia, 25 al 27 de septiembre de 2016
- <http://idadesal.org/events/ida-water-reuse-conference/>

## **10º Simposio nacional de Ingeniería Geotécnica**

- A Coruña, España, 19 al 21 de octubre de 2016
- <http://www.10snig.es/>