

REVISTA DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

ieo

número 17 - julio 2011



PIONEROS EN EL ÍNDICO

ENTREVISTA CON JUAN ACOSTA YEPES || TIBURÓN SOLRAYO



Foto de portada:
José Luis Cort



EDITORIAL

05 **La necesaria renovación generacional**

De no haber relevo generacional en el IEO, una cantidad enorme de conocimiento científico será dilapidado sin posibilidad alguna de recuperación.

ENTREVISTA

22 **Juan Acosta, investigador titular del IEO**

Un geólogo del IEO que se ha dedicado durante más de 30 años a la cartografía geológica del margen continental español. Además, lideró la primera campaña española en la Antártida.

EN PORTADA

30 **Los pioneros del Índico**

En 1981, dos barcos españoles cambiaron el Atlántico por el Índico en busca de nuevos caladeros y, donde anteriores expediciones fracasaron, ellos localizaron uno de los caladeros más productivos del mundo.



REPORTAJE

- 38 **En busca del tiburón solrayo en la costa de El Hierro** Cuando llega el verano, este desconocido escualo abandona las profundidades para alumbrar a sus crías en aguas someras.

HISTORIA

- 45 **La oceanografía física en el Mediterráneo español** El Mediterráneo quedó fuera de las primeras expediciones oceanográficas, al ser considerado como un mar marginal. Hasta las expediciones danesas de 1908.

BUQUES OCEANOGRÁFICOS

- 56 **García del Cid** Un buque de larga trayectoria.

SECCIONES IEO

- 06 **Noticias**
60 **Agenda y publicaciones**
62 **Directorio**

revista

ieo



EDITA

Director	Santiago Graño
Redactores	Pablo Lozano Raquel Ramírez María Sánchez
Diseño	Ítala Spinetti
Distribución	Magali del Val
Producción editorial	Diminuta Comunicación
Email de la revista	revistaieo@md.ieo.es
Nipo	656-05-003-1
Depósito legal	M-29883-2007

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)

Director	Eduardo Balguerías Guerra
Secretario general	José Luis de Ossorno Almécija
Subdirector general de investigación	Demetrio de Armas Pérez
Vocales asesores de la Dirección	Eladio Santaella Álvarez
Directores de los centros oceanográficos del IEO	
C.O. BALEARES	Enric Massutí Sureda
C.O. CÁDIZ	Ignacio Sobrino Yraola
C.O. CANARIAS	María Ángeles Rodríguez Fernández
C.O. CORUÑA	Santiago Parra Descalzo
C.O. GIJÓN	Francisco Javier Cristobo Rodríguez
C.O. MÁLAGA	Jorge Baro Domínguez
C.O. MURCIA	Jose M^a Bellido Millán
C.O. SANTANDER	Pablo Abaunza Martínez
C.O. VIGO	Valentín Trujillo Gorbea

Instituto Español de Oceanografía (IEO)
Calle Corazón de María, 8
28002 Madrid
Tel.: 91 342 11 00
Fax: 91 597 47 70
<http://www.ieo.es>





LA NECESARIA RENOVACIÓN GENERACIONAL

La investigación científica es una actividad con características especiales. Requiere por parte de los científicos de una larga educación reglada, hasta alcanzar la más alta calificación académica; además, con frecuencia hace falta el uso de técnicas, métodos y equipos muy sofisticados, tecnológicamente punteros y de reciente desarrollo. Sin embargo, también precisa de que quienes se inician en ella pasen por el proceso de aprendizaje más antiguo y tradicional que existe: la relación maestro discípulo.

Esta relación es la que permite construir equipos de trabajo sólidos y eficaces, en los cuales haya una continuidad importante no solo en las líneas de investigación, sino en el dominio de los planteamientos epistemológicos y las metodologías en que se sustenta la difícil tarea de hacer ciencia. No es casual que en la historia de la ciencia se dé tanta importancia a cuáles fueron los maestros de las posteriormente grandes figuras. Las escuelas, corrientes y tendencias se crean y mantienen gracias al trabajo conjunto del investigador novel con el ya experimentado, que permite no solo la consolidación del novato en lo teórico, sino la adquisición del importante bagaje de conocimientos y habilidades no proposicionales que solamente puede aprender el neófito mediante un trabajo en común con el maestro. Pero sería un error pensar que así solo se garantiza la continuidad. También es precisa esa relación para la renovación y que surjan nuevas líneas y escuelas, puesto que las mismas nacen de la superación revolucionaria de las anteriores, lo que implica su conocimiento profundo.

Lamentablemente, existe mucho menos conciencia de lo anterior que respecto a otras necesidades de la investigación científica. Nadie duda, por ejemplo, de que el equipamiento material es vital; o de la necesidad de recursos para las investigaciones; pero se presta mucha menos atención a que exista el imprescindible relevo generacional en los equipos humanos científicos. Quizás la causa sea su carácter menos crítico en lo temporal. Pueden pasar meses, incluso años, sin que ocurra nada –al menos aparentemente– si no hay suficientes investigadores noveles trabajando con los ya consolidados. Esto puede conducir, y de hecho conduce, a que se vaya dejando siempre para mañana el resolver el problema, más aún cuando hay escasez económica. Pero el peligro es muy grande, ya que de no haber relevo generacional, una cantidad enorme de recursos y de conocimiento serán dilapidados sin posibilidad alguna de recuperación. Se equivocan quienes piensan que el conocimiento científico se limita a lo publicado y que, precisamente por estarlo, es accesible a cualquiera con la formación suficiente. Publicados están los resultados (y no todos...), pero no parte importantísima de cómo obtenerlos, de las posibles nuevas metas, la inferencias, las intuiciones y un largo etcétera, que constituye un valiosísimo capital epistémico, el cual se pierde si no hay relevo generacional.

En el caso del Instituto Español de Oceanografía (IEO) la situación dista mucho de ser óptima. Si se consideran las 223 personas del grupo A1 dedicadas a la investigación (investigadores titulares de los OPI y técnicos superiores de diversos tipos), que se pueden considerar los potenciales maestros, se ve que la edad media es de casi 51 años (50,87). De ellos, 53 personas, es decir, un 23,77%, tienen más de 60 años. Está claro que la situación actual en la Administración dificulta mucho, por no decir que casi imposibilita, el relevo generacional, pero también es evidente que, de no poderse realizar éste en un plazo breve, se dilapidará un capital humano y un conocimiento científico muy importantes, y quizás imposibles de recuperar.

El IEO investigará el estado de conservación del bivalvo amenazado *Pinna nobilis* dentro del Parque Nacional de Cabrera

Investigadores del Instituto Español de Oceanografía (IEO), con la colaboración de la Dirección General de Pesca del Gobierno Balear y el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA), estudiarán el estado de conservación de la nacra (*Pinna nobilis*) en las aguas del archipiélago de Cabrera gracias a la financiación del Organismo Autónomo de Parques Nacionales del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. El objetivo global del proyecto, que tendrá una duración de tres años, es la evaluación del estatus poblacional de una especie vulnerable en el ámbito de un espacio marino protegido, como es el Parque Nacional Marítimo Terrestre del Archipiélago de Cabrera. Además, se compararán poblaciones del Parque con otras poblaciones de las islas Baleares, datos de interés primordial para el conocimiento de la biología y ecología de

esta especie.

El objetivo social más importante de este proyecto es la concienciación sobre las amenazas que sufren los ecosistemas y el papel que la Red de Parques Nacionales puede jugar en su conservación, en este caso, con el estudio de una especie emblemática como la nacra. A partir de los datos obtenidos se determinarán las densidades, tasas de crecimiento, impacto de algas invasoras, fecundidad y demografía de esta especie en el interior del Parque de Cabrera, donde el impacto humano ha sido minimizado y regulado. Los datos obtenidos serán de gran interés a la hora de evaluar el estatus de la población y la posibilidad de marcar pautas de conservación y planes de gestión de esta especie en las islas Baleares.

La nacra es el bivalvo de mayor tamaño del Mediterráneo y uno de los más grandes del

mundo. Es una especie endémica y muy longeva que puede llegar a superar los veinte años de edad. El principal ecosistema donde la podemos encontrar son las praderas de Posidonia oceánica, fundamental para la sostenibilidad de la biodiversidad mediterránea.

En las últimas décadas, las poblaciones de este molusco se han visto disminuidas a causa del deterioro generalizado de las zonas costeras, la mortalidad indirecta provocada por los fondeos, la regresión de su principal ecosistema y la extracción ilegal con finalidades decorativas y comerciales. Por todo esto, la especie está protegida por la Directiva de hábitats y el Anexo II del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

El proyecto de investigación se presentó el día 18 de marzo en el Centro de Interpretación del Parque Nacional de Cabrera. Al acto asistieron representantes de todas las instituciones que participan en el proyecto: Enric Massutí, director del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO; Salud Deudero, investigadora de dicho centro y responsable del proyecto; Patricia Arbona, directora general de Pesca del Gobierno Balear y Beatriz Morales-Nin, directora del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA). Además asistieron a la presentación Jesús Serrada Hierro, jefe de Área de Seguimiento del Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN) y el director del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera, Jorge Moreno. •



Ejemplar de *Pinna nobilis* entre praderas de *Posidonia*, su hábitat predilecto. Salud Deudero/IEO

El IEO investigará el estado de conservación del bivalvo amenazado *Pinna nobilis*.
Validan un sistema no letal para evaluar el estado de madurez del mero.

Validan un sistema no letal para evaluar el estado de madurez del mero

Investigadores del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO, del Laboratorio de Investigación Marina y Acuícola del Puerto de Andratx (Dirección General de Pesca del Gobierno de las Islas Baleares), y del Instituto Acuícola de Torre la Sal de Castellón (CSIC) han validado un método de análisis eficaz para determinar el sexo y estado de madurez de las hembras de mero sin realizar un muestreo letal.

El estudio se presentó en el congreso Fish Reproduction and Fisheries (FRESH 2011) que se celebró en Vigo desde el pasado lunes 16 al 20 de mayo. FRESH es una acción COST que establece una red de cooperación entre investigadores europeos y del Atlántico Norte con el objetivo de mejorar el conocimiento sobre la reproducción de peces en relación con la pesca y su metodología de evaluación a fin de promover la explotación sostenible de los recursos pesqueros marinos. ●



Un mero en aguas de las islas Canarias. Carlos Minguell/OCEANA.

INVESTIGADORES DEL IEO COMIENZAN LA RECOLECCIÓN DE SEMILLA DE VOLANDEIRA EN LA RÍA DE VIGO



Ejemplares muestreados de volandeira. M^a Angeles Louro/IEO.

El Equipo de Pectínidos del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO, liderado por el investigador Guillermo Román, ha comenzado una nueva temporada de colocación de colectores para la captación de semilla de volandeira (*Aequipecten opercularis*) en la ría de Vigo con el objetivo de estudiar su biología y la viabilidad de su cultivo. Desde el pasado mes de septiembre, investigadores y técnicos del Equipo de

Pectínidos del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO vienen haciendo cada dos semanas un análisis del estado de las gónadas de lotes de volandeiras adultas pescadas en la ría de Vigo para determinar la fecha de desove de estos moluscos. De acuerdo con su estimación los investigadores decidieron comenzar el pasado 22 de marzo a fondear bolsas colectoras para captar las semillas de volandeira.

En colaboración con la Cofradía de Pescadores de Cangas, se colocaron nuevas bolsas colectoras semanalmente, y, a finales de abril, se iniciaron los muestreos para cuantificar las fijaciones y definir las temporalmente.

Estos muestreos aportarán datos sobre la pauta de asentamiento anual de la semilla, así como de sus depredadores, entre ellos la estrella de mar *Mathasterias glacialis*, muy dañina para los cultivos de volandeira.

El próximo otoño se despegarán las semillas de las bolsas, se cuantificarán y se estudiarán sus tallas. Tras el despegue se aplicarán diferentes técnicas de preengorde y engorde de la semilla y se estudiará la viabilidad de su cultivo.

El desarrollo de un cultivo a gran escala de volandeira en la ría de Vigo permitiría mantener un stock de reproductores en la zona que reforzaría el reclutamiento en los bancos pesqueros, algunos gravemente sobreexplotados. ●

El IEO evalúa la biomasa de la sardina y otros pequeños pelágicos en la cornisa cantábrica

Las campañas oceanográficas PELACUS y SAREVA se han desarrollado paralelamente este año, a bordo de los buques *Thalassa* y *Cornide de Saavedra* respectivamente.

El IEO comenzó el 26 de marzo la campaña acústica PELACUS0411 a bordo del buque oceanográfico *Thalassa*, con el objetivo de evaluar el estado de las poblaciones de peces pelágicos (sardina, boquerón, caballa, etc.) en el Noroeste de la Península Ibérica. Además, este año coincidió y se coordinó con la campaña SAREVA que, con periodicidad trienal, se realiza para la estimación de la biomasa desovante de sardina y se desarrolló a bordo del buque oceanográfico *Cornide de Saavedra*.

Un total de 47 científicos y técnicos del IEO, pertenecientes a los centros de Vigo, A Coruña, Santander, Gijón, Cádiz, Baleares, Málaga y Madrid; recorrieron la plataforma continental española desde la desembocadura del Miño hasta el Bidasoa, a bordo de dos buques oceanográficos.

Ambas campañas se desarrollaron paralelamente y de forma coordinada con el objetivo de estudiar el estado de los recursos pelágicos, en especial de la sardina. Estas campañas están coordinadas con Portugal y los datos recogidos son utilizados en la evaluación del stock ibérico de la sardina.

Por un lado se desarrolló la campaña PELACUS a bordo del buque oceanográfico *Thalassa*. Esta campaña, dirigida por Isabel Riveiro y Begoña Santos del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO, tiene como objetivo el estudio integrado y multidisciplinar del ecosistema pelágico, desde la composición y estructura de tamaños del



Copo de pesca en superficie. IBDES/IEO.

plancton, hasta la distribución y abundancia de peces pelágicos, como sardina o anchoa, y de sus depredadores, incluyendo mamíferos y aves marinas.

A lo largo de la campaña, junto a la observación directa de los distintos grupos de organismos marinos y las condiciones oceanográficas en la columna de agua, se realizaron una serie

SE REALIZARON UNA SERIE DE ESTUDIOS PARA ANALIZAR DISTINTAS CARACTERÍSTICAS DEL ECOSISTEMA: UN ESTUDIO DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES Y LA TOMA DE MUESTRAS DE TEJIDOS EN DISTINTOS ORGANISMOS.

de estudios para analizar distintas características del ecosistema. Éstos incluyen el estudio del contenido estomacal de las principales especies de peces para describir y cuantificar las relaciones tróficas en el sistema y la toma de muestras de tejidos en distintos organismos para, mediante la determinación de la relación entre la cantidad de las diferentes formas isotópicas del nitrógeno, conocer su posición en la cadena alimenticia. La información recogida en las campañas PELACUS contribuye a una mejor comprensión de los factores que determinan las variaciones de los stocks de especies de peces de interés comercial y proporcionan gran parte de la información que se usa para gestionar racionalmente las pesquerías de la zona. Además, las campañas PELACUS proporcionan información adicional sobre otros componentes del ecosistema (desde los microorganismos hasta los

El IEO evalúa la biomasa de la sardina y otros pequeños pelágicos en la cornisa cantábrica. Investigadores del IEO estudian la dinámica del proceso de asentamiento de la langosta roja.

organismos situados en lo alto de la red trófica marina, como son los delfines, ballenas y aves marinas).

Por otro lado, a bordo del buque oceanográfico *Cornide de Saavedra*, se desarrolló en paralelo la campaña SAREVA, dirigida por Ana Lago de Lanzós, investigadora en los Servicios Centrales de Madrid del IEO.

El objetivo de esta campaña, además de la estimación de la biomasa reproductora de sardina, entre los 42 y los 45° Norte, es estudiar la distribución espacial de otras especies de interés comercial presentes en la misma época: jurel, caballa y anchoa, principalmente.

Las especies fueron triadas a bordo y ya se tienen los resultados preliminares de la sardina y la anchoa. “La sardina presenta un patrón de distribución similar al año 2008, empezando a aparecer los huevos en las costas asturianas y aumentando en la dirección de la campaña, en cuanto a número y área de extensión” comenta Ana Lago. Con respecto a la anchoa, “por primera vez se han localizado importantes núcleos, quizá debido a un adelanto en la puesta de la especie”.

Asimismo, se tomaron datos sobre las características hidrológicas de la zona de estudio, con la finalidad de relacionar las condiciones ambientales con la distribución espacial de las especies. Las condiciones hidrológicas encontradas a lo largo de la campaña se encuentran dentro del rango de variabilidad normal para la época (abril). En la parte más oriental se ha detectado la influencia de la descarga de agua dulce de los ríos franceses y en el oeste de la península (más caliente y salina) la influencia del agua atlántica superficial. El agua que ocupa la plataforma cantábrica está influenciada por esos dos polos. •

Investigadores del IEO estudian la dinámica del proceso de asentamiento de la langosta roja



Un buzo realiza un censo visual en uno de los colectores. David Díaz/IEO

Investigadores del IEO han estudiado el momento de transición entre la fase larvaria de dispersión en la columna de agua y el traslado a la vida en los fondos rocosos, proceso clave del ciclo vital de la langosta roja (*Palinurus elephas*).

Los investigadores y técnicos del Centro Oceanográfico de Baleares, la Dirección General de Pesca del Gobierno Balear, la Secretaría General del Mar y de la reserva marina de Cala Rajada han instalado con éxito tres estaciones de colectores artificiales para estudiar el asentamiento de las fases juveniles de esta langosta en la zona norte de la isla de Mallorca.

Con ayuda de estos colectores los investigadores podrán cuantificar la dinámica del proceso de asentamiento de la langosta, fase de transición entre el último estadio larvario (filosoma) y el primer estadio bentónico (post-puéruus). Éste supone el primer paso para obtener una serie temporal que permita en un futuro realizar estimaciones de predicción del reclutamiento de la especie en la pesquería comercial, y así asesorar de una forma más eficiente a las autoridades

encargadas de regular este preciado recurso marino.

Durante seis días, a bordo del buque oceanográfico *Odón de Buen*, los investigadores colocaron 42 nuevos colectores que, sumados a los instalados en años precedentes, hacen un total de 78 colectores, distribuidos por el litoral de la isla de Mallorca. Este año, por primera vez, 12 de los colectores se han instalado a una profundidad de 60-70 metros, con lo que se pretende determinar si la langosta es capaz de asentarse a tanta profundidad. Una teoría que barajan los científicos y que nunca se ha podido confirmar.

La campaña oceanográfica se enmarca dentro del proyecto de investigación “Estudio integral de la langosta (*Palinurus elephas*) de las Islas Baleares para el diseño de un sistema de gestión pesquera sostenible”, (de acrónimo LANBAL), fruto de un convenio de colaboración entre la Conselleria de Presidència del Govern de les Illes Balears y el COB-IEO, y que tendrá una duración de tres años. •



Santander acogió el Simposio Decadal ICES/NAFO

Los días 10, 11 y 12 del pasado mes de mayo se celebró en Santander un importante evento científico internacional sobre variabilidad climática en el Atlántico Norte. Más de 130 científicos de todo el mundo impartieron 40 ponencias y presentaron 80 paneles.

El Simposio Decadal ICES/NAFO sobre la Variabilidad Climática en el Atlántico Norte y sus Ecosistemas en el Periodo 2000-2009, celebró en el Palacio de Exposiciones de Santander su tercera edición, tras realizarse en 1991 en Finlandia y en 2001 en Escocia. El congreso del ICES y la NAFO tuvo como organizador local al IEO y se llevó a cabo en España gracias al apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación, la Consejería de Medio Ambiente y la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad del Gobierno de Cantabria, la Fundación Botín, la Universidad de Cantabria (Cantabria Campus de Excelencia Internacional), el Ayuntamiento de Santander y la Agencia Estatal de Meteorología. •

LA DÉCADA DE 2000 A 2009 FUE LA MÁS CÁLIDA HASTA AHORA REGISTRADA EN EL ATLÁNTICO NORTE

Uno de los principales resultados presentados en el Simposio Decadal ICES / NAFO fue la confirmación de que la década de 2000 a 2009 ha sido la más cálida desde que existen registros el Atlántico Norte. Este mismo estudio desvela además que, en el curso de la misma década, el ritmo de incremento del calentamiento ha ido aminorado. Así, los años con mayor aumento de temperatura se concentran en la primera mitad, disminuyendo el ritmo de aumento al final de la década. En el Golfo de Vizcaya el aumento por década es de aproximadamente 0,3 °C en las aguas más superficiales y de 0,2 °C en las de hasta 1.000 metros de profundidad. •

Se confirma el incremento de temperatura del Atlántico Norte durante la primera década del siglo XXI

Un estudio presentado en el Simposio Decadal ICES / NAFO sobre la Variabilidad Climática en el Atlántico Norte y sus Ecosistemas en el Periodo 2000-2009 confirma que la temperatura del mar se elevó en la mayor parte de las zonas del Atlántico Norte durante la primera década del siglo XXI, siendo especialmente importante dicho aumento en el Mar del Norte y zonas próximas.

En el acto de clausura el director del IEO, Eduardo Balguerías, manifestó que los trabajos presentados “parecen demostrar que en la última década se ha seguido produciendo un calentamiento de las aguas del Atlántico Norte. Dicho calentamiento está teniendo efectos importantes, especialmente en la fracción planctónica de los ecosistemas marinos. Existen evidencias de cambios significativos en la abundancia relativa de las distintas especies que componen el plancton y, en general, se puede constatar la creciente influencia de las aguas subtropicales en las aguas subpolares.”

Otros resultados

En el simposio, también se informó sobre los patrones de Oscilación Noratlántica (NAO). Según Ken Drinkwater, del Institute of Marine Research de Noruega, los datos aportados parecen indicar que los NAO, utilizados internacionalmente para estudiar la variabilidad climática, han sido menos adecuados durante la última década de lo que lo fueron en el pasado. Esto obliga a tener precauciones en la utilización de estos índices, y no puede descartarse que sea necesario utilizar otros indicadores. •



El aumento de las temperaturas en el Atlántico norte se ha traducido en una capa de hielo más débil. IEO.

Se confirma el incremento de temperatura del Atlántico Norte.
Presentan en Vigo el libro ATLAS de las flotas de pesca españolas de aguas europeas atlánticas.

Presentan en Vigo el libro ATLAS de las flotas de pesca españolas de aguas europeas atlánticas

Eduardo Balguerías, director del IEO, y Javier Touza Touza, presidente de la Cooperativa de Armadores de Pesca, presidieron la presentación del libro Atlas de las flotas de pesca españolas de aguas europeas atlánticas, el pasado día 16 de marzo en la sede de la Cooperativa de Armadores de Pesca de Vigo. Este documento es fundamental para la gestión pesquera en el marco de la nueva política comunitaria.

Los autores del libro son José Castro, Manuel Marín, Gersom Costas, Esther Abad, Antonio Punzón, Javier Pereiro y Armando Vázquez.

Este libro nace de los requerimientos de la

nueva Política Pesquera Común y su objetivo principal es la consecución de una clasificación jerárquica de la flota española de aguas europeas atlánticas, que permitirá al IEO, como organismo científico asesor pesquero en España, diseñar sus programas de muestreo en base a las nuevas demandas de esta política.

Durante la presentación, Balguerías explicó que “este libro es fruto de la colaboración entre la pesca y la investigación”. En este sentido, Touza destacó que hechos como éste “demuestran que es necesario institucionalizar la relación entre los científicos y el sector pesquero”.

Este detallado atlas de la flota pesquera

española se ha realizado gracias a la información de los diarios de pesca, cuadernos de registro de capturas y datos técnicos de obligado cumplimiento por parte de los barcos comunitarios mayores de 10 metros de eslora, instrumentos cuya importancia destacó Javier Pereiro, investigador del IEO y consejero técnico adscrito al director de dicho Instituto.

Pereiro, uno de los autores y que fue quién realizó la presentación del libro, calificó los diarios de pesca como “la mejor herramienta para el análisis de la actividad de las flotas”. •

EXPERTOS DE ESPAÑA Y PORTUGAL SE REÚNEN EN BILBAO PARA DISCUTIR SOBRE LAS FLORACIONES DE ALGAS TÓXICAS

Desde el 30 de mayo y hasta el 1 de junio tuvo lugar en Bilbao la XI Reunión Ibérica sobre Microalgas Nocivas y Biotoxinas. Esta reunión, organizada en esta ocasión por el Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad del País Vasco, pertenece a una serie comenzada el Centro Oceanográfico de Vigo del IEO en 1990 y que ya ha pasado por diversas ciudades españolas y portuguesas.

El objetivo de estas reuniones es el intercambio de conocimientos y discusiones entre especialistas españoles y portugueses, que actualmente están agrupados en torno a la Red Ibérica de Algas Tóxicas y Biotoxinas REDIBAL .

A la Reunión acudieron más de setenta participantes de instituciones de la práctica totalidad de las comunidades autónomas costeras, de Madrid y de Portugal. Se presentaron resultados de los dos últimos años de los programas de monitoreo de especies nocivas y trabajos sobre aspectos biológicos y químicos de especies nocivas. También hubo varias mesas redondas para discutir temas relacionados con la identificación de estas especies y sus ciclos vitales, así como sobre los avances sobre determinación de toxinas y validación de métodos de análisis y su aplicación oficial. Además, se contó

con una amplia participación de la Unidad Asociada CSIC-IEO Fitoplancton Tóxico con sede en Vigo.

Entre las novedades se encuentra la localización en Andalucía de un nuevo dinoflagelado productor de azaspirácidos, toxinas lipofílicas que producen diarreas a través del consumo de moluscos filtradores. También se han presentado las descripciones de tres nuevas especies: una tóxica de las islas Canarias que puede ser la responsable de las intoxicaciones de tipo ciguatera causadas por medregales en Canarias, y otras dos especies nuevas de Cataluña, que aunque no son tóxicas, son acompañantes habituales de otras que sí son nocivas.

Respecto a los estudios de las toxinas se han presentado avances en el desarrollo de nuevos métodos de determinación de toxinas en moluscos. Se han presentado también varios trabajos sobre floraciones en la costa mediterránea de un dinoflagelado relacionado con problemas respiratorios de los bañistas o personas que están en algunas localidades costeras. La próxima Reunión Ibérica, que tiene una periodicidad bienal, está prevista para el 2013 en Baleares, bajo la organización del IMEDEA. •

Investigadores del IEO exploran los fondos del cañón de Avilés

Investigadores y técnicos del equipo de investigación ECOMARG del IEO han estudiado el ecosistema del cañón de Avilés, un gigantesco cañón submarino candidato a formar parte de la Red Natura 2000.

El equipo, formado por dos geólogos, cinco biólogos, un físico y cinco ayudantes de investigación, embarcó el 1 de mayo a bordo del buque oceanográfico de la Secretaría General del Mar *Vizconde de Eza*, para estudiar la estructura y dinámica de los ecosistemas profundos del cañón de Avilés durante 20 días.

Los científicos, pertenecientes al grupo de investigación del IEO ECOMARG, que ha sido galardonado recientemente con el Premio Fundación BBVA a la Conservación de la Biodiversidad por permitir con sus estudio la creación de la primera Área Marina Protegida oceánica de España, pretenden recabar información de este gigantesco cañón submarino, una de las diez áreas marinas españolas candidatas a formar parte de la Red Natura 2000 en el marco del proyecto INDEMARES.

El IEO ha realizado hasta la fecha dos campañas en el cañón de Avilés dentro del proyecto INDEMARES. La primera, denominada INDEMARES-AVILES 0410, se efectuó en abril de 2010 con el buque *Vizconde de Eza* y su objetivo fue el levantamiento batimétrico con sonda multihaz, reconocimiento sísmico de alta resolución y caracterización de fondos. Poco tiempo después, en julio de 2010 se realizó la campaña INDEMARES 0710 a bordo del buque *Thalassa*. En esta segunda campaña se inició el estudio de los ecosistemas profundos del cañón incluyendo la dinámica y características de las masas de agua.

Durante esta última campaña se completó

la información sobre los fondos de zonas concretas mediante sonda multihaz y se continuó con los estudios de las comunidades de organismos que habitan los fondos del cañón así como los hábitats que las soportan en relación a las variables ambientales.

La importancia de los cañones

Los cañones submarinos suelen ser puntos con una gran biodiversidad y un elevado número de endemismos. Canalizan los materiales de origen continental, lo que conlleva que tengan un alto contenido orgánico y que se observen mayores biomásas de lo habitual, así como altos rendimientos pesqueros. Además, pueden producir corrientes ascendentes que transportan los nutrientes de las profundidades a las zonas someras e iluminadas de la columna de agua, donde el fitoplancton los aprovecha incrementando su biomasa, lo que repercute a toda la red trófica que depende de él.

El cañón de Avilés constituye uno de los

ecosistemas más extraordinarios de la plataforma continental del mar Cantábrico y resulta fundamental para la gran producción existente en áreas circundantes. En él se encuentran hábitats esenciales para los reproductores de importantes especies de interés comercial como la merluza y el rape. Además, en su fachada noreste existen arrecifes de corales de aguas frías, ecosistemas únicos de los que aún se sabe muy poco. ●

LOS CAÑONES
SUBMARINOS CANALIZAN
LOS MATERIALES DE
ORIGEN CONTINENTAL LO
QUE CONLLEVA QUE
TENGAN UN ALTO
CONTENIDO ORGÁNICO Y
QUE SE OBSERVEN
MAYORES BIOMASAS DE
LO HABITUAL



Un macrúrido nada cerca de una estrella brisingella en los fondos del cañón de Avilés. Francisco Sánchez/IEO

Investigadores del IEO exploran los fondos del cañón de Avilés.
El IEO y la Agencia Estatal de Meteorología firman un convenio marco de colaboración.
El IEO y la Secretaría General de Mar colaborarán para realizar la cartografía marina del litoral.

El IEO y la Agencia Estatal de Meteorología firman un convenio marco de colaboración

El pasado 15 de abril, Eduardo Balguerías, director del IEO, y Ricardo García, presidente de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), firmaron un convenio marco de colaboración entre ambas instituciones.

El principal objetivo de este convenio es establecer un marco en el cual coordinar los recursos y capacidades tecnológicas de ambos organismos, así como sus delegaciones territoriales y centros oceanográficos. De esta manera se pretende ofrecer un servicio de información marítimo-oceanográfico que se adapte a las necesidades que la sociedad exige, que contribuya a mejorar el conocimiento de los procesos atmosféricos y oceánicos, y que revierta en la protección e investigación del medio ambiente marino.

Ambas partes reconocen en el acuerdo la necesidad de disponer de datos de observación, por lo que consideran muy



De izquierda a derecha: Ricardo García, presidente de la AEMET; Eduardo Balguerías, director del IEO; Alicia Lavín, jefa del Área de Medio Marino del IEO; y José Antonio Fernández, director de Planificación, Estrategia y Desarrollo Comercial de la AEMET.

importante un eficaz intercambio de informaciones procedentes de los sistemas de observación de cada entidad.

Además, acordaron con los miembros de la Comisión Técnica sobre Meteorología y Oceanografía de la Organización Meteorológica Mundial, coordinar sus

decisiones y trasladar una visión integradora que recoja los intereses científicos y operacionales para España en lo relativo a medio marino. •

El IEO y la Secretaría General del Mar colaborarán para realizar la cartografía marina del litoral

El Instituto Español de Oceanografía y la Secretaría General del Mar del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino han suscrito un Protocolo de intenciones para establecer un sistema estable de colaboración en relación con la cartografía marina del litoral español.

El Director del IEO, Eduardo Balguerías y la secretaria general del mar, Alicia Villauriz, han firmado este Protocolo para optimizar los recursos de ambas instituciones en el desarrollo de los trabajos sobre el conocimiento batimétrico y morfológico de los fondos marinos de la plataforma y talud continental.

De esta forma, se da continuidad al proyecto emprendido por la Secretaría General del Mar, con el apoyo técnico del IEO, para el Estudio de la Plataforma Continental Española, el denominado "Proyecto ESPACE", cuyo objetivo es obtener la cartografía marina del litoral español como herramienta imprescindible para una gestión racional y sostenible de los recursos pesqueros. En el marco de este Protocolo se definirán las acciones para dar una mayor visibilidad a la información cartográfica y para llevar a cabo investigaciones básicas y aplicadas al conocimiento de los fondos marinos. Asimismo, se impulsará la publicación de trabajos científicos y la organización de jornadas técnicas sobre la cartografía marina del litoral español. •

EL IEO PARTICIPA EN LA XXIV CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Investigadores del IEO presentaron el trabajo titulado *Managing marine data: Atlas of marine biodiversity in the Balearic Sea, Western Mediterranean* en la XXIV Conferencia Internacional sobre Sistemas de Información Geográfica de AGILE celebrada el pasado mes de abril en Utrecht.

El Atlas de Biodiversidad Marina del mar Balear es un atlas digital, el primero que se realiza en el Mediterráneo, que contiene diversa información de más de 1.600 especies en un área de estudio de unos 150.000 km². •

Se observan por primera vez juveniles de langosta roja de menos de un año de edad a noventa metros de profundidad

Un investigador del IEO confirma la hipótesis de que el reclutamiento de langosta roja en aguas profundas es viable. David Díaz, del equipo de Reservas Marinas y Ecología Litoral (RESMARE) del Centro Oceanográfico de Baleares, exploró durante la primera quincena de abril los fondos del canal de Menorca, a bordo del submarino alemán JAGO, en busca de los juveniles recién asentados de esta especie.

El investigador realizó varias inmersiones a bordo del submarino autónomo tripulado JAGO, con el propósito de determinar las características biológicas, ambientales y fisiográficas de las áreas en las que supuestamente se concentran los juveniles de langosta roja (*Palinurus elephas*). El objetivo principal de estas inmersiones consistió en la realización de censos visuales desde el submarino, obteniéndose un registro completo del transecto de más de un kilómetro de longitud entre los 70 y 90 metros con una cámara de vídeo de alta definición. Durante los muestreos se observaron ejemplares de langosta roja de edad inferior a un año y menos de ocho centímetros de longitud total, no observados ni muestreados hasta la fecha a dichas profundidades, lo que supone la confirmación de la hipótesis de que el reclutamiento se produce también a esa profundidad.

Además, en las prospecciones se determinaron las especies más características de crustáceos y peces, y se realizó una descripción general de las comunidades observadas. La información detallada sobre el hábitat y las características biológicas y ambientales de los fondos de la langosta se obtendrán



David Díaz a punto de sumergirse en el submarino JAGO. IEO.

EN LAS PROSPECCIONES SE DETERMINARON LAS ESPECIES MÁS CARACTERÍSTICAS DE CRUSTÁCEOS Y PECES, Y SE REALIZÓ UNA DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNIDADES OBSERVADAS.

a posteriori a partir del análisis exhaustivo de las imágenes de la filmación.

Estas inmersiones se enmarcan dentro del proyecto de investigación "Estudio integral de la langosta (*Palinurus elephas*) de las Islas Baleares para el diseño de un sistema de gestión pesquera sostenible" (LANBAL), dirigido por la investigadora del IEO Raquel Goñi. El proyecto es fruto de un convenio de

colaboración entre la Conselleria de Presidència del Govern de les Illes Balears, a través de la Dirección General de Pesca, y el IEO y tendrá una duración de cuatro años. Los resultados del proyecto LANBAL contribuirán a diseñar un plan de gestión para la langosta roja en Baleares encaminado a compatibilizar la conservación de esta especie con su explotación sostenible. ●

Se observan por primera vez juveniles de langosta roja de menos de un año de edad. Trabajan en un modelo capaz de predecir el área de puesta y supervivencia de las larvas de atún rojo.

Trabajan en un modelo capaz de predecir el área de puesta y la supervivencia de las larvas del atún rojo en el mar Balear

Un equipo científico del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO se embarcó durante cuatro días a bordo del buque oceanográfico *Odón de Buen* para llevar a cabo la primera de una serie de campañas hidrográfico-planctónicas que se desarrollarán a lo largo de este año con el objetivo de obtener los datos necesarios para la parametrización y la validación de modelos capaces de predecir la localización de las áreas de puesta atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el mar Balear y la tasa de supervivencia larvaria.

Con el fin de caracterizar los escenarios ambientales en dichas áreas de puesta, los investigadores han muestreado una serie de estaciones en dos zonas situadas entre las Pitiusas y Cabrera, definidas previamente a partir de análisis de imágenes satélite. Para ello han contado con el apoyo desde tierra de los científicos del SOCIB y el IMEDEA. El trabajo ha consistido en la toma de datos hidrográficos y muestras biológicas en zonas de confluencia de aguas superficiales mediterráneas y otras de reciente origen atlántico, en las que, teniendo en cuenta los resultados de

EL OBJETIVO PRINCIPAL ES EL DESARROLLO DE MODELOS OPERACIONALES PARA LA PREVISIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE REPRODUCCIÓN DE TÚNIDOS Y ESTIMACIONES DEL NIVEL DE RECLUTAMIENTO DEL ATÚN ROJO

estudios previos, existe una mayor probabilidad de encontrar larvas de túnidos, con el fin de determinar gradientes de abundancia de larvas de atún rojo en relación a la distribución de esas distintas masas de agua. Además, estos primeros datos, junto a los que se recogerán posteriormente, servirán para determinar la evolución temporal de la intensidad de puesta del atún en las islas Baleares.

Proyecto de investigación

Esta campaña oceanográfica se enmarca en el proyecto de investigación "Uso sostenible de los recursos vivos marinos: impacto de la variabilidad del Mediterráneo sobre la reproducción y dinámica de la población del atún rojo (de acrónimo BlueFin)", resultado de un convenio específico de colaboración entre el IEO y el Sistema de Observación Costera de las Islas Baleares (SOCIB), Infraestructura Científica y Tecnológica Singular (ICTS) ubicada en las Islas. El proyecto, que se llevará a cabo hasta el año 2014 y en el que participan también investigadores del Departamento de Tecnologías Marinas, Oceanografía operacional y Sostenibilidad (TMOOS) del IMEDEA (UIB-CSIC), tiene como objetivo principal el desarrollo de modelos operacionales para la previsión de la localización del área de reproducción de túnidos y estimaciones del nivel de reclutamiento del atún rojo teniendo en cuenta las variaciones en tasas de supervivencia larvaria derivadas de cambios en los escenarios ambientales. •



Los investigadores izan las redes de plancton con las que recogen las larvas. IEO

El impacto de la pesca amplifica la sensibilidad de las poblaciones explotadas a las variaciones del clima



Un estudio demuestra que el efecto de la variación del clima sobre las poblaciones de peces del Mediterráneo depende de su estructura demográfica, pudiendo la pesca incrementar su sensibilidad ante estas variaciones. Investigadores del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO, en colaboración con la Universidad de Oslo y el Instituto de Ciencias Marinas de Leibniz (IFM-GEOMAR), han publicado este estudio en la revista *Marine Ecology Progress Series*. El estudio señala que estos efectos sobre las poblaciones de peces no son independientes y que, por tanto, no pueden estudiarse por separado, como se ha venido haciendo hasta ahora. El artículo analiza la serie histórica de índices de abundancia (capturas por unidad de esfuerzo pesquero) de la población de merluza (*Merluccius merluccius*) de las islas Baleares desde 1940. Esta serie de datos, una de las más largas del Mediterráneo, contiene información periódica sobre las capturas y el esfuerzo pesquero, recopilada en

diferentes proyectos de investigación desarrollados en el Centro Oceanográfico de Baleares con la colaboración del sector pesquero. Los resultados obtenidos demuestran que las oscilaciones en la abundancia de la merluza en las islas Baleares son totalmente independientes de las variaciones medioambientales cuando la población no se encuentra sobreexplotada. Esto se debe a que a medida que la explotación pesquera ha ido erosionando la estructura demográfica, la población se ha ido sustentando progresivamente en los

individuos más jóvenes, proceso conocido como truncado demográfico. En esta situación, la población depende en mayor medida de la incorporación anual de juveniles procedentes de la puesta, lo que se conoce como reclutamiento. Los resultados de este estudio han permitido comprender por qué los cambios extremos en las condiciones hidrolimáticas en el Mediterráneo occidental, acontecidos a principios de los años ochenta, causaron un descenso tan brusco de la población de merluza en las islas Baleares. ●

A MEDIDA QUE LA
EXPLORACIÓN PESQUERA
HA IDO EROSIONANDO
LA ESTRUCTURA
DEMOGRÁFICA, LA
POBLACIÓN SE HA IDO
SUSTENTANDO
PROGRESIVAMENTE EN
LOS INDIVIDUOS
MÁS JÓVENES



El impacto de la pesca amplifica la sensibilidad de las poblaciones a las variaciones del clima. EL IEO estudia la contaminación e la ría de Arosa.

El IEO estudia la contaminación de la ría de Arosa

El pasado 20 de mayo investigadores y técnicos del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO, comenzaron, a bordo del buque oceanográfico *José María Navaz*, una campaña para evaluar la contaminación de la ría de Arosa, tanto en el agua, como en el sedimento o en los organismos vivos. En principio la campaña estaba planeada para durar entre 3 y 4 días pero, debido al temporal a primeros de junio, se tuvo que retrasar la recogida de muestras de las estaciones más exteriores de la ría. Se recogieron muestras de sedimentos y agua para estudiar la distribución espacial de contaminantes como metales pesados, compuestos organoclorados (bifenilos

policlorados y pesticidas organoclorados), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), entre otros. De las muestras recogidas se van a cuantificar estos contaminantes y a estudiar su efecto biológico a través de ensayos en el laboratorio con equinodermos. Además, gracias a la colaboración con el Grupo de Investigación de Química Analítica Aplicada (QANAP) de la Universidad de A Coruña, se implementarán nuevas metodologías analíticas para estudiar los contaminantes emergentes. •



BUQUE OCEANOGRÁFICO JOSÉ MARÍA NAVAZ

Se utiliza habitualmente en trabajos y campañas oceanográficas en el entorno de las rías gallegas. Se usa frecuentemente en el seguimiento de la contaminación, no sólo de la química, sino también para analizar la existencia de especies tóxicas de plancton que afectan a los cultivos de mejillón.

EL IEO PARTICIPA EN LONDRES EN UN TALLER DIRIGIDO A MEJORAR LA GESTIÓN DE LAS PESQUERÍAS DE AGUAS PROFUNDAS

El investigador del IEO, Juan Gil Herrera, participó en Londres, dentro del marco del proyecto DEEPFISHMAN, en el taller: "Nuevas aproximaciones en la evaluación del status de la población, objetivos y estrategias de gestión". DEEPFISHMAN está dirigido a la gestión y monitorización de pesquerías y stocks de aguas profundas. El IEO participa en DEEPFISHMAN liderando dos de los cinco casos de estudio: la pesquería del fletán negro en toda la zona del Atlántico Nororiental y la pesquería del voraz en el estrecho de Gibraltar. •

42 JÓVENES ESTUDIANTES EUROPEOS VISITAN EL CENTRO OCEANOGRÁFICO DE A CORUÑA

El pasado 13 de abril, el Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO recibió la visita de un grupo formado por 42 alumnos con edades comprendidas entre 13 y 19 años, acompañados de nueve monitores, que forman parte de un proyecto subvencionado por la Unión Europea de intercambio intercultural entre jóvenes de cuatro países europeos: Alemania, Eslovaquia, República Checa y España. Durante la visita, los estudiantes pudieron disfrutar de experimentos sobre dinámica marina, se les mostró la anatomía interna de peces y moluscos y descubrieron algunos secretos sobre el cultivo de bivalvos. •

El IEO estudia los efectos del cambio climático en el litoral mediterráneo español

Investigadores y técnicos del IEO recorrieron, a bordo del buque oceanográfico *Odón de Buen*, el litoral mediterráneo español para estudiar los efectos del cambio climático en el marco del proyecto RADMED, una serie de campañas de monitorización ambiental que se vienen repitiendo cada tres meses desde el año 2007.

El pasado 1 de mayo comenzó la campaña oceanográfica RADMED 0211, la segunda de las cuatro campañas que se realizarán este año dentro del proyecto RADMED. Cinco científicos y técnicos de los Centros Oceanográficos de Baleares y Málaga del IEO participaron en esta campaña recogiendo muestras en un total de 94 estaciones a lo largo del litoral mediterráneo.

Los objetivos del proyecto consisten en cuantificar periódicamente una serie de variables físico-químicas de las aguas de la plataforma y el talud continental del Mediterráneo, incluyendo tanto el litoral peninsular como las islas Baleares, y así estudiar su evolución y las posibles

consecuencias del impacto del hombre en los ecosistemas marinos.

Para la consecución de estos objetivos se recorren una serie de estaciones distribuidas en transectos o radiales perpendiculares a la costa, además de otros que cruzan los canales entre las islas. Este muestreo se repite cuatro veces al año, una por estación, correspondiendo la presente campaña al muestreo de primavera de 2011.



Rentabilizando el viaje

Además, los investigadores aprovecharon su paso por las islas Baleares para realizar un muestreo periódico de una serie de estaciones para cumplir e implementar la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea. El estudio consiste en la prospección de 15 puntos de muestreo situados sobre la plataforma insular de las tres islas mayores (Mallorca, Menorca e Ibiza) a una profundidad máxima de 200 metros. Las muestras obtenidas servirán de referencia para valorar la influencia de las aguas exteriores sobre las interiores. •

El IEO y la Secretaría General del Mar suscriben un convenio de colaboración para regular las condiciones de acceso y utilización de los buques y equipamiento del MARM

El IEO y la Secretaría General del Mar han suscrito un convenio de colaboración para regular las condiciones de acceso y utilización de los buques, propiedad del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, así como el equipamiento de estos.

Este convenio, tiene el objeto de regular el marco de colaboración que permita el acceso y la utilización de los buques, *Miguel Oliver*, *Vizconde de Eza*, y *Emma Bardán* y su equipamiento por el IEO, para la realización de las campañas que se

establezcan en los planes de trabajo, acordados por ambas instituciones y en las condiciones establecidas en el acuerdo. Este instrumento de colaboración, que tendrá una duración de cuatro años prorrogable de mutuo acuerdo por un período de cuatro años más, incorporará una mención en todas las publicaciones, informes, planes de campaña y notas de prensa, nacionales o internacionales, cuando los resultados obtenidos en las campañas se hayan desarrollado a bordo de estos buques oceanográficos de la

Secretaría General del Mar.

El director, del Instituto Español de Oceanografía, Eduardo Balguerías y el director general de Ordenación Pesquera del MARM, Ignacio Gandarias, han manifestado el compromiso mutuo de impulsar la realización de campañas de investigación pesquera y oceanográfica, con el propósito de mejorar el conocimiento de los recursos marinos en aguas nacionales, internacionales y en aguas de terceros países. •

El IEO estudia los efectos del cambio climático en el litoral mediterráneo español.
El IEO y la Secretaría General del Mar suscriben un convenio de colaboración.
Nueva Secretaria General para el IEO.
Expertos de la Comisión OSPAR se reúnen en Alemania.

Nueva Secretaria General para el IEO



Desde el día 19 de mayo, Mariola Menéndez asume el puesto de Secretaria IEO.

Mariola Menéndez sustituye en esta tarea a José Luis De Ossorno, quién ha desempeñado dicha función desde junio de 2007 hasta marzo de este año.

Menéndez se licenció en 1994 en Ciencias Económicas y Empresariales, en la rama de Economía de la Empresa, por la Universidad Complutense de Madrid, ciudad en la que nació. Antes de ser nombrada nueva Secretaria General del IEO, ha ejercido como Subdirectora General adjunta de Administración Económica para la Secretaría General de la Dirección General de Tráfico (DGT). Anteriormente, Mariola Menéndez estuvo trabajando en el Instituto Nacional de Administración Pública (INAP) durante seis años, primero como coordinadora de relaciones internacionales y después como jefa del servicio de formación continua. •

TRAYECTORIA PROFESIONAL

- Subdirectora general adjunta de Administración Económica (Nivel 29). Secretaria General de la Dirección General de Tráfico.
- Executive Master in Public Administration (EMPA). ESADE. 2010-2011.
- Jefa del servicio de formación continua del INAP - (septiembre 2006 hasta julio de 2008).
- Coordinadora de relaciones internacionales - (noviembre de 2002 hasta abril de 2004).
- Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Complutense de Madrid - (1994).

Expertos de la Comisión OSPAR se reúnen en Alemania para hablar de sustancias tóxicas y eutrofización

Desde el 28 de marzo hasta el 1 de abril se celebró en Bonn (Alemania) la reunión del comité de sustancias peligrosas y eutrofización (HASEC) del Convenio para la Protección del Medio Marino del Atlántico Noreste (OSPAR).

Representando al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y en calidad de experto del comité HASEC, asistió el investigador del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO José Fumega.

Entre otros temas, durante la reunión se debatió acerca de la coordinación con la

Unión Europea para la implementación de la Directiva Marco de Estrategia Marina, centrandose especial atención a los descriptores de eutrofización y sustancias nocivas peligrosas.

También se trataron temas relacionados con los programas coordinados de vigilancia del medio ambiente marino implementados en cada país firmante del Convenio OSPAR, revisando la lista de sustancias prioritarias para su control y tratando de llegar a acuerdos sobre criterios de evaluación ecológicos. •





El ordenador Finis Terrae en el que se ejecutarán los modelos del IEO. CESGA.

El IEO y el Centro de Supercomputación de Galicia firman un convenio que permitirá realizar simulaciones de complejos modelos ecológicos en pocos días

Ricardo Capilla, presidente del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) y Eduardo Balguerías, director del IEO, han firmado un convenio de colaboración entre ambas instituciones que permitirá usar el supercomputador Finis Terrae para la simulación de complejos modelos ecológicos capaces de predecir la distribución y abundancia de un stock pesquero, la aparición de mareas rojas, o la dispersión de un vertido contaminante. El objetivo de este convenio es establecer una colaboración más intensa entre el IEO y CESGA y así promover y regular

actividades científico-técnicas conjuntas, que contribuyan a mejorar las capacidades de ambas instituciones en el marco del análisis y el conocimiento del medio marino.

Esta colaboración permitirá mejorar el rendimiento en diferentes aplicaciones. Mientras, las máquinas de cálculo que posee el IEO necesitan una semana entera para llevar a cabo una sola simulación, el supercomputador Finis Terrae realiza el mismo cálculo en menos de la mitad del tiempo y, además, con mayor resolución y para áreas geográficas mayores.

“La oceanografía computacional es una línea prioritaria para el IEO. Desde su fundación, el IEO lleva realizando observaciones continuadas del océano. El gran desarrollo en los últimos años de la capacidad de cálculo ha impulsado grandes avances en el análisis de observaciones, lo que facilita la gestión del ecosistema marino, incluyendo los recursos pesqueros”, explicó Manuel Ruiz investigador del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO. ●

MODELADO EN EL IEO

En el campo de la modelización tridimensional del ecosistema marino, el IEO ha impulsado en la última década el desarrollo y la aplicación de modelos tridimensionales de la circulación en el margen ibérico atlántico. El Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO dispone de un modelo tridimensional de circulación en la plataforma y el talud ibérico atlántico, que presta especial atención a la plataforma portuguesa al norte de Lisboa, y a la plataforma gallega y cantábrica.

Este modelo está orientado a proporcionar información sobre los fenómenos físicos que influyen en el ecosistema marino: mareas, afloramientos, plumas de agua dulce, variabilidad en las corrientes de plataforma, etc. En la zona modelada se localizan stocks pesqueros de gran interés socioeconómico para España, como las pesquerías de pequeños pelágicos, como la sardina, la anchoa o la caballa, y de especies demersales como la merluza. ●

El IEO y el CESGA firman un convenio que permitirá realizar simulaciones de complejos modelos ecológicos. Estudian los movimientos y preferencias ambientales del tiburón marrajo.

Estudian los movimientos y preferencias ambientales del tiburón marrajo dientuso en el océano Pacífico

Investigadores de los centros oceanográficos de Tenerife y A Coruña del IEO han publicado recientemente en la revista *Marine Biology* un trabajo sobre los movimientos y las preferencias ambientales del tiburón marrajo dientuso (*Isurus oxyrinchus*) en el océano Pacífico Suroeste.

Para realizar el estudio se marcaron nueve ejemplares de este tiburón con unos pequeños dispositivos electrónicos denominados “marcas pop-up” que se unen a la musculatura dorsal del animal y que graban de forma continua información que permite conocer su posición, temperatura del agua y profundidad. Los datos almacenados en las marcas son posteriormente emitidos a tierra vía satélite cuando éstas se sueltan del animal y suben a la superficie por flotación. En total se observaron 341 días de migración, un recorrido horizontal total de más de 10.000 kilómetros para el conjunto de los nueve ejemplares. Los marrajos estudiados recorrieron un promedio de unos 30 km diarios, sin apreciarse un patrón claro en su distribución horizontal, salvo su tendencia a desplazarse hacia zonas más costeras durante los meses del

experimento. Sin embargo, sí se pudo observar que la mayor parte del tiempo lo pasan por encima de los 150 metros de profundidad, a una temperatura que oscila entre 12 y 24 grados centígrados, llegando a sumergirse hasta casi 900 metros de profundidad y a soportar temperaturas de hasta cinco grados.

Rápido y vulnerable

El marrajo dientuso es una especie de tiburón relativamente frecuente tanto en el Pacífico, como en el Índico y el Atlántico, incluyendo el mar Mediterráneo. Son grandes migradores y uno de los tiburones más rápidos cuando la situación lo requiere. Esta especie aparece con frecuencia como captura accidental en las flotas dirigidas a los atunes y al pez espada en todo el mundo, sobre todo tras la expansión geográfica de estas artes hacia regiones oceánicas en el siglo pasado. En el caso de la flota española de palangre de superficie dedicada a la pesca del pez espada en el Pacífico, las capturas de este tiburón supusieron unas 1.800 toneladas en el año 2009. Varios estudios indican que esta especie pudo haber sufrido una disminución significativa de sus poblaciones y, desde el año 2009, este tiburón está clasificado como especie vulnerable en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). A pesar de su importancia económica y la vulnerabilidad de esta especie por su baja productividad, aun se sabe muy poco sobre la dinámica de sus poblaciones y sus preferencias de hábitat. •

COMIENZA EL PRIMER TALLER DE EXPERTOS SOBRE LANGOSTA ROJA

Los días 21, 22 y 23 de marzo se celebró, en la sede del Centro Oceanográfico de Baleares del Instituto Español de Oceanografía (IEO), el primer taller de expertos sobre la biología, ecología, pesquerías y efecto reserva de la langosta roja *Palinurus elephas*, bajo la coordinación de la investigadora Raquel Goñi. La reunión se realizó con el objetivo de poner en común series de datos y metodologías de estudio con el fin de facilitar la interpretación de las tendencias y evolución de la dinámica poblacional de la langosta roja y de sus pesquerías. El conocimiento de esta importante especie ha avanzado mucho durante la última década, en gran parte gracias a las investigaciones realizadas por el equipo RESMARE del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO en el marco de proyectos cofinanciados por el Instituto y la Secretaría General del Mar (proyectos LANGOSTA y ERICOL). En la actualidad, seguir avanzando requiere comprender procesos clave de la dinámica y estructura meta-poblacional de la langosta y, por tanto, expandir la escala de estudio a nivel regional o de cuenca. Para ello, otro de los objetivos del taller es acordar métodos comunes de colección de datos para iniciar series estandarizadas que permitan monitorizar las poblaciones de langosta a largo plazo en su marco geográfico natural. •



Ejemplar de *Isurus Oxyrinchus*.
NOAA-PIRO Observer Program





Las cartas topográficas elaboradas por este equipo proceden de
diversas cartografías de topografía anamórfica.

Cartas 1:50.000, a escala de 400 metros.
Planos: 1:100.000, 1:200.000, 1:500.000.

Cartas 1:250.000, 1:500.000, 1:1.000.000, a escala de 400 metros.
Planos: 1:500.000, 1:1.000.000.

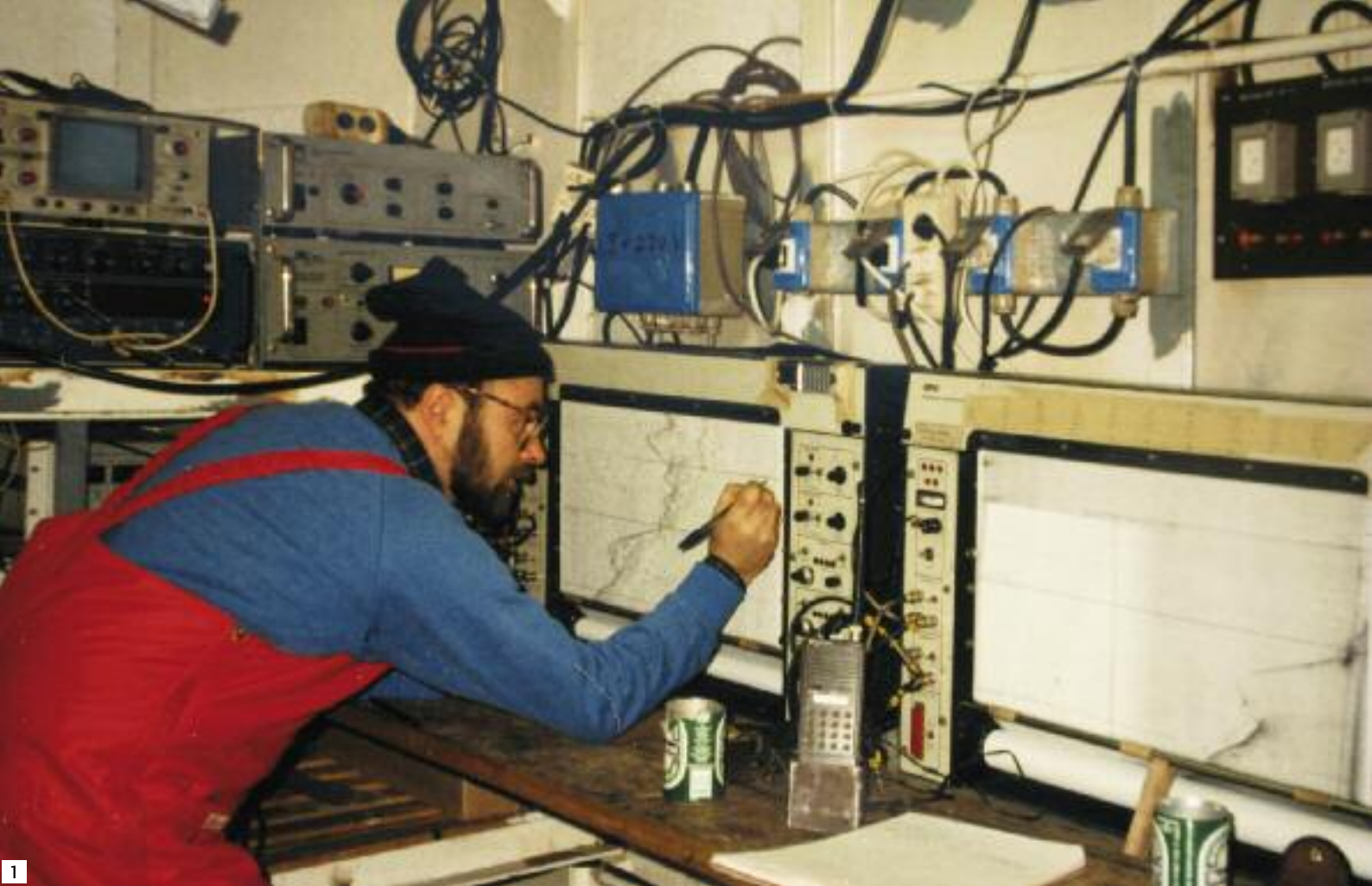
Cartas 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000, a escala de 400 metros, de 400
metros, 800, 1.000 metros.

Toda la información cartográfica se basa en la utilización de instrumentos
topográficos con precisión de 1/50 por cada mil metros, y mediante un
procedimiento de 1/50 por cada mil metros.

Aplicación informática: 1/50 por cada mil metros, 1/100
por cada mil metros, 1/200 por cada mil metros, 1/500
por cada mil metros, 1/1.000 por cada mil metros,
1/2.000 por cada mil metros, 1/5.000 por cada mil metros,
1/10.000 por cada mil metros, 1/20.000 por cada mil metros,
1/50.000 por cada mil metros, 1/100.000 por cada mil metros,
1/200.000 por cada mil metros, 1/500.000 por cada mil metros,
1/1.000.000 por cada mil metros.

Juan Acosta Yepes, Investigador titular del IEO. Madrid, Junio 2011.

“Tenemos un equipamiento que es la envidia de muchos países más desarrollados que nosotros”



1 | A bordo del Pescauerta IV en la Campaña Antártida 86-11. Guardia nocturna en el laboratorio de geofísica. (Foto P. Herranz).

texto: Pablo Lozano

JUAN ACOSTA YEPES (ÁGUILAS, 1949), SE LICENCIÓ EN CIENCIAS GEOLÓGICAS POR LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID EN 1972 Y EL MISMO AÑO YA TRABAJABA PARA EL IEQ, INSTITUCIÓN EN LA QUE HA DESARROLLADO TODA SU CARRERA. DURANTE MÁS DE 30 AÑOS, JUAN ACOSTA SE HA DEDICADO A LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL MARGEN CONTINENTAL ESPAÑOL, HA ESTUDIADO LA GEOFÍSICA DE LA PLACA CARIBE E INVESTIGADO EL PATRIMONIO CULTURAL SUMERGIDO, ENTRE OTROS TEMAS. DE LAS 72 CAMPAÑAS EN LAS QUE HA PARTICIPADO, CABE DESTACAR LA QUE FUE PRIMERA DE ESPAÑA EN LA ANTÁRTIDA, CUYOS RESULTADOS LE PERMITIERON A NUESTRO PAÍS ENTRAR A FORMAR PARTE DEL TRATADO ANTÁRTICO Y A JUAN ACOSTA LIDERAR, UNOS AÑOS DESPUÉS, LA PRIMERA CAMPAÑA ANTÁRTICA DEL HESPÉRIDES.

¿CUÁL FUE SU primer contacto con las ciencias marinas?

Yo hice geología en la Universidad Complutense, y el último año, en el 71, me dio clase de geología marina un oceanógrafo del Instituto, Carlos Palomo. Por entonces no existían estudios ni de geología marina, ni de oceanografía, ni de ciencias del mar y lo cogí con muchísimo interés.

Después, cuando se estrenó el *Cornide de Saavedra*, el profesor hizo un sorteo entre los alumnos y me tocó ir en la primera campaña del barco, en el 72.

¿Cómo recuerda esa campaña?

Con muchísimo cariño. Fue la primera del barco, con unos equipos recién adquiridos que no sabíamos manejar y que unos italianos nos estaban enseñando cómo hacerlo. Éramos gente joven, muchos compañeros de la facultad y gente que ya estaba en el Instituto, como Carlos Palomo, Pedro Batlle, Guillermo Mateu, Jose Maria Gracia Morón... Lo pasamos muy bien.

¿Fue dura?

Si. La verdad es que no tuvimos mucha suerte. Era

Semana Santa del año 72 y estábamos estudiando el cañón submarino de Cap Bretón, en el golfo de Vizcaya. Nos hizo un tiempo bastante malo. Además de que me suelo marear en los primeros días de campaña si el tiempo está, me acuerdo que hacíamos guardias en un laboratorio bajo cubierta, que tenía unas ecosondas que registraban los datos en papel seco. El estilete cuando marcaba quemaba el papel y desprendía un humo negro corrosivo. Cada vez que tenía guardia me mareaba, me comía una manzana, subía a cubierta a vomitar y bajaba otra vez a la guardia, hasta que el humo tóxico aquel volvía hacer su efecto... Aparte de eso lo recuerdo con mucho cariño.

¿Cómo entró en el Instituto?

Después de esta campaña, me gustó tanto la experiencia que, nada más terminar, entré en el IEO como alumno libre, una figura que existía entonces. Además, tuve la suerte de que, en el mismo año 72, mi primer encargo fue irme de campaña en un barco americano, un barco de la NOAA que estaba investigando en Canarias.

¿Qué tal fue la experiencia?

Fue increíble. Una investigación de 40 días entre Cabo Verde y Canarias. Era un transecto desde cabo Hatteras, en la costa atlántica americana, hasta África, y estaba dirigida por Peter Rona, uno de los padres de la geología marina. Se estaba investigando, entre otras cosas, si las estructuras geológicas que propiciaron la formación de petróleo en el golfo de Méjico también aparecían en el Noroeste de África, ya que un día ambas regiones estuvieron unidas, antes de que se empezase a formar el océano Atlántico. Se comprobó que la mitad de la cuenca en la que se originó el petróleo, cuando los dos continentes estaban aún muy cerca, se encontraba al otro lado del Atlántico.

Por esa época se establecieron muchos convenios de colaboración entre el Instituto y EEUU lo que le permitió, a usted y a muchos compañeros, formarse en algunos de los principales centros oceanográficos del planeta. ¿Cómo fue esa experiencia?

Yo participé en el primer convenio de amistad hispano-norteamericano. Éste, y otros posteriores, fueron convenios que se firmaron en los 70 como compensación al establecimiento de las bases americanas en España. Gracias a ello, un grupo de seis o siete geólogos que estábamos en el Instituto, recién salidos de la Universidad, tuvimos un impulso enorme. El convenio incluía, por un lado, que los americanos nos regalaban unos equipos geofísicos muy buenos, y, por otro, nos daban la oportunidad de formarnos en centros oceanográficos de EEUU. Para mí, y para el resto, fue un paso de gigante. Estuvimos en la Woods Hole



2



3



4



5

| 2 | Pedro Herranz y Juan Acosta colaborando con el comandante médico de la armada Asis Fernández Riestra en un programa de investigación médica sobre asimilación del calcio en humanos en altas latitudes. B/O Las Palmas, Campaña 88-89. (Foto IEO). | 3 | Base Española Juan Carlos I en la Isla del Rey Jorge (Shetlands del Sur). Campaña Antártica 86-11 (Foto P. Herranz). | 4 | A bordo del Pescapuerta IV, navegando frente a las Sándwich del Sur. Campaña Antártica 86-11. (Foto P. Herranz). | 5 | Base Juan Carlos I. (Campaña 88-89). (Foto: A. Fernández Riestra).

HEMOS PASADO DE ESTUDIAR UNA HABITACIÓN A OSCURAS CON UNA PEQUEÑA LINTERNA A ENCENDER UN MONTÓN DE FOCOS Y OBSERVAR HASTA EL MÁS MÍNIMO DETALLE.

Oceanographic Institution, al sur de Boston, haciendo estancias de varios meses durante dos años, del 78 al 80. Allí nos dieron clase los padres de la geología marina, los pioneros a nivel mundial, y además trabajábamos con ellos. El convenio fue un impulso para la geología marina en España sin precedente.

En España no existía la geología marina ni prácticamente la oceanografía, ni a nivel académico ni de investigación, y llegas allí y era otro mundo. Una institución con cientos de científicos, con barcos, submarinos... Nos llevaban un gran adelanto en todos los sentidos.

¿Sigue existiendo hoy en día esa brecha?

Sigue existiendo, no podemos compararnos. Pero, lógicamente, se ha acortado muchísimo. El salto tecnológico y de personal, después de 30 años, ha sido enorme. Dentro del Instituto se avanzó mucho, primero con esos

equipos que nos facilitaron los americanos; después, otro salto enorme fue la entrada en funcionamiento del *Hespérides*, en el 92, que, en cuestiones de barcos, nos equiparó con el resto de países. A partir de ese año las publicaciones españolas en geología marina se dispararon. Hasta entonces era imposible competir.

¿Los nuevos barcos del IEO supondrán un nuevo salto?

Indudablemente. Hoy día España en cuanto a buques e instalaciones es puntera. Los nuevos buques, también los de la SGM que entraron en funcionamiento hace pocos años, el *Liropus*, un ROV que puede hacer fotografías y videos a 3.000 metros de profundidad... Ahora mismo tenemos un equipamiento que es la envidia de muchos países más desarrollados que nosotros, como Francia, Canadá, etc. No podemos quejarnos.

Sin embargo, tenemos un punto débil, y es que no hay personal. Los equipos de investigación desgraciadamente, desde hace tiempo y mucho más ahora con la crisis, tienen un déficit de incorporación de nuevos investigadores muy preocupante.

Sus investigaciones se han centrado en cartografiar los fondos marinos, en conocer lo que no podemos ver. ¿Qué es lo más interesante e impactante que se ha encontrado durante una campaña?



6

| 6 | Laboratorio de geofísica instalado a bordo del B/O Jafuda Cresques. Proyecto Carbal. Al sur de Menorca, Mayo, 1986. (Foto: J.R. de Andrés).

Cuando hacemos cartografías de fondos marinos, sobre todo desde que disponemos de barcos como el *Hespérides*, el *Vizconde de Eza* o el *Miguel Oliver*, que utilizan tecnologías de última generación capaces de ver el fondo como si fuese una foto aérea, siempre hay sorpresas. Me encanta ver los resultados, porque las zonas que hemos estudiado casi siempre han sido zonas desconocidas, al menos a ese nivel de detalle. Se habían hecho perfiles espaciados decenas de millas y poco más. En todos los proyectos en los que hemos participado utilizando estas técnicas siempre han aparecido cosas nuevas. En el proyecto que iniciamos en el 95 para cartografiar toda la Zona Económica Exclusiva Española, encontramos, por ejemplo, al sur de Mallorca, que había una zona con más de 100 pitones volcánicos desconocidos hasta entonces. En otros trabajos, más recientes, que hemos hecho con la SGM en la Patagonia, encontramos unos cañones submarinos de miles de kilómetros de largo, también desconocidos. La ilusión y la excitación que se tiene cuando vas a descubrir una cosa totalmente desconocida son muy grandes.

Una parte importante de su trabajo se ha centrado en el estudio de los fondos de la Antártida. ¿Cómo fueron esas campañas?

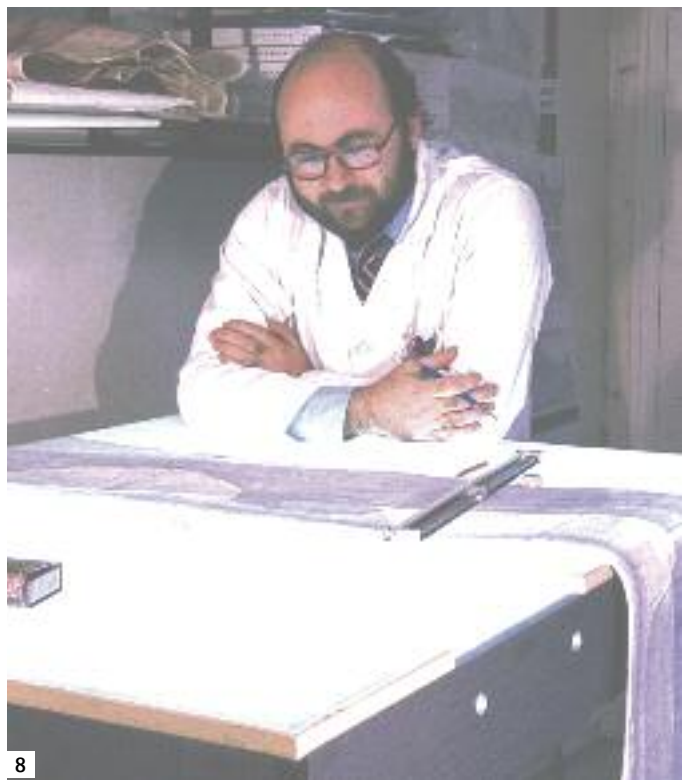
La primera fue espectacular, una campaña única que no se ha vuelto a repetir. Fue en el año 86, con dos barcos de pesca de altura alquilados por el Ministerio de Agricultura. En un barco iban biólogos, haciendo pescas experimentales para buscar posibles nuevos caladeros, y, por otra parte, íbamos el resto de oceanógrafos: los físicos, los químicos, geólogos... Fueron 80 días en los que recorrimos miles de millas, desde Ushuaia hasta las Sandwich del Sur. Estuvimos en zonas en las que no se ha vuelto a hacer ninguna investigación porque están muy alejadas, muy al este de la Antártida. Además, los resultados de aquella experiencia fueron importantísimos, porque permitieron al Instituto editar una monografía que le sirvió a España para entrar en el Tratado Antártico.

¿Qué papel tuvo el grupo de geología en esta campaña?

Nos llamaban los murciélagos, porque de día trabajaban los biólogos, los físicos... todos los que necesitaban luz para hacerlo. Y de noche nos tocaba a nosotros. Por un lado, apoyábamos a los biólogos diciéndoles dónde podían arrastrar sin estropear los artes y, por otro lado, realizábamos nuestras propias investigaciones. Hicimos algunos descubrimientos muy espectaculares. Por ejemplo, descubrimos que el estrecho de Bransfield, que separa la península antártica de las islas Shetland, era una zona de creación de corteza oceánica.



7



8

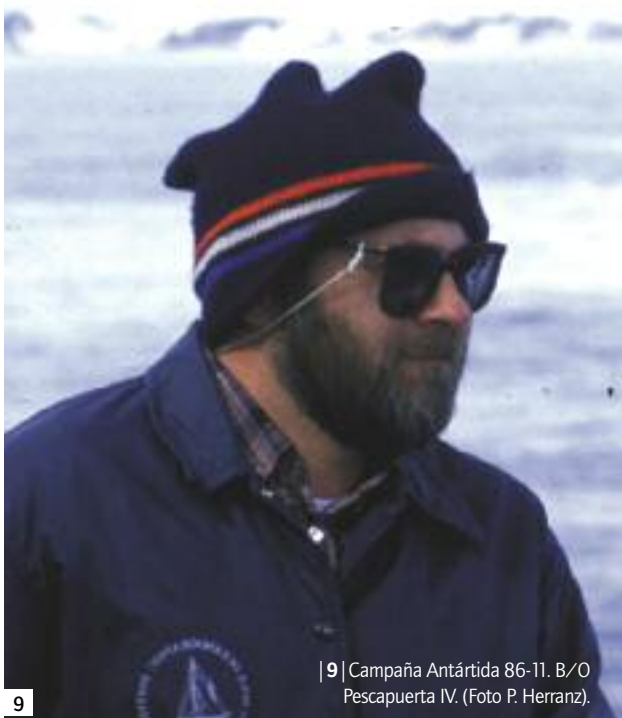
| 7 | Jose Luis Sanz y Juan Acosta trabajando en la biblioteca del IEO en C/ Alcalá 27 de Madrid en los años 70. (Foto J. Rey). | 8 | Estudio de perfiles sísmicos en Laboratorio del IEO, C/ Alcalá 27. (Foto J. Rey).

LA ILUSIÓN Y LA EXCITACIÓN QUE SE TIENE CUANDO VAS A DESCUBRIR UNA COSA TOTALMENTE DESCONOCIDA SON MUY GRANDES.

Poder descubrir las formas que se esconden debajo de la lámina de agua requiere tecnologías muy complejas y un despliegue muy importante. ¿Cómo ha evolucionado el estudio de los fondos marinos en los últimos años?

Ha dado un salto cuantitativo y cualitativo enorme. En los primeros años de nuestro equipo de geología, trabajábamos con una ecosonda muy primitiva que te daba la profundidad en la vertical del barco y ya está. El resto de equipos que usábamos, cuando teníamos que hacer un estudio de la morfología del fondo, los teníamos que cargar desde un almacén en camiones, subirlos a bordo, montarlos, ajustarlos... y siempre había problemas, sobre todo al comienzo, pues podían llevar más de tres meses parados. Un trabajo enorme que ahora no tienes que realizar con los nuevos barcos, que incorporan en su equipamiento fijo todas estas tecnologías.

Otro detalle importante, otro gran salto cualitativo en la investigación de la geología marina, fue la incorporación, a finales de los 80, del sistema de posicionamiento GPS. Esto ha permitido conocer la posición del buque con una precisión por debajo del metro, algo fundamental para la geología. Antes del GPS teníamos que montar nuestros propios equipos de posicionamiento con antenas, que colocábamos en faros o en la cima de algún monte en vértices geodésicos. Un trabajo muy duro.



9 | Campaña Antártida 86-11. B/O Pescapuerta IV. (Foto P. Herranz).

En definitiva hemos pasado de estudiar una habitación a oscuras con una pequeña linterna a encender un montón de focos y observar hasta el más mínimo detalle.

¿Cómo ve el futuro?, ¿podrán los satélites sustituir las campañas oceanográficas?

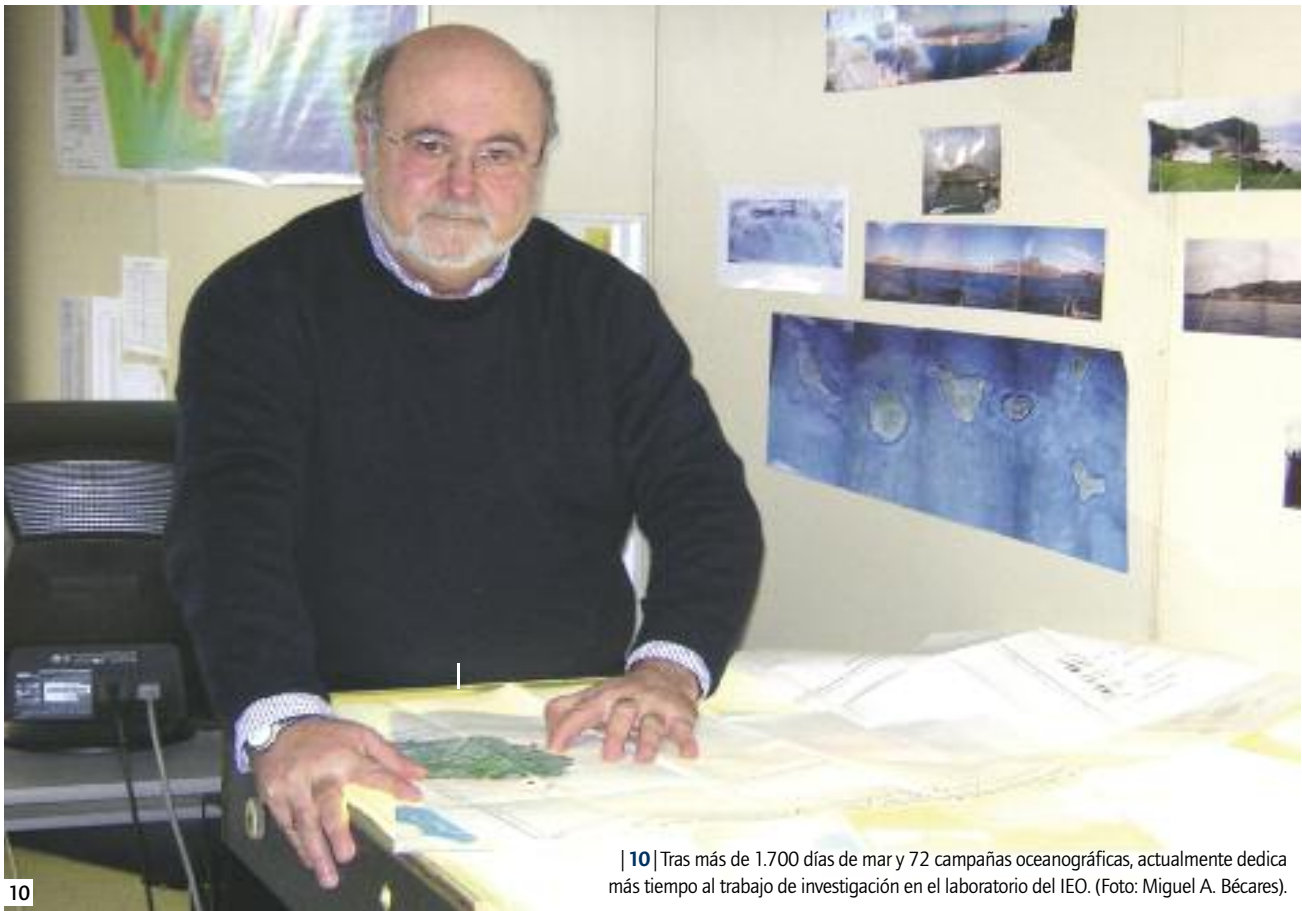
Sustituir no, porque el dato *in situ* es fundamental. Yo creo que la oceanografía en el futuro debe de apoyarse en la teledección por satélite, pero, sobre todo, en el uso de robots autónomos no tripulados capaces de sumergirse y obtener los datos y muestras necesarios como los AUV (Autonomous Underwater Vehicles) o los *Gliders*, y en otras tecnologías, como los nuevos UAV's (Unmanned Aircraft Vehicles), unos aviones no tripulados capaces de tomar datos tanto de la columna de agua, como de la superficie, como incluso del fondo marino. De momento sólo se conocen por sus aplicaciones militares, pero ya hay proyectos para utilizarlos en estudios científicos que no requerirán el soporte de un buque. El problema es que la oceanografía es una ciencia muy cara. Tomar una muestra a 6.000 metros de profundidad requiere de un despliegue técnico y humano casi comparable a la exploración de Marte o de la Luna, zonas que, por cierto, se conocen mejor que la mayoría de los fondos marinos.

En ciertas áreas del conocimiento, que encierran importantes intereses económicos, el desarrollo científico parece dirigido por el sector privado, ¿es el caso de la geología marina?

Efectivamente. La oceanografía en general, y principalmente la geología, tiene unas aplicaciones prácticas impresionantes, como la prospección de hidrocarburos en el mar, la extracción de diamantes de sedimentos, los nódulos polimetálicos, etc. Y estos enormes beneficios económicos, junto a la industria militar, han sido el motor de la mayor parte de la tecnología que utilizamos para la investigación.

¿Cree que estos intereses, por un lado económicos y por otro militares, han podido perjudicar a la investigación marina?

Tanto la industria, fundamentalmente la petrolera, como la marina de guerra han sido y son los motores de la tecnología que después aplicamos en las ciencias marinas. Esto puede tener sus inconvenientes. El GPS, por ejemplo, lo desarrolló EEUU con fines militares. Pasaron años hasta que se le pudo dar un uso civil y, además, fueron poco a poco habilitando una mayor precisión. Durante la Guerra del Golfo estabas en una campaña oceanográfica



| 10 | Tras más de 1.700 días de mar y 72 campañas oceanográficas, actualmente dedica más tiempo al trabajo de investigación en el laboratorio del IEO. (Foto: Miguel A. Bécares).

y de repente cortaban o reducían drásticamente la precisión del GPS y se echaba a perder todo el trabajo. Sin embargo una tecnología tan cara, sin estos intereses detrás, o no se hubiera desarrollado todavía o estaríamos inventando ahora la ecosonda.

Ha comentado en alguna ocasión que le hubiese gustado dedicarse a estudiar el patrimonio cultural sumergido. ¿Cómo le afecta a esta disciplina que la tecnología se desarrolle a mayor velocidad cuando existen unos intereses económicos importantes detrás?

Efectivamente, es un tema que me apasiona y por ello soy especialmente sensible a este problema. Sin duda, los que tienen la mejor tecnología a nivel mundial son las empresas cazatesoros, por llamarlos de algún modo. Y en España, concretamente, hemos tenido un caso especialmente sangrante, el del *Odyssey*. Esta empresa tiene robots submarinos capaces de trabajar hasta 6.000 metros, llevan los mejores sónares de profundidad que existen, los mejores magnetómetros, etc. Sólo les falla que son unos piratas, unos sinvergüenzas. Si esa tecnología se pusiese a disposición de instituciones científicas, o incluso de la Armada Española, con el fin de inventariar y proteger nuestro patrimonio cultural sumergido, sería espectacular. Pero no existen los medios, ni mate-

TOMAR UNA MUESTRA A 6.000 METROS DE PROFUNDIDAD REQUIERE DE UN DESPLIEGUE TÉCNICO Y HUMANO CASI COMPARABLE A LA EXPLORACIÓN DE MARTE O DE LA LUNA

riales ni personales, que permitan que ningún grupo de investigación pueda saber antes que los piratas dónde se encuentra el patrimonio sumergido.

Algunos expertos aseguran que sólo en el golfo de Cádiz deben de haber más de 800 pecios hundidos, ¿se trabaja lo suficiente por conocer y salvaguardar este patrimonio?

Es un problema económico, porque hace falta comprar unos equipos científicos carísimos y hay que contar con un personal científico-técnico muy especializado que, aunque existen en España, habría que dedicarlo a eso. También existe un problema de prioridades políticas. Ahora estamos como estamos, pero en momentos en que la economía ha ido mejor tenía que haber habido voluntad de estudiar esto en serio y proteger el patrimonio.●

LOS PIONEROS DEL ÍNDICO



| 1 | La cubierta del *Bahía de Santoña*, llena de túnidos después de una abundante captura en noviembre de 1981

SE CUMPLEN 30 AÑOS DEL HALLAZGO DE UNO DE LOS CALADEROS DE TÚNIDOS MÁS IMPORTANTES DEL PLANETA.



En junio de 1981, dos barcos cañeros españoles cambiaron el Atlántico por el Índico en busca de nuevos caladeros y, donde anteriores expediciones fracasaron, ellos localizaron uno de los caladeros más productivos del mundo. Dos años después, España y Seychelles ya habían firmado su primer acuerdo de pesca y en 1984 llegarían los primeros cerqueros españoles. Hoy en día son más de 50 los grandes buques de numerosos países que faenan en estas aguas, donde se han llegado a obtener 400.000 toneladas en años recientes.

EN 1977, la ampliación de las aguas territoriales de los países de la Comunidad Económica Europea, organización en la que España no ingresaría hasta 1986, trajo consecuencias negativas para el sector pesquero español, que se vio forzado a buscar nuevos caladeros.

Uno de los lugares elegidos por la Administración española para la búsqueda de nuevos caladeros de túnidos fue el océano Índico occidental, para lo cual la entonces Subsecretaría de Pesca Marítima (SPM), dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y liderada por Miguel de Aldasoro, contrató a dos pequeños cañeros españoles que, en mayo de 1981, emprenderían un largo viaje desde España hasta Seychelles, donde estuvieron diez meses buscando atunes en aguas de este país.

texto Pablo Lozano. **fotografías** José Luis Cort (IEO, Santander)

El presente artículo se ha elaborado a partir del trabajo 'Pioneros del Índico', escrito por Jose Luis Cort, Javier Ariz y Alicia Delgado (IEO, Canarias), con motivo del 30 aniversario de las primeras campañas españolas de prospección en el Índico.



| 2 | Actividades de pesca con caña y cebo vivo.

Las experiencias previas no eran muy halagüeñas. A finales de los 70 un cañero francés llevó a cabo una prospección en esas mismas aguas sin éxito. Por diversas razones, entre ellas la falta de cebo vivo apropiado, los resultados no fueron los esperados. Lo mismo ocurrió en experiencias similares de barcos de Seychelles.

Sin embargo, España confiaba en la potencialidad de esta zona y, tras visitar las islas, y conocer de primera mano los problemas que los barcos franceses y seychelloises afrontaban, se decidió a mandar su propia expedición.

Así, con esta confianza, zarparon de Algeciras un 20 de mayo de 1981 rumbo a Seychelles los cañeros *Nuevo Madre del Cantábrico* y *Bahía de Santoña*, con 18 y 14 tripulantes respectivamente. Casi 40 días después, tras haber recorrido más de 5.000 millas náuticas, la expedición llegó al puerto de Victoria, después de superar el infernal calor del mar Rojo y los vientos huracanados del Índico, que les mantuvieron seis días refugiados en las costas de Somalia.

En Seychelles se uniría a la expedición José Luis Cort, investigador del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y responsable científico de esta aventura.

UN 20 DE MAYO DE 1981 ZARPARON DE ALGECIRAS RUMBO A SEYCHELLES LOS CAÑEROS 'NUEVO MADRE DEL CANTÁBRICO' Y 'BAHÍA DE SANTOÑA', CON 18 Y 14 TRIPULANTES RESPECTIVAMENTE

En busca del cebo

Tras un pequeño descanso después del largo viaje, las tripulaciones de los cañeros comenzaron los preparativos de la campaña de prospección.

Así, a principios de julio de 1981, empezaba la primera fase de la expedición. Las tripulaciones tenían mucha experiencia en la pesca de pequeños pelágicos y túnidos en el océano Atlántico. Pero en esta ocasión, se enfrentaban a una pesquería totalmente desconocida, y el primer reto era encontrar con rapidez el cebo apropiado para estos atunes, desconocido para ellos.

Los primeros intentos de pescar cebo vivo se hicieron de noche en la ensenada North West Bay, en la isla de Mahé. Los resultados no fueron muy buenos, ya que el cebo que encontraban era demasiado grande. Se trataba de la caballa del Índico (*Rastrelliger kanagurta*), sardina de Francia (*Sardinella sirm*) y caballa de ojo grande (*Selar crumenophthalmus*). Los pescadores españoles estaban convencidos que en algún lugar de la plataforma de la isla de Mahé había chicharro (*Decapterus macrosoma*), un cebo que consideraban ideal para la pesca de los túnidos. Habían visto a estos peces entre las redes de un arrastrero en el puerto de Victoria y confiaban en que tarde o temprano lo encontrarían.

Con el cebo capturado los primeros días se hicieron los primeros viajes a los taludes de Mahé, pero se capturaron muy pocos atunes con ese cebo tan grande.

En esos primeros viajes se detectaban muchos bancos de atún, aunque no parecían tener mucho apetito. Los pescadores presagiaban que, cuando el tiempo se calmase y la temperatura del mar aumentase, a medida que avanzaba la época monzónica, la pesca sería mucho mejor.

Los tres primeros meses de campaña, que coincidieron con el monzón del suroeste, los resultados fueron muy pobres. Se obtuvieron poco más de 140 toneladas, el 23% de lo que se capturaría en los 10 meses de prospección. Las especies capturadas eran el rabil (*Thunnus albacares*) y el listado (*Katsuwonus pelamis*)

El comienzo del éxito

El 12 de julio, a pocas millas al oeste de la isla de Mahé, los cañeros españoles encontraron al escurridizo chicharro, y hasta casi el final de la campaña, siete meses después, tuvieron la fortuna de no faltarles el preciado cebo.

El hallazgo coincidió con la mejora de las condiciones climáticas y significó el comienzo de la fase más productiva de toda la campaña. Con las calmas intermonzónicas (octubre-noviembre), los barcos salían al mar con regularidad y acompañados del cebo vivo de la mejor calidad. Además, la temperatura del agua aumentó varios grados y todo ello propició que en tres meses se obtuviera el 70% de la captura lograda en toda la expedición: 425 toneladas de atún.

Si las infraestructuras del puerto de Victoria hubieran sido mejores, las capturas hubiesen sido mucho mayores. En aquella época la cámara de congelación del puerto sólo tenía capacidad para congelar 14 toneladas al día, razón por la que los barcos llegaron a permanecer hasta cinco días en el puerto para descargar sus capturas.

Los cañeros salían al mar y en cuestión de tres o cua-

tro días regresaban con las neveras llenas de atunes, unas 30 o 35 toneladas.

La noticia corrió como la pólvora y en cosa de dos meses llegaba el primer cerquero congelador francés.

Un final amargo

La última fase de la prospección, de enero a marzo de 1982, fue toda una sucesión de contratiempos cuyo resultado se tradujo en unas capturas muy pequeñas, poco más de 40 toneladas. Las embarcaciones, sobre todo el *Madre del Cantábrico*, padecieron numerosas corrosiones como consecuencia de la acción galvánica, que es más acusada en las aguas tropicales que en las templadas. Los pesqueros requerían un mantenimiento en el dique seco que no era posible con las condiciones del puerto de Victoria por aquel entonces.



|3| Recorte de la prensa local que se hacía eco del primer acuerdo de pesca España-Seychelles.

El *Bahía de Santoña*, que padeció menos estas averías, pudo hacer más prospecciones, pero un factor adicional, éste de índole biológico, se sumó a la sucesión de acontecimientos: el chicharro (*Decapterus macrosoma*), después de siete meses, desapareció de sus lugares habituales.

El tiempo se acababa y pronto los barcos debían volver a España. Con todo en contra, el *Bahía de Santoña*, en solitario, se aventuró a explorar una última zona antes de emprender el largo viaje de vuelta. Tras varios días infructuosos haciendo cebo, el 19 de marzo de 1981 el *Bahía de Santoña* partió hacia el atolón de Aldabra, a 1.200 km al sur de puerto Victoria, con media carga de las poco apropiadas sardinas y caballas que utilizaron al comienzo de la campaña.

A pesar de todo, durante los siete días de prospección se obtuvieron numerosos datos y observaciones de mucho interés. En este último viaje la expedición contó con el científico de Seychelles, Joel Nageon, el cual, en representación del Gobierno de su país, llevó a la tripulación a visitar el mítico atolón que hizo famoso al explorador francés Jaques Yves Cousteau en los años 50. Un fantástico premio para acabar la aventura.

Trabajo científico

El investigador del IEO José Luis Cort, responsable de la elaboración del informe científico de la expedición, salía al mar con los pesqueros la mayor parte del tiempo. Además se encargaba de organizar una red de información mediante cuadernos de bitácora en los que se registraban todas las incidencias relacionadas con la pesca, así como datos climáticos y de la temperatura superficial del agua mediante termómetros electrónicos. Se tomaban datos biológicos de las pescas, muestreando las capturas tanto a bordo como en el puerto durante las descargas. De especial interés resultaron los primeros datos relacionados con la búsqueda y captura del cebo vivo. En el informe se registró hasta el último detalle: especies de cebo encontradas, lugares y fechas de las capturas, datos biológicos y de su comportamiento de las mismas, informaciones sobre la adaptación y supervivencia en los viveros y su utilidad o no para la pesca de los atunes. Un trabajo muy exhaustivo de una utilidad enorme.

Como no podía ser de otra forma, en el informe también se detallaron, con igual precisión, los datos derivados de la pesca del atún. Durante toda la campaña se



- |4| José Luis Cort muestreando a bordo durante una campaña.
- |5| Desembarcando las capturas en el puerto de Victoria.
- |6| José Luis Cort procesando los datos a bordo del *Bahía de Santoña*.
- |7| El cañero español *Nueva Madre del Cantábrico*.
- |8| Un pescador izando un atún a cubierta.



hicieron observaciones, recogida de muestras y muestreos biológicos de rabil que permitieron obtener un censo de las capturas por grupo de edad.

El intento de desarrollar la pesca local

A la vista de los resultados de la campaña de prospección española, un grupo de científicos seychelloises trataron de impulsar la idea de que Seychelles debía desarrollar la pesca del atún con caña. El Ministerio de Planificación y Desarrollo de Seychelles llegó incluso a barajar la posibilidad de comprar los dos cañeros españoles, para empezar así una nueva actividad dirigida a los pescadores locales. Este proyecto no fructificó y lo que se desarrolló finalmente en Seychelles fue la pesca industrial de cerco.

El primer acuerdo de pesca Seychelles-España

Dos meses después de concluir la campaña de prospección española, lo hacía la del cerquero francés Yves de Kerguelen, con resultados también muy positivos.

Seychelles alcanzó rápidamente un acuerdo con la Asociación Francesa de Atuneros Congeladores y, en octubre de 1982, ya había cuatro cerqueros faenando en la zona que llevarían a cabo otra prospección durante un año con resultados también muy positivos. Se confirma-

ba una vez más la abundancia de túnidos en esta parte del Índico y, a la vista de estos acontecimientos, las autoridades pesqueras españolas, lideradas entonces por el secretario general de Pesca Marítima, Miguel Oliver Massutí, se movilizaron para firmar un acuerdo de pesca de túnidos con el gobierno de Seychelles. En octubre de 1983, tras varios días de intensas conversaciones, se llegó a un pacto que concluyó con la firma del primer Acuerdo de Pesca entre los gobiernos de Seychelles y España, lo que permitió faenar en el Índico a quince atuneros cerqueros.

Para llevar a cabo el seguimiento científico de la pesquería, la Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) de España confió de nuevo en el biólogo del IEO, José Luis Cort. El trabajo en esta ocasión fue mucho más complicado que el que tuvo que hacerse durante la campaña de prospección de los cañeros, habida cuenta de que la flota atunera congeladora genera una cantidad de datos e información sujeta a control muchísimo mayor que la de los pequeños cañeros.

Durante el primer año de experiencia de los cerqueros españoles, se situaron al este, dentro y fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Seychelles. Más adelante, los atuneros prospectaron nuevas zonas en donde obtuvieron muy buenos resultados, tal es el caso de la zona

|9| El puerto de Victoria, capital de Seychelles, en 1981.

|10| Mapa de la Zona Económica Exclusiva de Seychelles, zona que se prospectó durante la campaña.



DESDE LA LLEGADA DE LOS PRIMEROS ATUNEROS ESPAÑOLES AL ÍNDICO, EL VOLUMEN DE LAS CAPTURAS HA IDO CRECIENDO CADA AÑO HASTA ALCANZAR SU MÁXIMO EN 2006, CON MÁS DE 400.000 TONELADAS DE ATÚN

situada frente a las costas de Kenya en donde pescaron durante los meses de mayo y junio de 1984.

En los meses que duró el monzón del sudoeste la flota permaneció dentro de la ZEE de Seychelles, pero cuando cesaron los vientos se desplazaron a las costas de Somalia, donde se consiguieron unas capturas espectaculares, fundamentalmente sobre objetos flotantes que concentran gran cantidad de atún.

Treinta años después

Desde la llegada de los primeros atuneros cerqueros españoles al océano Índico, el volumen de las capturas fue creciendo cada año hasta alcanzar su máximo en 2006, año en que se obtuvieron más de 400.000 toneladas de atún. Desde entonces, debido a la piratería, la actividad se ha reducido considerablemente. Los últimos



datos son de 2009, año en el que, por razones de seguridad, se paralizaron las labores de observación. Ese año se capturaron algo más de 200.000 toneladas.

Pese a esta reducción, el caladero del Índico, que va desde el norte de Somalia hasta Mozambique, sigue siendo uno de los más importantes del mundo.

Durante años existió un trasiego de barcos que faenaban en el Atlántico y el Índico. Pero, poco a poco, las flotas se fueron asentando en un único caladero y en la actualidad prácticamente no existen barcos que faenen en los dos océanos en un mismo año.

Con el paso del tiempo, las unidades más grandes, así como las nuevas embarcaciones construidas, se han ido estableciendo en el océano Índico, y los barcos más antiguos y pequeños han permanecido en el Atlántico.

Dadas las actuales medidas de ordenación pesquera,

es difícil que la flota cerquera española crezca en un futuro. Este hecho ha supuesto que varios armadores hayan recurrido a la exportación de buques o a la construcción de nuevas unidades que, aunque con intereses españoles, faenan bajo otros pabellones. Con el paso del tiempo, estos barcos han ido confluyendo hacia el pabellón de Seychelles, con lo cual la flota seychelloise de cerco ha ido en aumento, pasando a ser en la actualidad la tercera en importancia en el océano Índico.

La flota española pasó de 12 cerqueros en 1984, a 20 unidades en 2009. Pero no sólo ha crecido el número de unidades, también lo ha hecho la capacidad de transporte de estos buques, pasando, en el mismo periodo de tiempo, de 5.300 toneladas a más de 29.000.

La especie dominante en las capturas es el listado, seguida del rabil y, por último, del patudo (*Thunnus obesus*).

Desde los comienzos de la pesquería de cerco del Índico se ha alternado la pesca sobre banco libre con la de objetos flotantes artificiales. La primera consiste simplemente en buscar, perseguir y capturar los atunes, mientras la segunda es una técnica que se basa en la tendencia que los atunes tienen a concentrarse en grupos bajo cualquier cuerpo que flote en la superficie. Esta técnica, que algunos años ha supuesto casi el 80% de la captura total, reduce notablemente el trabajo pero acarrea algunos problemas. Los científicos no tienen muy claro a qué se debe este comportamiento, pero lo que sí saben es que, en su gran mayoría, los ejemplares que tienden a agregarse son los más jóvenes, frecuentemente inmaduros. Las tres especies principales de túnidos tropicales que se capturan en el Índico son aparentemente muy similares; sin embargo, les diferencian características fundamentales que dificultan mucho su correcta gestión. Mientras que el listado no suelen alcanzar los 30 kilogramos, el rabil y el patudo superan los 200. Esto significa que estos últimos tienen ciclos de vida más largos, alcanzan la edad de maduración más tarde y viven bastantes más años. Durante la pesca con objetos flotantes suelen capturar-se ejemplares jóvenes de rabil y patudo y en ocasiones, gracias o por culpa de su parecido, se declaran como listados adultos. Además, esta técnica de pesca provoca unas capturas accesorias mayores.

Algunos de los barcos de apoyo se dedican a la vigilancia continua de los montes submarinos que existen en la zona. Se anclan al fondo, esperan a que el cardumen se agregue y avisan al pesquero para que recoja la captura. El más productivo de estos bancos, llamado Coco de Mer, tiene desde hace algunos años dos barcos fondeados.



| 11 |, | 12 | y | 13 | Actividades de pesca con caña y cebo vivo.

Seguimiento e investigación

Desde el comienzo de esta pesquería, en el año 1984, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y la entonces Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) fueron conscientes de la importancia de la misma y de la necesidad de realizar un seguimiento científico y estadístico. Para ello, el IEO dedicó parte de sus recursos humanos a la realización de diferentes programas de investigación y al seguimiento de los datos de captura por especie que los patrones cumplimentaban en cuadernos de pesca diseñados por el IEO con esta finalidad.

Un análisis realizado al comienzo de la pesquería mos-



| 14 | Barco cerquero faenando en el Índico

tró que había un sesgo en la composición específica facilitada en los libros de bitácora. Este sesgo consistía en la declaración de rabil y patudo pequeño como listado. Durante 1996 y 1997, un proyecto europeo de investigación a gran escala, llamado ET y coordinado por el IEO y el ORSTOM, tuvo como objetivo el análisis del esquema de muestreo de túnidos tropicales. Como resultado de dicho proyecto surgió un nuevo procedimiento de muestreo que mejoraba su precisión y que empezó a implementarse en 1999.

Desde el inicio de los acuerdos de pesca, la Secretaría General de Pesca Marítima, hoy Secretaria General del Mar (SGM), ha mantenido una Oficina Española de Pesca en el puerto de Victoria desde la cual se realizan todos aquellos trabajos que demanda la SGM, además de cumplir con las tareas que establece el IEO.

Para ordenar los recursos pesqueros del océano Índico se constituyó, bajo la supervisión de la FAO, la Comisión Atunera del Océano Índico (IOTC-CTOI, en sus siglas en inglés y francés respectivamente).

En esta Comisión, de la que es miembro la Unión Europea, los científicos españoles y franceses participan activamente en los diversos Grupos de Trabajo existentes, así como en las diversas reuniones del Comité Científico.

Como todas las Organizaciones Regionales de Pesca, la IOTC-CTOI ha ido incrementando su actividad, creándose en el seno de la misma diversos grupos de trabajo que realizan las distintas labores de investigación que le son encomendadas por la Comisión. Entre ellos, cabe mencionar el de túnidos tropicales (WGTT), el de peces con espada (WGB), el de túnidos templados, túnidos neríticos y, el más reciente, sobre capturas accesorias (GTBy).

El Comité Científico se reúne anualmente para analizar las propuestas y evaluaciones de los distintos grupos de trabajo. Elaboran su informe anual y proponen las diversas medidas que se consideren oportunas a la Comisión, que generalmente realiza su reunión anual tras la del Comité Científico.

El IEO tiene distribuidos, para recabar información básica, cuadernos de pesca en todos los barcos que operan en aquel caladero, tanto cerqueros como palangreros y, además, desarrolla programas de observadores a bordo en ambas flotas que proporcionan numerosa y valiosa información biológica y pesquera.

Otras actividades de investigación, que desarrolla o ha desarrollado el IEO en aguas del Índico, son las acciones piloto, actividades en las que participa la industria pesquera, la SGM y el IEO. Recientemente han finalizado dos acciones piloto, una empleando cerqueros y embarcaciones de apoyo y otra con buques palangreros.

| 15 | El cañero español Bahía de Santoña.



15

El objetivo principal de la primera acción piloto citada fue avanzar en la mejora de la modalidad de pesca al cerco sobre objetos flotantes, en lo que a impacto sobre los stocks de las especies más sensibles (patudo y rabil) y ecosistema se refiere. Para ello se experimentó con distintos prototipos de objetos flotantes artificiales y se estudió su comportamiento, con el propósito de encontrar una tipología que proporcionara menores capturas accesorias, especialmente enfocadas a las tortugas marinas. El otro objetivo del estudio fue establecer criterios que permitieran reducir las capturas de tñidos tropicales juveniles (rabil y, fundamentalmente, patudo) en base a la selectividad acústica.

La segunda acción piloto consistió en el empleo de anzuelos circulares y diversos tipos de cebo con objeto de estudiar el impacto de los mismos en la captura accidental de tortugas en las pesquerías de palangre.

España ha mantenido acuerdos de pesca con Seychelles desde el inicio de las actividades de sus buques en el océano Índico. La ampliación del área de actuación de las

flotas de cerco ha sido posible gracias a nuevos acuerdos con muchos otros países ribereños. Hasta 12 acuerdos permanecen vigentes en la actualidad con Mauricio, Reunión, Madagascar, Mayotte, Comores, Mozambique, Somalia, Kenia, Tanzania, Maldivas y Chagos, además de Seychelles.

También con el paso del tiempo, en los mismos se han ido incluyendo, además de las flotas de cerco de pabellón europeo, barcos palangreros que tienen como especie objetivo el pez espada.

Treinta años después del hallazgo de los cañeros españoles, el caladero del Índico continúa siendo uno de los más productivos del planeta. Algunos stocks empiezan a mostrar síntomas de sobreexplotación, algunas técnicas presentan características dañinas para algunas especies y a veces las prácticas que se llevan a cabo no son las más adecuadas. Sin embargo, desde hace tiempo, pescadores, autoridades y expertos trabajan en el mismo sentido: que la actividad sea sostenible y el ecosistema perdure en el tiempo. ●

COMIENZA LA BÚSQUEDA DEL TIBURÓN SOLRAYO EN LAS COSTAS DE EL HIERRO

Cuando llega el verano, este desconocido escualo abandona las profundidades para alumbrar a sus crías en aguas someras, una oportunidad única para conocer un poco más sobre este tiburón que llega a superar los cuatro metros de longitud.

texto: Pablo Lozano. fotos: Francis Pérez





DESDE QUE el verano pasado el fotógrafo canario Francis Pérez realizara la mejor y más larga observación que nunca se haya hecho del tiburón solrayo (*Odontaspis ferox*), el investigador del Centro Oceanográfico de Canarias del Instituto Español de Oceanografía (IEO) Pedro J. Pascual Alayón prepara el seguimiento de esta enigmática especie, que desde hace cinco años se viene observando en la Reserva Marina del Mar de las Calmas en la isla de El Hierro. El pasado verano, los días 7 y 8 de agosto, se avistó, por quinto año consecutivo, al enigmático tiburón solrayo en las costas de El Hierro, y el fotógrafo submarino Francis Pérez pudo realizar la mejor ob-

servación realizada hasta la fecha en todo el mundo. Este desconocido tiburón, incluido en la lista roja de la UICN en situación vulnerable, se piensa que habita a profundidades entre 400 y 1.000 metros y que, sólo las hembras, cada dos años, emergen a aguas costeras para alumbrar a sus crías. Hasta que en 1999 se observara al solrayo en las costas de la isla colombiana de Malpelo, jamás se le había observado vivo. “Su presencia generó una avalancha de buceadores que querían ver y filmar al animal”, explica Pascual. “Al principio era muy manso, dejándose incluso tocar, y, ahora, en cuanto detecta a un submarinista huye, y ya no se deja ver desde hace algunos años”, añade.



LOS AVISTAMIENTOS
DEL SOLRAYO EN LA
ISLA DE EL HIERRO
COINCIDEN CON EL
MOMENTO MÁS
DELICADO DE LA
ESPECIE: EL
ALUMBRAMIENTO
DE SUS CRÍAS

En El Hierro se observaron por primera vez en 2006 y desde entonces han aparecido cada verano. Sin embargo, la especie ya había sido citada en aguas canarias. Los pescadores lo conocen como sarda. Se han registrado varias capturas accidentales de esta especie, especialmente en las islas occidentales, donde existe un talud pronunciado y rocoso. Estas capturas se producen normalmente en profundidades en torno a los 500 metros de profundidad, junto al talud insular o en montañas submarinas. Los ejemplares de mayor tamaño superan los cuatro metros y llegan a pesar más de 400 kilogramos.

Los avistamientos del solrayo en la isla de El Hierro coinciden con el momento más delicado de la especie: el alumbramiento de sus crías. “El solrayo es una especie con un crecimiento muy lento. Puede llegar a vivir más de 40 años, su reproducción es bianual y cada hembra se cree que alumbró dos ejemplares en cada ocasión, lo que hace todavía más delicado el momento”, subraya Pascual.

Lo ocurrido en Malpelo pone de manifiesto el estrés que el buceo puede llegar a causar a esta enigmática especie. “En El Hierro podría llegar a pasar lo mismo si no se gestiona y temporaliza la actividad”, advierte Pascual. En la actualidad, no hay otro lugar en el mundo donde se pueda observar al solrayo y es importante no perder la oportunidad de conocer un poco mejor a esta especie. Pascual propone que “se debería establecer un tiempo máximo de observación, hacer cupos y ponerse en lista de espera para bucear en esta zona”.

Los trabajos científicos que se realizaron en Malpelo evidencian la velocidad con la que la especie puede desaparecer de una zona concreta. “Entre enero de 1999 y abril de 2002 se identificaron 18 individuos diferentes gracias a las marcas y manchas de sus aletas, en su mayoría hembras de cuatro metros de largo (...)

En ningún momento se mostraron agresivos ante el disparo durante la toma de la biopsia. No obstante, en el transcurso del año 2002-2003, se ha observado un cambio en el comportamiento, ya que al sentir la presencia de los buzos, estos se alejan sin ni siquiera acercarse por curiosidad”. Después de ese año no se ha vuelto a observar al tiburón solrayo en la isla colombiana

REPRODUCCIÓN

El solrayo tiene una estrategia reproductiva curiosa. Al contrario que la mayoría de peces, este tiburón produce muy poca descendencia, pero esta es autónoma desde que nace. El solrayo es un animal ovovivíparo, es decir, sus crías nacen de un huevo pero éste se desarrolla y eclosiona en el vientre materno. Además, los embriones practican la adelfofagia o canibalismo intrauterino, esto significa que el mayor de la camada se alimenta de sus hermanos en las últimas fases del desarrollo. El ejemplar superviviente puede llegar a medir más de un metro tras el parto.

Las camadas de esta especie como máximo son de dos embriones por madre. Estos bajos índices de reproducción concuerdan con la gran longevidad de estos animales, que pueden vivir más de 40 años, y con la edad de maduración sexual tan tardía que tienen, superior a 10. Estas características confieren a esta especie una fragilidad extrema y difi-



cultan el mantenimiento de sus poblaciones en niveles seguros de supervivencia.

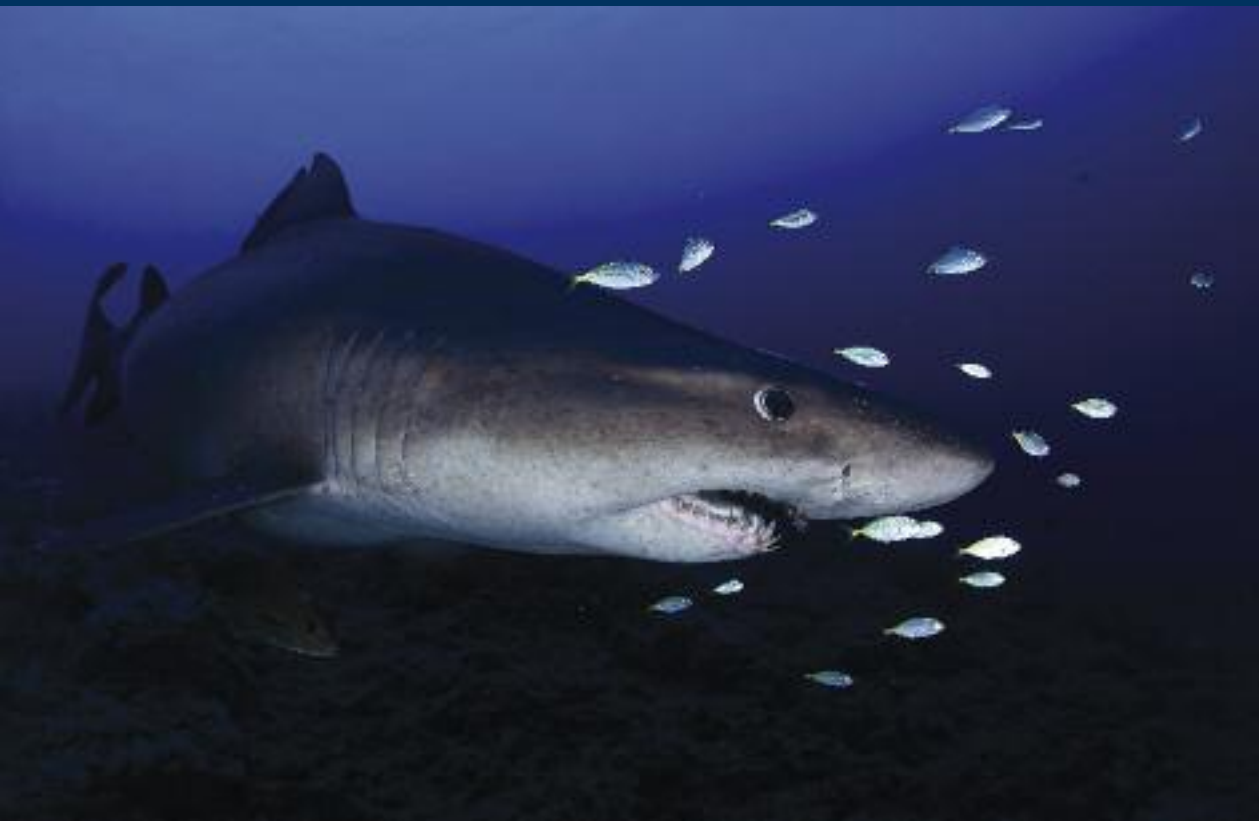
El alumbramiento nunca se ha observado y, según Pascual, sería “espectacular” si pudiese filmarse ese momento. La mayoría de especies de tiburón comparten la misma estrategia: no paren donde viven. No se sabe muy bien por qué, aunque la hipótesis más aceptada es que de esta forma evitan la depredación por parte de otros tiburones de su especie.

Lo poco que se conoce sobre la biología del solrayo es en gran medida por la extrapolación del conocimiento que se tiene de un pariente cercano: el tiburón toro (*Carcharhinus taurus*). Esta especie es bastante común en los acuarios de todo el mundo, donde se ha logrado su reproducción.

DISTRIBUCIÓN

El conocimiento directo que se tiene del solrayo es en su mayoría fruto de las capturas accidentales. Sólo se han registrado capturas mediante aparejos colocados cerca o sobre el fondo marino, nunca mediante palangres de superficie o media agua, por lo que puede deducirse que se trata de una especie demersal y no pelágica como sus parientes los lámnidos (marrajos y zorros).

En el año 2001 se capturó en la costa norte de la isla de Tenerife, a casi 800 metros de profundidad, un ejemplar de gran talla y, en 2010, de nuevo un pescador deportivo dio con otro solrayo en la misma zona, esta vez a 500 metros de profundidad.



EL TIBURON SOLRAYO SE ENCUENTRA EN AGUAS CÁLIDAS Y TROPICALES PROFUNDAS. AUNQUE SE HA CITADO EN TODOS LOS OCEANOS DEL MUNDO

Además, ese mismo año, un submarinista pudo observar y fotografiar a un ejemplar vivo en la costa sureste de la isla. En la isla submarina de Endeavour, situada al sur de la isla de El Hierro, se capturaron cinco ejemplares sólo en 2002, a los que hay que sumar otro más en Dacia, otra isla submarina al norte de Lanzarote.

Esto hace pensar, tal y como dicen algunos autores (Brito, 1991), que es una especie bastante frecuente en las islas Canarias. Sin embargo, su distribución mundial es menos conocida. Se han registrado algunas observaciones en isla Europa (en el canal de Mozambique), donde se ha podido ver un ejemplar vivo, y también en la costa de Líbano, además de los avistamientos antes mencionados de la isla colombiana de Malpelo. En general se encuentra en aguas cálidas y tropicales profundas. Se ha citado en todos los océanos del mundo pero con poblaciones muy concentradas, localizadas en zonas con desniveles o taludes pronunciados de islas o continentes.

SEGUIMIENTO

Pedro J. Pascual, experto en tiburones, ha escrito varios libros sobre estos animales y, en la actualidad, ultima detalles de un tratado sobre tiburones y rayas presentes en las aguas del Atlántico Norte, que saldrá pronto publicado.

Pascual no quiere perder la oportunidad única de estudiar al solrayo y, pese a las dificultades económicas para llevar a cabo este proyecto, está preparando el seguimiento del esqualo ante su posible llegada a las costas de El Hierro.

En primer lugar, la idea es continuar con la identificación de los ejemplares de la población herreña de esta especie, gracias a las excepcionales fotos y filmaciones que realizó el fotógrafo Francis Pérez el pasado verano. Tratará, junto al fotógrafo, de observar el alumbramiento, estudiar la temporalidad reproductiva y demostrar que, tal como se cree, ésta se produce de forma bianual.

En una segunda fase de estos estudios, se intentarán marcar los ejemplares avistados con sensores de temperatura y profundidad. Estos instrumentos ofrecen un registro continuo de información que permite definir el hábitat del animal.

“Lo principal del proyecto, y la idea que ha de acompañar todas sus acciones, es concienciar a la gente, y transmitir la idea de que los tiburones no son enemigos peligrosos y difundir un mensaje claro e inequívoco que fomente su protección y conservación”, apunta Pascual.

“El estudio debería dar lugar a una serie de consejos de gestión para las autoridades de El Hierro y la Reserva Marina para que esto se gestione bien y no se produzca un circo mediático, como pasó con el mero Pancho”. •



La oceanografía física en el Mediterráneo español, desde 1907

El interés por el conocimiento del mar ha estado presente en todas las épocas, adquiriendo relevancia a medida que la humanidad fue descubriendo en él la respuesta a muchos de sus problemas, ya sea como vía de comunicación o fuente de recursos. En un principio, el interés científico estuvo centrado casi exclusivamente en el estudio de la vida en el mar y fue a partir de finales del siglo XIX y a principios del XX, coincidiendo con el desarrollo industrial y tecnológico europeo, cuando se empezó a mostrar interés por aspectos físico-químicos, al poder estudiarlos de manera continuada y sistemática gracias a las nuevas técnicas.

texto José Luis López-Jurado, oceanógrafo físico del Centro Oceanográfico del IEO de Baleares

| 1 | Botella tipo Richard con termómetros de inversión para toma de muestras de agua y temperatura a profundidades determinadas, operada desde el buque *Vasco Nuñez de Balboa* en la bahía de Palma de Mallorca en 1914.

| 2 | Botellas de Knudsen mostrando la posición de abierta (izquierda) y tras el posterior cierre con el mensajero (Fuente: J. Pérez-Rubín, IEO-Málaga).

LA OCEANOGRAFÍA es la ciencia que recoge ese interés a través del estudio de los procesos que se producen en el océano y sus complejas conexiones. Se puede considerar como punto de arranque de la oceanografía moderna las expediciones científicas del *Challenger* (1872-76) y la del *Gazelle* (1874-76), a partir de las cuales se obtuvo una primera descripción general de las condiciones físicas y biológicas de las aguas y fondo de los mares a nivel global.

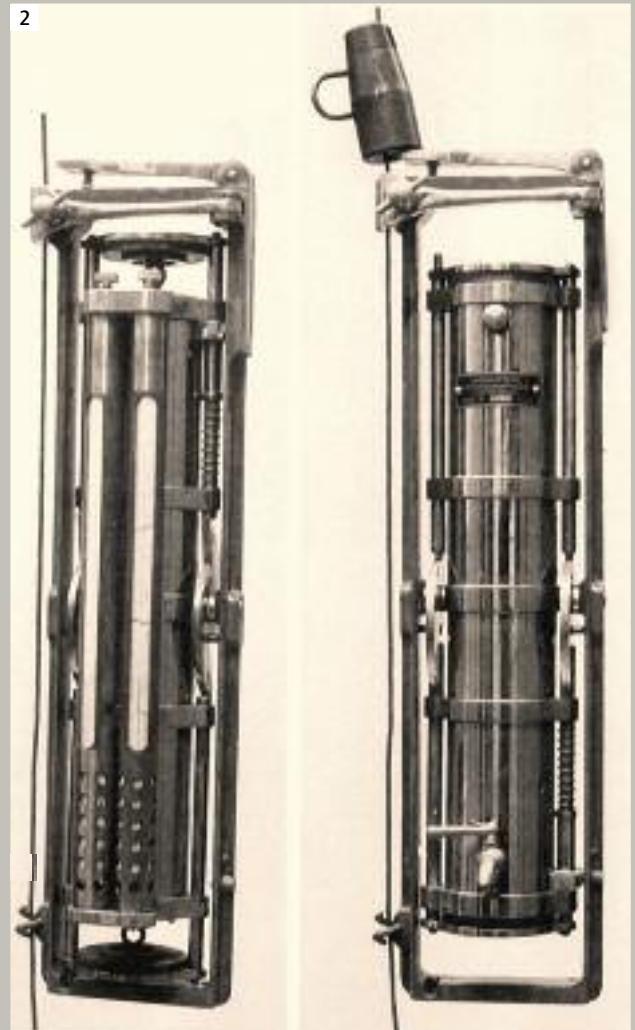
Curiosamente, el Mediterráneo, cuna de civilizaciones, quedó fuera de esas expediciones al ser considerado como un mar marginal. Tuvieron que ser los daneses, con sus expediciones del *Dana* (1908) y del *Thor* (1910), los primeros que lo estudiaran en su conjunto. Esto no quiere decir que los países ribereños no mostraran interés en su estudio. Así, Italia y Francia, y posteriormente Mónaco y España, crearon laboratorios e instituciones con este fin. De esa época data la creación de los laboratorios costeros de Santander (1886), Baleares (1906) y Málaga (1908), que finalmente se integrarían al fundarse el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en 1914.

El Decreto fundacional del IEO de 1914 y su Reglamento de 1929 hacía hincapié en que los estudios y trabajos de esta institución estaban dirigidos hacia la explotación y preservación de los recursos marinos, razón por la que la mayoría de estos estudios estuvieron orientados hacia estudios biológicos relacionados con la pesca. Aun así, en el Reglamento se reconocía y reforzaba el carácter multidisciplinar de los mismos.

Por lo tanto, la oceanografía española tiene poco más de un siglo de andadura. Hace menos de tres años se celebraba el centenario de la inauguración en Portopí del edificio que albergó el Laboratorio Biológico de Baleares, el predecesor del actual Centro Oceanográfico de Baleares del IEO, y este año le toca centenario al de Málaga, protagonistas ambos de las pioneras investigaciones sobre la oceanografía física del Mediterráneo español.

Los primeros pasos

Una de las características generales de la investigación oceanográfica ha sido su dificultad y alto coste, lo que generalmente se ha traducido en una escasez de medios, a lo que se suma una débil implantación en el mundo



LOS PRIMEROS TRABAJOS DE FÍSICA ESTUVIERON DIRIGIDOS AL ESTUDIO DEL RÉGIMEN TÉRMICO DE LA BAHÍA DE PALMA DE MALLORCA, SIENDO LLEVADOS A CABO POR RAFAEL DE BUEN

académico, con la consecuente falta de personal investigador. Bajo estas premisas se desarrollaron los primeros pasos de nuestra investigación oceanográfica, gozando de una etapa inicial en la que la personalidad y el impulso de Odón de Buen, fundador del IEO, facilitó la tenencia de instalaciones y de equipamiento científico, pero careciéndose del personal suficiente y de las embarcaciones adecuadas.

Así pues, de acuerdo con el Plan de Trabajos Comunes propuesto por el Instituto Oceanográfico de Mónaco para los laboratorios asociados del Mediterráneo

(Joubin, 1910) y siguiendo la normativa de *recogida metódica de datos oceanográficos en estaciones fijas del litoral*, los primeros trabajos de física estuvieron dirigidos al estudio del régimen térmico de la bahía de Palma de Mallorca, siendo llevados a cabo por Rafael de Buen (1907-17). A estos, les siguieron el estudio de sus variaciones salinas y de densidad (1912-16), llevadas a cabo por Frutos A. Gila y continuados por Francisco de Paula Navarro durante el periodo de 1928 a 1934. Las determinaciones de salinidad se realizaban a partir de una muestra de agua por el método de Mohr-Knudsen, y la densimetría, principalmente por refractometría. Entre las primeras publicaciones hay que destacar los frecuentes estudios críticos y comparativos de los diferentes métodos y procedimientos de análisis para su adaptación a las especiales características de la química oceanográfica, llevados a cabo por Emma Bardán (1927), Navarro (1931), Gila, (1933) y Gómez (1936). En esas fechas el régimen térmico solo había sido estudiado sistemáticamente en tres zonas del Mediterráneo Occidental: en Argelia (Bounhiol, 1910), en Mónaco (Rose, 1926, 1928) y Málaga (R. de Buen, 1924).

Paralelamente, en estos primeros años también se llevaron a cabo campañas oceanográficas exploratorias a bordo del *Lacaze Duthiers*, a lo largo de las costas de las islas y en la costa mediterránea de Marruecos, entre 1908 a 1910, y posteriormente con el *Averroes* en la bahía de Málaga y Algeciras. Las más conocidas fueron las del cañonero *Vasco Núñez de Balboa*, durante 1914 y 1915 en las costas de Andalucía, Levante, Cataluña y Baleares, y las del aviso *Giralda*, entre las Baleares y Córcega en 1920. En el transcurso de las mismas se tomaban datos y muestras de todo tipo, principalmente en aguas superficiales y en algunos casos en aguas profundas. En éstas se desarrollaron numerosos trabajos en el archipiélago, entre los que hay que destacar el levantamiento de cartas bati-litológicas y distribuciones superficiales de temperatura y salinidad, y en los que se adquirieron ideas precisas sobre las condiciones de las aguas, hasta elevadas profundidades. Como de curiosa innovación se puede considerar el lanzamiento de *botellas acopladas* a la deriva para el estudio de corrientes superficiales en la última campaña mencionada y la realización de una estación de 24 horas llevada a cabo en la



3

|3| Botella de bronce utilizada a bordo del buque oceanográfico *Lacaze Duthiers*.

|4| Botella oceanográfica de bronce utilizada a bordo del buque oceanográfico *Lacaze Duthiers*.



4

A BORDO DEL
'LACAZE
DUTHIERS' SE
LLEVARON A CABO
CAMPAÑAS
OCEANOGRÁFICAS
A LO LARGO DE
LAS COSTAS DE
BALEARES Y EN
LA COSTA
MEDITERRÁNEA
DE MARRUECOS,
ENTRE 1908 Y 1910



5

campana de Algeciras en 1922.

En estos primeros años, a falta de observaciones directas, la dinámica marina se fue revelando secundariamente a través de los datos térmicos y de salinidad, surgiendo de esta manera los primeros esquemas de circulación en la bahía de Palma (Navarro, 1931). El estudio posterior de estos datos puso de manifiesto la presencia de ondas internas durante la época de estratificación térmica estival, pudiéndose contar para su verificación con un termógrafo submarino Idrac, con registro semanal, que fue empleado en la bahía de Palma durante julio de 1933. A partir de esta experiencia, la presencia de ondas internas fue reconocida sobre datos tomados en la bahía de Algeciras en 1922 y en los de otras campañas.

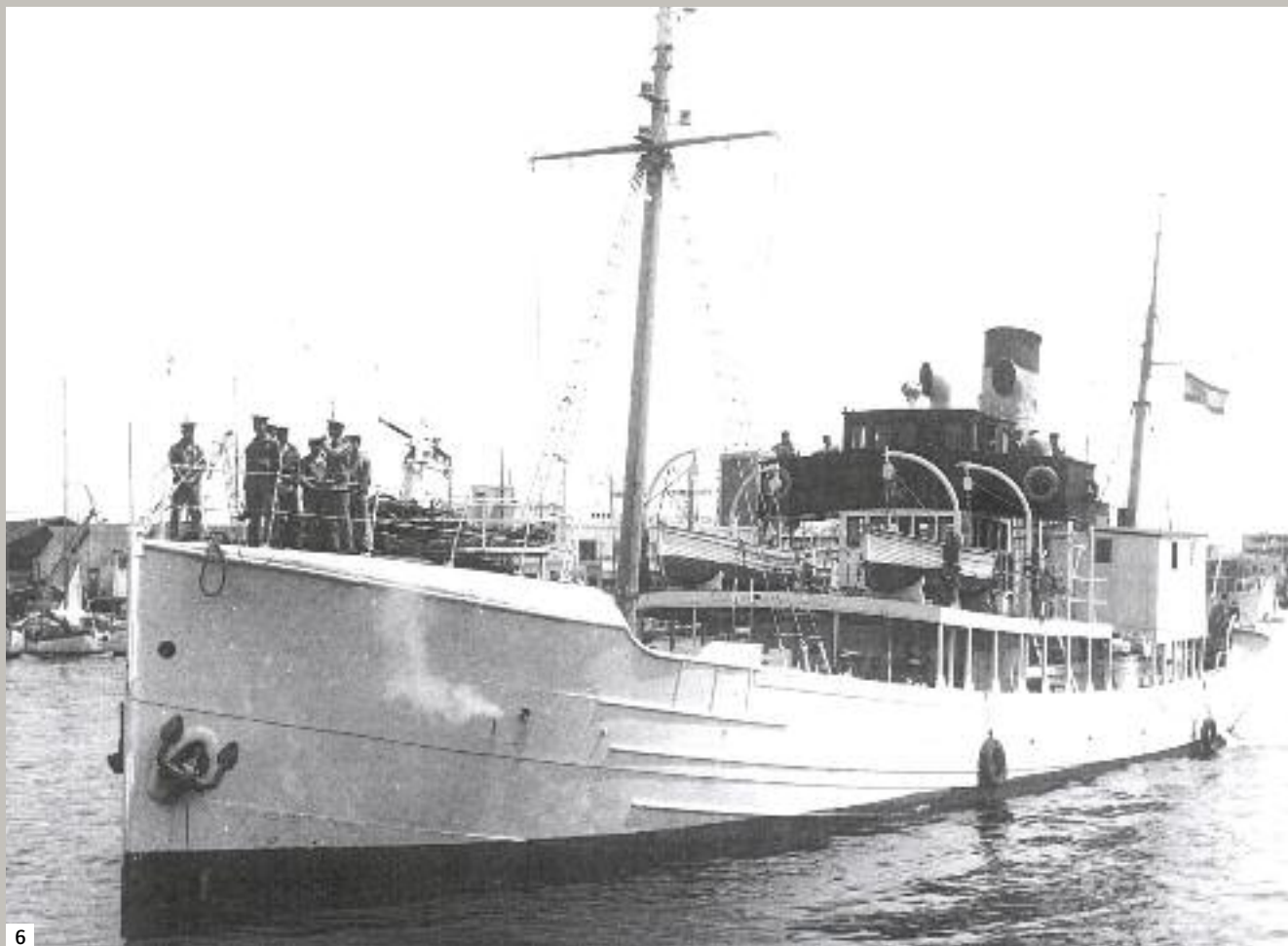
Las aguas de mar abierto y el guardapescas *Xauen*

La actividad oceanográfica en el mar estuvo asociada durante un larguísimo periodo al concurso del guardapescas *Xauen*, que comenzó en 1929 con una campaña en el estrecho de Gibraltar y la bahía de Algeciras, seguida posteriormente, en 1930, con dos campañas en el Estrecho, en las que colaboró Francisco de Paula

LA DINÁMICA MARINA SE FUE REVELANDO A TRAVÉS DE LOS DATOS TÉRMICOS Y DE SALINIDAD, SURGIENDO DE ESTA MANERA LOS PRIMEROS ESQUEMAS DE CIRCULACIÓN EN LA BAHÍA DE PALMA

Navarro, director del laboratorio de Palma. En ellas se realizaron secciones entre cabo Trafalgar y cabo Espartel, Cádiz y Arcila, y la desembocadura del Guadiana y la costa Atlántica de Marruecos. Estas campañas continuaron entre 1932 y 1934 y en ellas se puso de manifiesto la presencia de aguas mediterráneas en el golfo de Cádiz, en contra de lo sostenido hasta esa fecha y presentando como novedad distribuciones verticales de temperatura y salinidad a lo largo de esas secciones. Estos estudios estaban dirigidos a determinar la posibilidad de construcción de un túnel submarino en el estrecho de Gibraltar que comunicara por vía férrea ambos continentes.

6 | El buque oceanográfico *Xauen* realizó su primera campaña oceanográfica en el estrecho de Gibraltar en 1929 y fue adscrito al IEO en 1945 hasta 1970, en que fue desguazado y sustituido por el *Cornide de Saavedra*.



6

Debemos recordar que a partir de 1932 el IEO había pasado a depender del Ministerio de Marina, en el que se había creado una Inspección de Pesca, quedando el *Xauen* adscrito a las diferentes campañas del IEO. El poder contar con este barco fue de gran utilidad, al disponer de una plataforma que permitía abrir nuevos campos de investigación.

La primera campaña realizada en aguas de Mallorca a bordo del *Xauen* se realizó en 1933, dirigida por F. de Buen, en la que se llevó a cabo un levantamiento batimétrico en la plataforma sur de Mallorca, entre Cabo Blanco y la Isla de Cabrera, complementada con muestreos de otros parámetros. Posteriormente, destacan dos campañas en aguas de la costa catalana, en 1933 y 1934, realizadas en colaboración con el Servicio Meteorológico de Cataluña, en las que se encontraron diferencias entre las aguas de plataforma y las del mar abierto, intuyendo la presencia del frente de talud, representándose las distribuciones verticales y horizontales a partir de secciones sobre la costa y en las que se sugirieron consideraciones sobre la dinámica regional, tomando como referencia los datos sobre la circulación general del Mediterráneo Occidental de Nielsen (1912), deducidos a partir de las campañas del *Dana* y del *Thor*.

LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL Y LA GUERRA CIVIL, CONDICIONARON EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN, EN GENERAL EN TODA EUROPA, PERO CON MAYOR AMPLITUD EN ESPAÑA

Sin embargo, estos trabajos, que, como vemos, estuvieron realizados de forma intermitente y sin la necesaria continuidad espacial y temporal, no permitían aún esbozar la idea de las masas de agua, su origen y distribución, que ya por esas fechas había sido apuntado por Wüst (1928) en el Atlántico.

La oceanografía de las posguerras

La Segunda Guerra Mundial y la Guerra Civil condicionaron el desarrollo de la investigación, en general, en toda Europa. Este paréntesis fue mucho más amplio en la investigación oceanográfica española, al quedar el país aislado políticamente y, por ello, al margen del Plan Marshall. En esta época son muy pocos los trabajos

sobre física o química oceanográfica que aparecen publicados en el Boletín del IEO y en otras publicaciones, siendo reflejo de la penuria económica del país, que se tradujo en una escasez total de medios, de personal y de una dirección adecuada. Como hecho destacable en esta época se tiene que señalar la creación en 1939 del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Mientras tanto, en Europa, después de la guerra, la ciencia marina recibió un gran impulso debido a numerosos avances científicos, entre los que hay que destacar el perfeccionamiento instrumental de navegación y de posicionamiento geográfico, los radares, las sondas acústicas y los rápidos análisis instrumentales de laboratorio. Todo ello facilitó enormemente la obtención de datos y el procesado de los datos numéricos resultantes de las diferentes investigaciones. En el caso de la oceanografía física este salto cualitativo se produce a partir del Año Geofísico Internacional de 1957, de la mano del uso generalizado de los primeros salinómetros basados en la conductividad eléctrica del agua, con el consiguiente aumento de la precisión en la medida, lo que facilitó una visión global de las principales características de las masas de agua en todos los océanos. A esto hay que unir la aparición años después de las primeras batisondas autónomas con registro en papel y el perfeccionamiento de los correntímetros mecánicos, que dieron lugar a un sinnúmero de estudios de todo tipo, cubriendo la práctica totalidad de los mares y océanos.

Aun así, el Mediterráneo no fue objeto de grandes campañas que lo estudiaran nuevamente en su integridad. Únicamente se llevaron a cabo las campañas francesas en los años 1957 y 1958, a partir de las cuales Furnestein y Allain, en 1960, actualizaron los conocimientos sobre la hidrología y circulación general del Mediterráneo Occidental. Dentro de los estudios hay que destacar los de Lacombe y Tchernia (1960) sobre la distribución de la salinidad de las distintas masas de agua del Mediterráneo Occidental (MEDOC), y el de Ovchinnikov (1966), que esquematizó la circulación general mediante el cálculo de alturas dinámicas, usándose en ambos casos una composición de datos de distintas fuentes.

Esta evolución científica y la aparición de nuevas líneas de investigación dieron lugar a una progresiva especialización por disciplinas, que es cada vez más marcada en el personal investigador. El investigador naturalista, con una visión multidisciplinar, va dejando paso paulatinamente al especialista, como reflejo del paso de una oceanografía descriptiva a otra en la que se pone mayor énfasis en el estudio de los diferentes procesos que se producen en el mar.

En esas fechas, la labor del laboratorio de Baleares en el campo de la física se reduce a la toma de datos hidrográficos como complemento de estudios locales de biología, y teniendo la Sección de Oceanografía Física del



| 7 | Botella oceanográfica.
| 8 | Batitermógrafo XBT.
| 9 | Botella oceanográfica Nansen con tejuela de tres termómetros.





10

| 10 | Manipulación de una serie de botellas Knudsen (dotadas de termómetros) para la obtención de muestras de agua a diferentes profundidades y conocer las temperaturas profundas (Fuente: J. Pérez-Rubín, IEO-Málaga).

IEO como objetivo principal el estudio del estrecho de Gibraltar y mares adyacentes. De ahí, las campañas del *Xauen* en la zona de Gibraltar desarrolladas entre 1947 y 1951 y las campañas biológicas complementadas con la toma de datos físico-químicos en las Baleares entre 1952 y 1954, junto con otras campañas del *Xauen* en 1956 y 1957, cuyos datos no fueron publicados. Este barco, aun dependiendo de la Marina, había sido adscrito de forma permanente a los trabajos en el mar del IEO desde 1945.

Las diferentes publicaciones que encontramos se ajustan a las capacidades científicas y medios técnicos del momento, sobresaliendo los trabajos de Edmundo Seco Serrano y Nicanor Menéndez en el estrecho de Gibraltar y mar de Alborán, y los de M^a L. González Sabariegos (1951), sobre cálculos dinámicos, aplicando las ecuaciones de Sandstroem y Helland-Hansen.

La modernización y resurgimiento en los años 1960

Las primeras señales de reactivación económica del país vinieron de la mano de los Planes de Desarrollo del anterior régimen, lo cual supuso un tímido impulso para la investigación científica. Es de destacar la creación de organismos de fomento y financiación como lo fueron el Consejo Asesor de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), en el año 1958, y posteriormente del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica,

en 1964. Durante esa década, el físico del IEO Nicanor G. Menéndez fue vice-presidente del Comité de Oceanografía Física de la Comisión Internacional para la Exploración científica del Mediterráneo (CIESM), y ostentó la presidencia del mismo en el periodo de 1968 a 1970.

Las campañas francesas antes indicadas y el desarrollo del proyecto Gibraltar por la OTAN en los años 1960, junto con el estudio del mar de Alborán en 1962, en los que participó España con los barcos *Segura* y *Xauen*, supusieron un resurgir para la oceanografía física española, desarrollando estudios sobre la dinámica del Estrecho y el giro occidental del mar de Alborán. De ellos se derivan las publicaciones de E. Seco sobre la capa de velocidad cero en Alborán, las presiones dinámicas y las de aplicación de la ecuación de Margules y las de Cano y Fdez. Castillejo sobre la difusión radial. Al final de esa década se siguió trabajando en la zona y encontramos campañas del *Xauen*, durante 1968 y 1969, que dan lugar a nuevas publicaciones con la participación de los jóvenes investigadores Parrilla y Morón. Se tiene constancia de una última campaña de ese barco en aguas de Baleares, la X704-5, llevada a cabo en la primavera de 1970 bajo la dirección de M. Durán.

Probablemente esta fuera la última campaña de este entrañable barco, ya que en otros documentos figura ese año como el de su baja definitiva.

Un hecho destacable es la instalación en 1963 de un mareógrafo en el puerto de Palma. Su ubicación cambió con el tiempo y las transformaciones sufridas por el puerto, pasando de la dársena de Can Barbará al terminal del Dique del Oeste. La red de mareógrafos del IEO constaba en esas fechas de 12 aparatos ubicados en distintos puertos del país, entre los cuales se encuentran los de Ceuta, Algeciras, Málaga y Palma, la mayoría de ellos instalados en la década de los años 1940.

Para situarnos en el contexto internacional, tenemos que destacar por su importancia el proyecto MEDOC, llevado a cabo en 1969 en aguas del Golfo de León y en el que se estudiaron los procesos de formación del agua profunda (Stommel, 1972), en donde el único representante español fue G. Parrilla, que estuvo embarcado tres meses en el *Atlantis II*. Como resultado del interés despertado por estos estudios, el IEO proyectó en 1972 una campaña de invierno en el Mediterráneo Occidental para el estudio del alcance del frente termohalino de agua atlántica, las aguas septentrionales y la formación de agua profunda. Por falta de barco, se propuso la utilización del dragaminas *Eume*, iniciándose obras para la instalación de diversos equipos a bordo. No se tiene constancia de que se llevara a cabo.

La llegada de nuevos buques de investigación

Probablemente, en la década de los 1970, el reflejo más claro de las medidas de fomento de la investigación en el campo de la oceanografía se manifestara con la construc-

ción de edificios nuevos para distintos laboratorios, entre ellos el de Palma (1973), y con la entrada en servicio de nuevos buques de investigación.

Así, en 1972 se produjo la entrada en servicio del *Cornide de Saavedra*, dependiente de la SGPM, con el que se abrieron nuevas perspectivas. Su participación en las campañas internacionales desarrolladas en el Banco Sahariano (1973), dirigidas por los investigadores Bas y Margalef, dentro del proyecto CINECA, supuso un nuevo punto de arranque. Dio lugar a un gran número de estudios de carácter multidisciplinar a lo largo del Mediterráneo español, llevados a cabo tanto por el Instituto de Investigaciones Pesqueras (IIP) como por el IEO, durante las décadas de 1970 y 1980. Dentro de esos estudios se tienen que destacar los proyectos del mar de Alborán desarrollados por el IEO, con campañas en los años 1973, 1976, 1978 y 1980, dirigidos por N. Cano, desarrollando estudios sobre la dinámica del Estrecho y los giros del mar de Alborán, y los de otras instituciones como el IIP de Barcelona, con el proyecto *Estudio de los Ecosistemas del Mediterráneo Occidental*, en el que se llevaron a cabo las campañas Mediterráneo I y II (1976 y 1977), en las que se tomaban datos multidisciplinarios y se estudió la circulación regional.

En el ámbito del Centro Oceanográfico de Baleares se ha de destacar la entrada en servicio en 1974 de una embarcación de 17 metros de eslora, el *Jafuda Cresques* que permitió llevar a cabo estudios locales como *Estudios de Oceanografía Biológica frente al litoral S y SW de la isla de Mallorca (OBM)*, durante 1975-76, centrado en el estudio de la variabilidad de parámetros medioambientales y del plancton. Éste fue seguido por el proyecto *Red de Observación del Mediterráneo Balear (ROMB)*, desarrollado en aguas del archipiélago balear (1978-79), y *Ambiente Marino del Puerto de Mahón*, desarrollado entre 1974 y 1981. En los estudios y trabajos realizados en esas fechas debemos incluir los realizados en la costa catalana previos a la puesta a punto de la central nuclear de Vandellós (1976 y 1984-85).

De esa década es también el buque de pesca experimental *Pescador*, de 24 metros de eslora y que perteneció en origen a las Cofradías de Pescadores de Baleares. Su botadura se produjo en 1973, incorporándose posteriormente a la flota del IEO, con el nombre de *Odón de Buen*, en el año 1979 y desarrollando una intensa actividad hasta la fecha.

Por parte del CSIC hay que señalar la entrada en servicio en 1977 del *García del Cid*, buque que también ha desarrollado una gran actividad en el Mediterráneo, participando en un gran número de proyectos comunes de ambas instituciones.

Los Planes Cooperativos Hispano-Americanos

La década de los años 1980 estuvo marcada por los planes Cooperativos Hispano-Norteamericanos de colabo-

EN 1972 SE PRODUJO LA ENTRADA EN SERVICIO DEL 'CORNIDE DE SAAVEDRA' DEPENDIENTE DE LA SGPM, CON EL QUE SE ABRIERON NUEVAS PERSPECTIVAS

11



| 11 | Jaume Ferrer Hernández a bordo del Nuñez de Balboa midiendo el oxígeno disuelto en una muestra de agua de mar.



| 12 | El *Lacaze Duthiers* realizó en 1908 su primera campaña oceanográfica en aguas de Ibiza y fue trasladado a Málaga en 1910, donde se le dotó de motor y torno hidrográfico. Sus últimos trabajos fueron en 1925.

12

EL AÑO 1986 FUE DE GRAN IMPORTANCIA PARA LA CIENCIA DE NUESTRO PAÍS. ADEMÁS DE LA ENTRADA EN LA UE, A NIVEL NACIONAL SE PRODUCE LA APROBACIÓN DE LA LEY DE LA CIENCIA

ración científica (1978-84), que permitieron desarrollar una gran diversidad de proyectos de investigación: *Estudio oceanográfico de las Rías Bajas y sus aguas adyacentes* (J. Gomez, IEO); *Estudio de la dinámica del mar de Alborán*, y *La interacción del Estrecho con la circulación en el mar de Alborán*, más conocido por proyecto *Dónde va* (Parrilla, IEO), y el *Estudio oceanográfico de la plataforma continental del Mediterráneo español* (Castellví, Maldonado y Salat, IIP). Estos proyectos fueron un ejemplo de colaboración científica en los cuales intervinieron más de un centenar de investigadores españoles y estadounidenses, facilitando la obtención de equipamiento científico y la estancia de científicos españoles en instituciones oceanográficas estadounidenses. Entre otros materiales, facilitaron la obtención de la primera batisonda CTD Neil Brown en 1978 y la llegada del primer salinómetro de inducción Plessey al Centro de Baleares. Dentro de las publicaciones relacionadas con estos pro-

yectos hay que destacar *Oceanografía física del mar de Alborán*, de Parrilla (1987), y el trabajo de Whitehead (1985) sobre las estructuras mesoescalares en ese mar.

Además de estos proyectos se desarrollaron otros de ámbito local, principalmente en el mar de Alborán, como la *Red de Observación del Medio Marino (ROMM)*, ALSAREV e INVERMA y, relacionado con ellos, los trabajos de J. Gil (1985). Dentro de los proyectos internacionales debemos recordar el *Gibraltar Experiment* desarrollado entre 1985 y 1986 (Bryden, Kinder, 1988). Por otro lado, en el área de las islas Baleares, la colaboración con IIP fue intensa tanto en los proyectos cooperativos antes mencionados como en el desarrollo de los proyectos multidisciplinarios *Sistema Nerítico Balear* y *Oceanografía y Producción pesquera en el Archipiélago Balear*, propiciados por el investigador F. Vives, llevándose a cabo entre 1985 y 1988 las campañas Baleares (I-VIII), alrededor de las islas, con el concurso del *García del Cid*. De los resultados de estas campañas y anteriores se verificó la importancia que tenían los canales entre las islas Baleares en la circulación regional y general del Mediterráneo Occidental, surgiendo diferentes proyectos financiados por el IEO para estudiarlos: *Canal de Ibiza* (1990-91) y *Canales de Ibiza y Mallorca* (1992-93). En este último se adquirió por primera vez una batisonda autocontenida (SBE25) y se mantuvo un fondeo de correntímetros en el canal de Ibiza. A finales de los años 1990 se llevaron a cabo medidas de corrientes en la bahía de Palma y en la de Alcudia en 1993 y 1994. En colaboración con la Universidad de las Islas Baleares (UIB) se realizó una campaña en 1992 para validar un modelo de circulación marina sobre la plataforma sur de Mallorca (Werner, 1993). En el periodo 1989 al 1993 estuvo funcionando un mareógrafo del IEO en el puerto de Ciudadela.

Los grandes proyectos interdisciplinarios

El año 1986 fue de gran importancia para la ciencia de nuestro país. En este año no solamente se entra a formar parte de la Unión Europea, sino que a nivel nacional se produce la aprobación de la *Ley de la Ciencia*, en la que se establece el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico para el fomento y la coordinación general de la investigación científica y técnica que corresponde al Estado, y se crea la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) como órgano de planificación, coordinación y seguimiento de este Plan Nacional. A partir de ese año y en los sucesivos, la investigación oceanográfica tiene abiertas dos nuevas vías de financiación para los diferentes proyectos de investigación y para la compra y puesta a punto de grandes equipamientos. La primera, el Plan Nacional (PN), y la segunda, los Programas Marco, financiados por la Comisión Europea (UE), caracterizándose esta nueva etapa por las colaboraciones entre instituciones a nivel nacional e internacional exigidas por ambos planes.

EL PROYECTO INTERNACIONAL GLOBAL OCEAN OBSERVING SYSTEM (GOOS), CON SU COMPONENTE MEDITERRÁNEA MEDGOOS, PRETENDE ESTABLECER UN SISTEMA DE OBSERVACIÓN OCEÁNICA DE ESTA REGIÓN Y GLOBAL

En estas circunstancias, se empieza a afrontar una gran diversidad de proyectos de investigación en el campo de la oceanografía física y en el estudio de procesos multidisciplinarios en el Mediterráneo, abordados por las instituciones ya existentes y a las que se les suman las universidades. Entre estos proyectos de física, en los que interviene el IEO, cabe destacar estudios sobre la variabilidad de mesoescala desarrollados en INTERMESO (Tintoré, PN, 1995-98) y MATER (Font, UE, 1996-99), velocidades verticales en OMEGA (UE, Tintoré, 1996-99), y sobre oscilaciones extraordinarias del nivel del mar en RISSAGUES (Montserrat, PN, 1996-98) que se llevan a cabo en colaboración con otras instituciones, como la UIB, CSIC, IMEDEA, Universidad de Cantabria, etc. Fuera de esta área, el IEO participó en estudios sobre la dinámica del estrecho de Gibraltar y mar de Alborán, desarrollados dentro del proyecto europeo CANIGO, y sobre variabilidad de las corrientes y del nivel del mar en el proyecto MARCOMA (García Lafuente PN, UE). Entre los proyectos multidisciplinarios cabría destacar, entre otros, el *Estudio de la distribución larvaria del Atún Rojo y especies afines en función de las condiciones hidrodinámicas, proyecto TUNIBAL* (PN, Alemany, 2004-06), desarrollado en colaboración con IEO, UIB e IMEDEA; el proyecto IDEA que estudiaba la influencia de la hidrodinámica en las poblaciones demersales de las islas Baleares (Massutí, PN, 2002-2004), realizado en colaboración con UIB, IMEDEA, y UC; y el proyecto EFLUBIO que estudió los *blooms* de plancton primaverales y el frente Nor-Balear (CSIC, UB, IEO). Dentro de las publicaciones relacionadas con estos proyectos hay que destacar Tintoré et al. (1991), Montserrat et al. (1998), Pinot et al. (2002), Vélez-Belchi et al. (2005).

El Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) aparece en el campus de la UIB en 1986, reestructurándose profundamente en 1995. Una de sus líneas de actuación son las ciencias marinas, en la cual trabaja activamente desarrollando proyectos multidisciplinarios en el ámbito de las islas y tecnología marina.

En el transcurso de estos años se ha producido una creciente utilización de la información proporcionada por los diferentes satélites científicos que están orbitando la Tierra. En el caso del Mediterráneo, éstos han permitido observar con claridad las características más sobresalientes de la circulación de este mar, como son las *estructu-*

ras mesoescalares o los *blooms* fitoplanctónicos primaverales. Las instituciones isleñas han participado en la puesta a punto de alguno de los sensores que equipan estos satélites (microondas, altímetros, radares, etc). La UIB y el IMEDEA participaron en la calibración de los sensores del satélite TOPEX POSEIDON y actualmente se está a la espera de la puesta en órbita de un satélite de la Agencia Espacial Europea con el que se pretende, entre otros objetivos, conseguir un algoritmo que permita determinar la salinidad superficial del mar. En este proyecto denominado MIDAS participan la mayoría de las instituciones baleares, así como también en proyectos de observación del mar a nivel global, como SOFARGOS, ALGERS y GYROSCOPE, basados en la transmisión de datos de boyas lagrangianas vía satélite.

La globalización también se refleja en la oceanografía. El proyecto internacional *Global Ocean Observing System (GOOS)*, con su componente mediterránea *MedGOOS*, pretende establecer un sistema de observación oceánica de esta región y global, de forma que se pueda predecir las situaciones del tiempo oceánico tal como se predice el tiempo atmosférico. En este sentido el proyecto *MAMA*, en el que participó el IEO, pretendía concienciar a las autoridades e instituciones públicas de los estados ribereños y a los ciudadanos de la necesidad de esta información y de la implementación del sistema. Proyectos como el EUROMODEL y *Mediterranean Forecasting System (MFS)* y posteriores (MFSTEP) demostraron la viabilidad de las previsiones a corto plazo en el Mediterráneo y actualmente el proyecto *MOON* persigue esos mismos fines.

La otra gran componente de los estudios a nivel global son los estudios sobre los efectos del cambio climático. El IEO participa en estos estudios a partir de las series históricas propias de datos oceanográficos iniciadas en la década de los años 1990, los proyectos ECOBALEARES, ECOMALAGA, ECOMURCIA, el estudio de la *Circulación regional en las aguas de las islas (CIRBAL)*, y de cualquier evidencia en la que se vea reflejado alguno de estos efectos, como la observación y seguimiento de la anomalía



13 | Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo de las campañas de Núñez de Balboa en el Mediterráneo español.

termo-salina en las aguas profundas (López-Jurado, 2005) y los estudios de tendencias de las variables oceanográficas llevados a cabo por Vargas Yáñez (2007). A día de hoy, estos proyectos se han integrado en uno único, denominado *Series temporales de datos oceanográficos en el Mediterráneo* (RADMED), en el que se realiza un seguimiento de las principales variables físicas, químicas y biológicas a lo largo del Mediterráneo español. Debiendo resaltar en estos estudios climáticos la importancia de la red de mareógrafos y el hecho de que la estación de Palma esté incluida en el *European Sea Level Service (ESEAS)*, al objeto de cuantificar los cambios potenciales del nivel medio del mar.

Perspectivas actuales

La consecución de los objetivos del *MedGOOS* pasa por la creación de sistemas de observación oceánica regionales y nacionales, integrados en una red mediterránea y en la creación de bancos de datos comunes que permitan el análisis con vistas a la predicción. Este nuevo uso de datos, dentro del nuevo concepto *Oceanografía Operacional (OO)*, es el que se aplica en el proyecto RADMED antes mencionado y en el registro de las series temporales que mantiene el IEO en el Atlántico a la que se pueden añadir los datos de la red de mareógrafos.

La política de nuevas construcciones de buques oceanográficos, iniciada en 1991 con la entrega del buque polar *Hespérides*, ha mejorado sensiblemente las posibili-

LA COLABORACIÓN ENTRE LAS INSTITUCIONES, LAS FACILIDADES DE MOVILIDAD DEL PERSONAL INVESTIGADOR Y LAS NUEVAS LÍNEAS DE FINANCIACIÓN PARECEN PROPICIAR UN DESARROLLO ALENTADOR PARA NUESTRA OCEANOGRAFÍA

dades de nuestra investigación. Recientemente la SGPM ha botado tres nuevos buques: el *Vizconde de Eza*, en 2001; el *Emma Bardán*, en 2006 y el *Miguel Oliver*, en 2007. Por su parte el CSIC ha recepcionado en 2006 el *Sarmiento de Gamboa* y el IEO tiene en cartera dos nuevas unidades de 40 metros de eslora, el *Ramón Margalef* de próxima entrega y el *M. Alvariño* con la quilla puesta en la grada del astillero.

La normativa europea sobre el control de las aguas litorales recomienda el estudio de las aguas de las plataformas continentales e insulares de los países miembros. A raíz de esta normativa se han creado diversos organismos en las diferentes comunidades autónomas para su estudio. Con este fin, la Comunidad Balear ha creado, a finales del 2007, una plataforma científico-tecnológica, denominada *Sistema de Observación Costera de las Islas Baleares (SOCIB)*, la cual estará financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) y el Govern Balear, y que nace con la misión de constituirse en una plataforma tecnológica de observación marina, que empleará recursos como sensores, boyas y submarinos robot, para observar la temperatura, salinidad, calidad del fondo, sedimentos, vida marina y granulometría en las playas. Todo ello con una finalidad clara más allá de la creación de un banco de datos, a disposición de investigadores y de empresas privadas, que es el desarrollo a partir de esos resultados, de modelos de predicción que incidirán en aspectos tan concretos como la pérdida de arena de una playa, la predicción de las *rissagas* y de los *tsunamis*. Cabe señalar que el SOCIB contará además con la colaboración de otras tres instituciones de las islas especializadas en las ciencias marinas, la Universidad de las Illes Balears (UIB), el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Como vemos, en este año 2011 la investigación oceanográfica parece contar con los instrumentos necesarios para poder desarrollar una labor eficaz. A su vez, la cada vez mayor colaboración entre las instituciones nacionales y europeas, las facilidades de movilidad del personal investigador y las nuevas líneas de financiación parecen propiciar un desarrollo alentador para nuestra oceanografía. •



| 14 | Mareógrafo de tierra para medir el nivel del mar, instalado en el dique del Oeste de Palma de Mallorca desde 1963 hasta 1976.

AGENDA

Exposiciones: fotos y mucho más

HASTA EL 4 DE SEPTIEMBRE



Fillos do océano.

Exposición fotográfica.

Testimonia la relación entre el mar y los habitantes de los territorios costeros, recogiendo, a través de imágenes impactantes, los sistemas de vida que hoy se están perdiendo a causa de la explotación pesquera y la contaminación del medio marino. Los cinco continentes aparecen reflejados en esta exposición, yendo desde Senegal a Sri Lanka o Galicia, como un nudo de culturas y sociedades arraigadas en el mar.

Lugar: Sede Fundación Caixa Galicia Ferrol

HASTA EL 30 DE SEPTIEMBRE



Bajo de las Gerardías, santuario de biodiversidad marina en Canarias.

Exposición fotográfica.

Muestra los grandes bancos que desarrolla el coral *Gerardia savaglia*. Se trata de la mayor concentración de grandes ejemplares de esta especie que se conoce en el planeta. Las espectaculares imágenes que componen esta exposición fueron tomadas en aguas profundas.

Lugar: Pabellón de Perú. Avda. María Luisa s/n. Sevilla



Skeleton Sea.

Exposición.

Muestra la obra de tres artistas que, a partir de la recolecta de restos flotantes y desechos extraídos del mar y de distintas playas, crean esculturas con el objetivo de concienciar sobre la necesidad de mantener los océanos limpios.

Lugar: Oceanográfico de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia.

HASTA EL 16 DE OCTUBRE



Aqua. Dominio y Mitos.

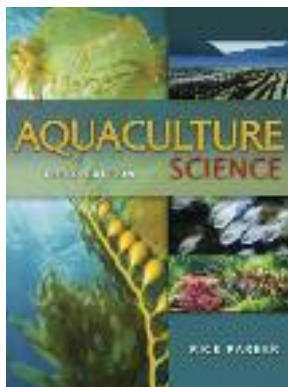
Exposición.

La muestra persigue sensibilizar sobre el uso, planificación y gestión sostenible del agua, con especial énfasis en la región mediterránea. La exposición está compuesta por doce paneles de gran formato, acompañados de audiovisuales sobre proyectos vinculados al uso racional del agua, y dos de maquetas, una de ellas dedicada a reproducir a escala las infraestructuras diseñadas en la Alhambra granadina para distribuir y administrar este importante recurso natural. La muestra, desarrollada por el Museu d'Arqueologia de Catalunya, llega a Sevilla como parte de su itinerancia por varios países mediterráneos.

Lugar: Pabellón de Perú. Avda. de María Luisa s/n. Sevilla

PUBLICACIONES

Libros relacionados con la oceanografía



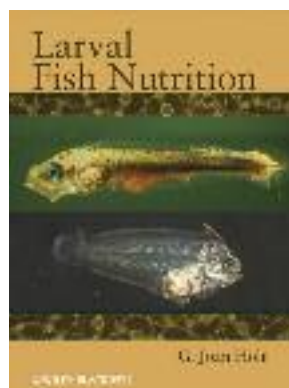
AQUACULTURE SCIENCE

Libro pensado para estudiantes pero accesible al público general, estudia los aspectos más relevantes de la historia de la acuicultura, descripciones de plantas y animales acuáticos y sus enfermedades. Se abordan los últimos métodos de producción, los avances tecnológicos, tendencias y estadísticas del sector. También describe los principios fundamentales de la acuicultura, esto es, química, biología, anatomía y fisiología, con objeto de asegurar que los estudiantes los entiendan. Además, un capítulo completo ofrece información detallada sobre las oportunidades profesionales en la industria de la acuicultura.

Autor: Rick Parker, Ph.D.

Edita: Delmar 2011

Páginas: 672



LARVAL FISH NUTRITION

Se trata de un libro escrito a partir de las contribuciones de autores procedentes de países del hemisferio norte, en particular de Europa occidental y Norteamérica, hecho que se refleja en la selección de especies usadas como ejemplo a lo largo del libro. Se compone de catorce capítulos ordenados en tres secciones, en las que se tratan aspectos relacionados con el desarrollo del sistema digestivo, las necesidades nutricionales y la fisiología nutricional de los peces. Esta recopilación sirve como una fuente de información avanzada sobre biología de peces y acuicultura, además de aportar referencias actualizadas.

Autor: J.G. Joan Holt

Edita: John Wiley & Sons Inc.

Páginas: 448



ANTÁRTIDA. LA VIDA EN EL LÍMITE

Este libro muestra la vida en la Antártida a través de las expediciones científicas en las que han participado sus autores. Sintetiza el trabajo documental de varios años de un nutrido grupo de investigadores españoles y extranjeros que estudian la taxonomía y biología de los fondos marinos, realizado al amparo de los proyectos y campañas Bentart. Para todos ellos es una satisfacción dar a conocer su experiencia en aquellos parajes y, con ella, contribuir a incrementar el respeto por este incomparable paraíso natural, cuyo singular valor lo hace sin duda merecedor de ser preservado, lo más inalterado posible, para las futuras generaciones.

Autores: Varios

Edita: Hércules de Ediciones

Páginas: 326



OVERVIEW OF THE CONSERVATION STATUS OF THE MARINE FISHES OF THE MEDITERRANEAN SEA

En este informe se revisa el estado de conservación de todas las especies de peces nativos del mar Mediterráneo y se identifican aquellas en peligro de extinción, en base a las evaluaciones de 513 especies y 6 subespecies que se han realizado mediante la metodología de la Lista Roja de la UICN.

Autores: Dania Abdul Malak, Suzanne R. Livingstone, David Pollard, Beth A. Polidoro, Annabelle Cuttelod, Michel Bariche, Murat Bilecenoglu, Kent E. Carpenter, Bruce B. Collette, Patrice Francour, Menachem Goren, Mohamed Hichem Kara, Enric Massutí, Costas Papaconstantinou and Leonardo Tunesi

Edita: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Páginas: VII + 61



SEDE CENTRAL Y DIRECCIÓN

Corazón de María, 8.
28002 Madrid
Teléfono 91 342 11 00
Fax 91 597 47 70
Web: www.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE GIJÓN

Camino del Arbeyal, s/n
33212 Gijón (Asturias)
Teléfono +34 985 308 672
Fax +34 985 326 277
E-mail: ieo.gijon@gi.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE SANTANDER

Promontorio San Martín, s/n
Apdo. 240. 39080 Santander
Teléfono +34 942 291 060
Fax +34 942 275 072
E-mail: ieosantander@st.ieo.es

PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS MARINOS DE SANTANDER

Barrio Bolao, s/n
El Bocal-Monte. 39012 Santander
Teléfono +34 942 321 513

Fax +34 942 323 486
+34 942 322 620

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE A CORUÑA

Muelle de las Ánimas, s/n
Apdo. 130. 15001 A Coruña
Teléfono +34 981 205 362
Fax +34 981 229 077
E-mail: ieo.coruna@co.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE CANARIAS

Avenida 3 de mayo, 73
Edificio Sanahuja,
38002 Santa Cruz de Tenerife
Teléfonos +34 922 549 400/ 1
Fax 922 549 554
Email: coc@ca.ieo.es

PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS MARINOS DE CANARIAS

Dársena Pesquera s/n
Carretera de San Andrés
Apdo. 1373
38120 Santa Cruz de Tenerife
Telf. +34 922 549 400
Fax +34 922 549 554

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MÁLAGA

Puerto Pesquero, s/n
Apdo. 285
29640 Fuengirola
(Málaga)
Teléfono +34 952 476 955
Fax +34 952 463 808
E-mail: ieomalaga@ma.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE CÁDIZ

Puerto pesquero,
Muelle de Levante, s/n,
11006 Cádiz
Tfno: 956294189
Fax: 956294232

CENTRO OCEANOGRÁFICO Y PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS DE VIGO

Subida a Radio Faro, 50-52
Cabo Estay, Canido
36390 Vigo
Tel: +34 986 492 111
Fax: +34 986 498 626
E-mail: ieovigo@vi.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MURCIA

Magallanes, 2 - Apdo. 22
30740 San Pedro del Pinatar
(Murcia)
Teléfono +34 968 180 500
Fax +34 968 184 441
E-mail: comurcia@mu.ieo.es

PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS MARINOS DE MURCIA

Ctra. de la Azohía, s/n
Apdo. 22 30860
Puerto de Mazarrón (Murcia)
Teléfono +34 968 153 159
Fax +34 968 153 934

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE BALEARES

Muelle de Poniente, s/n
Apdo. 291
07015 Palma de Mallorca
Teléfono + 34 971 401 561
Fax + 34 971 404 945
E-mail: cobieo@ba.ieo.es





Las opiniones y artículos publicados son responsabilidad exclusiva del autor, sin que esta revista las comparta necesariamente. Muchos textos e imágenes aparecidos en esta revista pueden ser reproducidos o utilizados de forma gratuita por los medios de comunicación. Para ello, debe solicitarse la cesión de derechos al correo electrónico revistaieo@md.ieo.es indicando el uso que se va a dar al material. La autorización será concedida de inmediato, sin más exigencias que citar la fuente y, en el caso de artículos o fotos con firma, citando fuente y autor. En muchos casos el Instituto Español de Oceanografía (IEO) tiene información más amplia sobre los temas publicados, tanto escrita como gráfica, que está a disposición de periodistas y medios de comunicación.



REVISTA DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)
Calle Corazón de María, 8. 28002 Madrid
Tel.: 91 342 11 00 Fax: 91 597 47 70
www.ieo.es