



## TRAS INVESTIGAR SEIS MILLONES DE AÑOS DE HISTORIA DE LA TIERRA Y PERFORAR 5,5 KM DEL FONDO MARINO

# Regresa a puerto la Expedición del Programa Integrado de Perforación Oceánica (IOPD)

- La Expedición Científica 339 del IODP ha descubierto un río submarino de arena y fango en el margen Ibérico Atlántico: seis millones de años de historia de la Tierra
- El equipo científico acaba de volver de una expedición a bordo del buque de investigación JOIDES Resolution, tras la cual que se han recuperado cerca de 5.5 kilómetros de sedimentos a profundidades nunca perforadas en el Golfo de Cádiz.
- La expedición ha encontrado nuevas evidencias sobre los pulsos tectónicos de la Tierra, un detallado registro de los cambios climáticos y hallazgos que apoyarán la exploración de gas y petróleo en el futuro.
- La campaña del Programa Integrado de Perforación Oceánica (Integrated Ocean Drilling Program – IODP) está liderada por el Dr. Dorrik A.V. Stow, de la Heriot Watt University (Edimburgo, Reino Unido) y el Dr. F. Javier Hernández-Molina, de la Universidad de Vigo (España) y en ella ha participado la **Dra Estefanía Llave Barranco**, científica especialista en Geología Marina del Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica del IGME.

**Madrid, 3 de febrero de 2012**

El buque *JOIDES Resolution*, que zarpó el 17 de noviembre de las islas Azores hacia el Estrecho de Gibraltar y ha navegado sobre la enorme línea de sutura profunda en la corteza terrestre que enlaza la Dorsal Medio-Atlántica (donde se originó el Océano Atlántico) con el Mar Mediterráneo. Este límite marca donde se deforma y acomoda, lenta pero inexorablemente, la placa tectónica Africana contra la placa Europea... y donde abundan los terremotos.

Los océanos de mundo están lejos de ser estáticos. Muchas corrientes circulan a diferentes profundidades por debajo de la superficie del mar, formando una cinta transportadora de calor y energía que controla y amortigua el clima global en la Tierra. Los pasillos oceánicos pueden afectar la circulación de estas corrientes. El estrecho de Gibraltar es uno de estos pasillos submarinos, el cual, después de haber estado aislado del Atlántico varios cientos de milenios, se re-abrió hace menos de 6 millones de años.

En la actualidad, una poderosa cascada de agua Mediterránea se extiende hacia el Océano Atlántico, tras su salida a través del Estrecho de Gibraltar. Esta masa de agua es más salada que las del Atlántico – por tanto más densa – y se hunde talud abajo hasta profundidades mayores de 1000 metros, erosionando los fondos marinos rocosos, excavando cañones submarinos y construyendo montañas de fango en un paisaje submarino apenas conocido. Estos depósitos albergan un registro climático y tectónico que se extiende más allá de los últimos 5,3 millones de años.

Un equipo internacional compuesto por 35 científicos de 14 países, acaba de regresar de una expedición científica de ocho semanas de duración a bordo del buque JOIDES Resolution dentro del Programa Integrado de Perforación Oceánica (Integrated Ocean Drilling Program - IODP): Mediterranean Outflow. Se han obtenido muestras de sedimentos poco conocidos llamados contornitas. Este tipo de depósitos debe su nombre a las corrientes que los generan ya que circulan "contorneando" las cuencas oceánicas. Aunque el margen continental del Golfo de Cádiz constituya uno de los lugares ideales para el estudio de este tipo de depósitos, durante la Expedición 339 de IODP es la primera vez que se han recuperado muestras de estos sedimentos marinos con fines científicos en esta zona.

La expedición ha dado respuesta a muchas de las cuestiones planteadas al inicio, pero también ha aportado resultados científicos totalmente inesperados. Se ha conseguido comprender mucho mejor los rasgos que caracterizan a las contornitas, y se ha validado sin lugar a duda, el paradigma que plantea este tipo de sedimentación.

El equipo científico ha encontrado evidencias del "pulso tectónico" producido por la confluencia de las placas tectónicas Africana y Europea, responsable de constantes subidas y bajadas de las estructuras claves dentro y alrededor del pasillo oceánico. Además, este efecto tectónico ha producido fuertes terremotos y tsunamis que han generado importantes flujos de masas arenosas al mar profundo. En cuatro de los siete puntos de perforación, hay una parte importante del registro geológico que ha desaparecido. Estos hiatos evidencian la existencia de una corriente tan intensa que consiguió erosionar el fondo marino.

La investigación realizada ha permitido entender cómo el Estrecho de Gibraltar actuó primeramente como una barrera y luego como pasillo oceánico en los pasados 6 millones de años y ahora se dispone de un mejor conocimiento y registro de la poderosa circulación de la Corriente de Salida Mediterránea (Mediterranean Outflow) a través del Estrecho y su influencia en el Golfo de Cádiz y oeste de Portugal.

El primer punto que se perforó, localizado en el margen Oeste de Portugal, se planificó para obtener el registro sedimentario más completo de los cambios climáticos acontecidos en la historia de la Tierra durante el último millón y medio de años. Estos testigos cubren al menos cuatro de las edades del hielo más importantes y proporcionan un nuevo archivo marino para comparar con los registros de hielo de Groenlandia y la Antártida, así como con los existentes en tierra firme.

El equipo científico de la expedición está gratamente sorprendido de encontrar exactamente esta misma señal climática en los montículos contorníticos se han perforado en el Golfo de Cádiz. Sin embargo, puesto que estos fangos se han depositado más rápidamente que los recuperados al oeste de Portugal, el registro de los testigos de sedimento puede darnos una mayor y más detallada resolución climática.

Los océanos y el clima están íntimamente ligados, y parece existir una señal muy potente de este nexo en los sedimentos contorníticos por lo que descifrar el código climático en las contornitas es más difícil ya que reciben una amplia variedad de sedimentos de diferentes fuentes, pero el potencial de la información que contienen puede ser incluso más significativo.

Otro descubrimiento sorprendente ha sido encontrar más arenas en los sedimentos contorníticos de lo que cabría esperar. Los científicos han descubierto impresionantes acumulaciones de arena. Estos depósitos arenosos se han encontrado en tres escenarios diferentes: como relleno de canales, como potentes capas dentro de los montículos de fango, y como una única lámina que llega a extenderse casi 100 kilómetros desde la salida del Estrecho de Gibraltar. Todo ello es una muestra de la gran intensidad, alta velocidad y larga duración de las corrientes de fondo mediterráneas. Además, este hallazgo puede significar un giro en las futuras exploraciones de gas y petróleo a nivel mundial.

La profundidad, el espesor, la extensión y propiedades de estas arenas, las dota de unas condiciones ideales para que los hidrocarburos queden almacenados ya que las arenas se depositan de diferentes maneras, en canales y terrazas, bajo la influencia de las corrientes de fondo y estas características dan lugar a un nuevo tipo de reservorios de aquellos formados por corrientes turbidíticas. Esta arena es especialmente limpia y bien seleccionada, y por tanto muy porosa y permeable. Los nuevos descubrimientos podrían suponer un cambio importante en los futuros objetivos de exploración de hidrocarburos.

Las labores de la **Dra Estefanía Llave Barranco**, que ha formado parte del equipo científico, han consistido en el estudio y análisis de las propiedades físicas de los testigos (susceptibilidad magnética, densidad, velocidad de las ondas p, radiación natural gamma, masa, humedad y volumen), cuyo análisis ha permitido obtener una idea general de la naturaleza y composición mineralógica de los 5,5 km de sedimentos recuperados en la expedición.

#### El IODP

El Programa Integrado de Perforación Oceánica (Integrated Ocean Drilling Program – IODP) es un programa internacional de investigación dedicado al avance en el conocimiento de la historia de la Tierra mediante perforaciones, y monitorizaciones del fondo marino. El *JOIDES Resolution* es un buque científico de perforación administrado por la Organización Americana de Implementación (U.S. Implementing Organization of IODP - USIO), junto con la Universidad de Tejas A&M, El Observatorio de la Tierra Lamont-Doherty de la Universidad de Columbia (Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia

University), y el Consorcio Europeo para la Perforación Científica Oceánica (European Consortium for Ocean Research Drilling - ECORD). IODP está financiado principalmente por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos, NSF (National Science Foundation, Estados Unidos), y el Ministerio de Ciencias y Tecnología de Japón, MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology, Japón). Adicionalmente recibe el apoyo de las siguientes instituciones: ECORD (European Consortium for Ocean Research Drilling, Europa y Canadá), MOST (Ministry of Science and Technology, China), KIGAM (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Corea), ANZIC (Australia-New Zealand IODP Consortium), y MoES (Ministry of Earth Sciences, India). Para más información consultar <http://www.iodp.org/>.

### Participación española

En la Expedición del IODP 339 han participado, además del co-jefe científico, los Drs. **Francisco Sierro** y **José-Abel Flores** (Universidad de Salamanca); el Dr. **Francisco J. Jiménez-Espejo** (Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-Universidad de Granada) y la Dra. **Estefanía Llave Barranco** (Instituto Geológico y Minero de España).

Para más información sobre la Expedición 339 de IODP consultar

[http://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/mediterranean\\_outflow.html](http://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/mediterranean_outflow.html)

## Imágenes



Fig. 1. Anagrama de la Expedición 339 del IODP

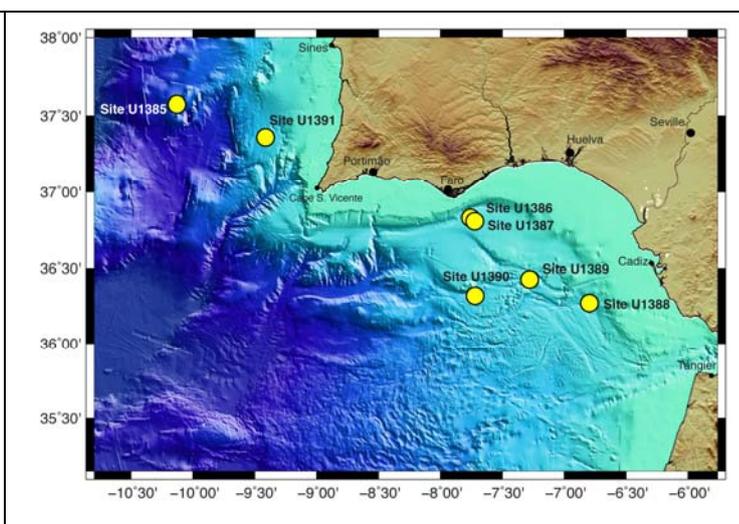


Fig. 2. Localización de los sondeos realizados en el fondo marino



Fig. 3. Equipo de científicos de la Expedición 339



Fig. 4. Buque de perforación JOIDES Resolution.



Fig. 5. Muestreo de los sondeos

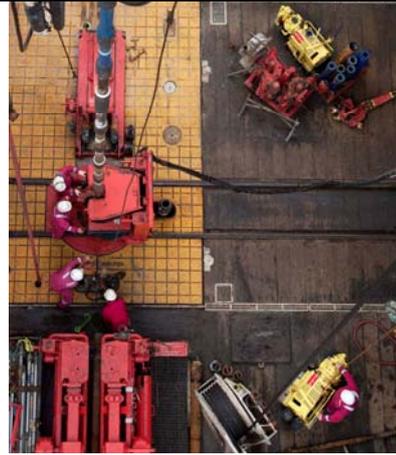


Fig. 6. Operaciones de perforación en el buque



Fig. 7. Obtención de los testigos de los sondeos de 9,5 m de longitud



Fig. 8. Algunos científicos en el laboratorio observando las características de un nuevo testigo.



Fig. 9. Estefania Llave del IGME trabajando en el laboratorio del JOIDES



Fig. 10. Los jefes científicos de la Expedición 339 del IODP, el Dr. Prof. Dorrik A.V. Stow (ECOSSE, Universidad de Heriot-Watt, Reino Unido) y el Dr. Prof. F. Javier Hernández-Molina (Universidad de Vigo, España), así como el coordinador del Proyecto del IODP el Dr. Carlos Álvarez Zarikian (Universidad de Texas A&M, Estados Unidos).

## Información complementaria

---

### LOS MEDIOS MARINOS PROFUNDOS

A lo largo de los últimos 25 años, el conocimiento y la comprensión de los ambientes marinos profundos y de los procesos geológicos que en ellos se producen, ha crecido casi exponencialmente. El afán de conocimiento de las investigaciones científicas y ambientales han fomentado la exploración submarina hasta la que aún constituye la última frontera desconocida del Planeta Tierra. Paralelamente, la industria del petróleo, necesitada de nuevos hallazgos y descubrimientos de energía para el siglo XXI, han continuado su exploración en ambientes marinos cada vez más profundos. Dichos intereses han derivado en una simbiosis sin precedentes entre ciencia, medio ambiente e industria que ha forzado un continuo desarrollo tecnológico, capaz de realizar perforaciones en grandes profundidades, cartografías e imágenes digitales del fondo de gran resolución, visualizaciones en tres dimensiones del fondo y subsuelo, observaciones de satélites, vehículos dirigidos por control remoto, laboratorios flotantes, etc.. Todo ello, está proporcionando las bases de un nuevo conocimiento sobre los medios marinos profundos.

### LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA PROFUNDA Y SUS CONSECUENCIAS

La circulación oceánica es una parte crítica del sistema terrestre que controla el clima global. Las corrientes de fondo son una componente de dicha circulación, y condiciona la morfología de los fondos marinos profundos a través de procesos oceanográficos longitudinales (erosión, transporte y sedimentación). Como consecuencia de dichos procesos se genera una gran variedad de rasgos erosivos y deposicionales. A los sedimentos depositados o sustancialmente re TRABAJADOS por las corrientes de fondo se les denomina “**contornitas**”, o bien si tienen grandes dimensiones “**drifts contorníticos**”. Los rasgos erosivos están asociados lateralmente con los rasgos deposicionales formando complejos **Sistemas Deposicionales Contorníticos**, que son muy frecuentes en los fondos marinos de las cuencas marinas actuales.

El estudio de los procesos longitudinales asociados a la dinámica de las masas de agua, así como de los Sistemas Deposicionales Contorníticos constituye una de las líneas más activas en la investigación de Geología Marina durante la última década, principalmente por sus implicaciones en las reconstrucciones sedimentarias, climáticas y de nivel del mar en el pasado, así como su relación con deslizamientos submarinos y su importancia en la futura exploración de recursos minerales y energéticos. Sin embargo, el conocimiento que tenemos de estos sistemas es muy reciente e incompleto, por lo que son esperables importantes avances en su conocimiento en futuras exploraciones submarinas profundas.

### EL PROGRAMA INTERNACIONAL DE PERFORACIONES OCEÁNICAS (INTEGRATED OCEAN DRILLING PROGRAM, IODP)

El programa integrado de perforación oceánica denominado IODP (Integrated Ocean Drilling Program), constituye un programa científico internacional financiado por 24 países, y cuyo objetivo es la exploración de la historia y estructura de la Tierra a partir de los sedimentos de las cuencas marinas. Dichos sedimentos se recuperan mediante la perforación del sub-suelo marino a lo largo de distintas campañas. Este programa internacional es la continuidad de los exitosos Proyectos de Perforación Oceánica Profunda (Deep Sea Drilling Project, DSDP) y del Programa de Perforación Oceánica (Ocean Drilling Program, ODP), los cuales han revolucionado nuestro conocimiento de la historia de la Tierra y los procesos globales a través de la exploración oceánica. El actual programa IODP ha extendido sustancialmente la investigación desarrollada en los proyectos anteriores proporcionando una información esencial sobre el Sistema Terrestre, con el cual la humanidad cada vez tiene una mayor interacción. El programa IODP está financiado por las siguientes instituciones: NSF (Estados Unidos), MEXT (Japón), ECORD (Europa y Canadá), MOST (China), KIGAM (Corea), ANZIC (Australia-Nueva Zelanda), y MoES (India), (información más detallada puede consultarse en: <http://www.iodp.org/>).

España es miembro del IODP como parte del European Consortium for Ocean Research Drilling (ECORD) desde el año 2003 y en la actualidad la coordinadora del Programa en España es la Dra. Carlota Escutia (IACT-Universidad de Granada). La información detallada sobre la participación de España en el Programa se puede consultar en: <http://carpe.usal.es/~iodp/>.

### LA EXPEDICIÓN 339 de IODP (GOLFO DE CADIZ Y OESTE DE PORTUGAL)

La Expedición 339 del IODP combina las Propuestas científicas IODP- 644-Full2 y APL-763, que pretenden determinar las implicaciones de la masa de agua mediterránea saliente (Mediterranean Outflow Water, MOW) sobre la circulación del Atlántico Norte y el clima.

En el link <http://tv.uvigo.es/video/30267>, se puede ver una presentación general del Dr. Dorrik A.V. Stow

sobre el proyecto y la expedición.

Para conocer detalles más específicos sobre el proyecto científico y la expedición se pueden consultar las siguientes páginas web:

<http://joidesresolution.org/node/2053>

[http://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/mediterranean\\_outflow.html](http://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/mediterranean_outflow.html)

[http://publications.iodp.org/scientific\\_prospectus/339/](http://publications.iodp.org/scientific_prospectus/339/).

Los profesores, estudiantes (y sus familias), educadores y divulgadores científicos, museos, y el público en general pueden seguir la expedición no solo visitando la página web <http://joidesresolution.org/node/2053>, sino solicitando además conferencias y visitas guiadas en tiempo real al Buque *JOIDES Resolution*, para cual se ha de rellenar una breve solicitud en: <https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?formkey=dDY3X1AyUzA4R3ICSnA0TVcxSjZPS3c6MA#gid=0>.

## **LAS FECHAS Y EL BUQUE**

La Expedición-339 comenzó en Ponta Delgada, Islas Azores (Portugal) el 17 de noviembre de 2011 y finalizó en Lisboa el 17 de enero de 2012. La expedición se realizó a bordo del buque de perforación científica *JOIDES Resolution*, que opera como buque americano. El buque tiene alrededor de 145 m de longitud, 21 m de anchura y una altura de 62.5 m (incluyendo la torre de perforación), y en él trabajan un total de 111 personas, incluyendo tripulación, técnicos y científicos.

Para información detallada del buque ver: <http://joidesresolution.org/>.

## **LOS INVESTIGADORES QUE PARTICIPAN EN LA EXPEDICIÓN**

Los jefes de la Expedición 339 del IODP son el Prof. Dr. Dorrik A.V. Stow (ECOSSE, Universidad de Heriot-Watt, Reino Unido) y el Prof. Dr. F. Javier Hernández-Molina (Universidad de Vigo, España), participando además como coordinador del Proyecto del IODP el Dr Carlos Álvarez Zarikian (Universidad de Texas A&M, Estados Unidos).

El grupo científico está compuesto por 34 Investigadores, los cuales pertenecen a 13 países de cuatro continentes: Europa (14 investigadores); Estados Unidos (11); Japón (6); Australia (1); Corea (1); China (1) e India (1). En Europa los investigadores participantes pertenecen a España (4); Gran Bretaña (2); Francia (3); Portugal (2); Alemania (1); Holanda (1); y Austria (1). Estos investigadores abarcan diferentes especialidades científicas como la medida de las Propiedades Físicas de los sedimentos, Sedimentología, Estratigrafía, Geoquímica, Micropaleontología, así como especialistas dedicados a la educación y divulgación científica.

En cuanto a la participación española, participan cinco investigadores, siendo además del co-jefe científico los Drs. Francisco Sierra y José-Abel Flores (Universidad de Salamanca); el Dr. Francisco J. Jiménez-Espejo (Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-Universidad de Granada) y la **Dra. Estefanía Llave Barranco (Instituto Geológico y Minero de España)**.

Se puede consultar más información sobre los participantes en:

<http://iodp.tamu.edu/scienceops/precruise/medoutflow/participants.html>.

Para ver los países a los que pertenecen los participantes ver la página web: <http://joidesresolution.org/node/2053>

## **LAS INSTITUCIONES QUE PARTICIPAN EN LA EXPEDICION 339 del IODP**

Las Instituciones involucradas en la Expedición son:

Europa: Universidad de Heriot-Watt; Universidad de Cambridge (Reino Unido); Universidad de Vigo; Universidad de Salamanca; Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra CSIC-UGR; **Instituto Geológico y Minero de España (España)**; Laboratório de Energia e Geologia (Portugal); Universidad de Utrecht (Holanda); Institute of Frankfurt (Alemania); Universidad de Montpellier II; Universidad de Burdeos (Francia); y la Universidad de Graz (Austria);

Estados Unidos: Universidad de Texas A&M; Lamont-Doherty Earth Observatory; Queens College; Universidad de California; Universidad Estatal de Nueva York; California Institute of Technology; Universidad de Oregón; Universidad de Louisiana; Universidad Estatal de Ohio y Universidad de Brown;

Japón: Universidad de Hokkaido; la Agencia Japonesa para las ciencias marinas y terrestres (JAMSTEC); Universidad de Niigata; Servicios Geológicos de Japón;

Otras instituciones: Korea Ocean Research and Development Institute (Corea); Universidad tecnológica de Queensland (Australia); Universidad de Banaras Hindu (India) y la Universidad de Tongji (R. P. China).

## Contacto

---

### Gabinete de Comunicación

#### Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

Manuel Regueiro y González-Barros

Jefe de Relaciones Externas y Transferencia

Teléfonos - 913 495 778 / 650589660

Fax - 913 495 817

E-mail: [m.regueiro@igme.es](mailto:m.regueiro@igme.es)

Página web: [www.igme.es](http://www.igme.es)

**El Instituto Geológico y Minero de España (IGME)** es un Organismo Público de Investigación (OPI) con carácter de Organismo Autónomo, adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad. El IGME tiene como misión principal proporcionar a la Administración General del Estado y de las Comunidades Autónomas que lo soliciten, y a la sociedad en general, el conocimiento y la información precisa en relación con las Ciencias y Tecnologías de la Tierra para cualquier actuación sobre el territorio. El IGME es, por tanto, el centro nacional de referencia para la creación de infraestructura del conocimiento, información e I+D+i en Ciencias de la Tierra. Para ello abarca diversos campos de actividad tales como la geología, el medio ambiente, la hidrología, los recursos minerales, los riesgos geológicos y la planificación del territorio. Las instalaciones del IGME comprenden el edificio que alberga su sede central, el Museo Geominero, y la biblioteca; doce oficinas de proyectos distribuidas por el territorio español; laboratorios, almacenes y una litoteca, y todas disponen de los equipos y medios técnicos más avanzados.

Para conocer más sobre el IGME haz clic [AQUÍ](#) y descarga el dossier general de prensa del Instituto, o contacta con el Área de Relaciones Externas y Transferencia del IGME.