



LA BIODIVERSIDAD MARINA Y EL RIESGO DEL PETRÓLEO: EL CASO DE LAS CANARIAS ORIENTALES

**Marine biodiversity and the risk of oil:
the case of the eastern Canary Islands**

Trabajo Fin de Grado



Inés Rodríguez Sánchez

Facultad de Ciencias, Sección Biología

Septiembre 2016

SOLICITUD DE DEFENSA Y EVALUACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO Curso Académico: 2015/2016	ENTRADA Fecha: Núm:
--	--------------------------------------

Datos Personales

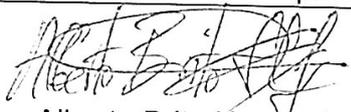
Nº DNI o pasaporte: 78859943G	Nombre y Apellidos: Inés Rodríguez Sánchez
Teléfono: 638322405	Dirección de correo electrónico: Nesy_1993@hotmail.com

SOLICITA la defensa y evaluación del Trabajo Fin de Grado

TÍTULO

BIODIVERSIDAD MARINA Y EL RIESGO DEL PETRÓLEO: EL CASO DE LAS CANARIAS ORIENTALES.
--

Autorización para su depósito, defensa y evaluación

D./Dña. Alberto Brito Hernández	
Profesor/a del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología	
y D./Dña.	
Profesor/a del Departamento de	
autorizan al solicitante a presentar la Memoria del Trabajo Fin de Grado	
 Fdo.: Alberto Brito Hernández	Fdo.:

La Laguna, a 2 de Septiembre de 2016

Firma del interesado/a



SR/A. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE GRADO DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA

Documentación a adjuntar:

- Un ejemplar en formato electrónico de la Memoria conforme a las normas de presentación establecidas en el Anexo I del Reglamento para la elaboración y defensa del TFG.
- Informe-evaluación de los tutores en sobre cerrado y firmado.

Ejemplar para la Secretaria

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. METODOLOGÍA.....	8
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.1. Valores y niveles de protección de la biodiversidad marina en Lanzarote y Fuerteventura	8
3.1.1. Nivel internacional.	8
3.1.2. Nivel Comunitario.....	10
3.1.3. El Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura.	12
3.1.4. Nivel Autonómico.	14
3.2. Posibles impactos de las prospecciones petrolíferas sobre la biodiversidad. ..	15
3.2.1. Riesgos de las emisiones acústicas en la campaña sísmica y de perforación.	15
3.2.2. Direcciones probables de los derrames de hidrocarburo.....	19
3.2.3. Plumas de hidrocarburo	21
3.2.4. Contaminación por vertido y posibles efectos en la biodiversidad marina.	22
3.2.5. Otros posibles impactos que se pueden presentar:	25
4. CONCLUSIONES.....	25
5. BIBLIOGRAFÍA.....	27

RESUMEN.

Este trabajo se presenta como una síntesis de los diferentes estudios realizados sobre el proceso de actuación de la empresa Repsol, tras su autorización para el desarrollo de prospecciones petrolíferas en zonas situadas a lo largo del canal existente entre las islas orientales del Archipiélago canario (Lanzarote y Fuerteventura) y la costa africana. Igualmente, se analizan los posibles impactos que se podrían causar tanto en el proceso de perforación como en el caso de fuga de hidrocarburos por vertido. Para ello presentamos una síntesis de la riqueza y singularidad de la biodiversidad marina y las medidas de gestión ambiental existentes en las islas implicadas, además de datos y ejemplos reales de otras zonas en las cuales se produjeron prospecciones con daños significativos en los ecosistemas presentes, concluyendo que existen numerosos fallos en el análisis de riesgo relativo a los posibles impactos en una zona de elevado valor ecológico.

Palabras clave: Biodiversidad marina, Canarias, Contaminación, Petróleo, Prospecciones.

ABSTRACT

This work is presented as a synthesis of different studies about the process of the company Repsol, after its authorization for the development of oil prospecting in areas along the existing canal between the eastern islands of the Canary Islands (Lanzarote and Fuerteventura) and the African coast, and possible impacts that could cause at the process and in case of leakage of hydrocarbon. We present a synthesis of the biodiversity and environmental management of the Islands involved, data and real-life examples of areas where prospecting significantly damage actual ecosystems. Therefore, we conclude that are many problems at the risk analysis of the potential impacts at areas with high ecological value.

Keywords: Marine biodiversity, Canary Islands, Pollution, Petroleum, Prospecting.

1. INTRODUCCIÓN.

El petróleo y sus derivados constituyen la fuente de la mayor parte de la energía consumida en España y, aunque existen en el país algunos yacimientos de petróleo, casi la práctica totalidad del crudo que se trata en las refinerías españolas es importado.

Los riesgos de impactos del transporte de hidrocarburos por el mar, así como de las exploraciones y explotaciones de estos recursos, sobre la biodiversidad marina son relativamente bien conocidos (por ejemplo, Engås *et al.*, 1996; ERM, 2002; Pierpoint & Fisher, 2003; White *et al.*, 2012; Fisher *et al.*, 2014) y tienen también una gran repercusión social y económica (por ejemplo, García, R., 2012; El PAÍS, 2014). Estos impactos ambientales alcanzan mayor importancia cuanto mayor es la singularidad e importancia ecológica y económica de las especies y ecosistemas presentes en las áreas afectadas.

En el año 2002 se concedió a Repsol S. A. permiso de investigación de hidrocarburos en varios sectores de Canarias situados al este de la costa de Lanzarote y Fuerteventura, a una distancia de entre 50 y 105 km de la línea de costa, aunque por la insuficiente información sobre estas áreas y la necesidad de un estudio de impacto ambiental, no fue hasta 2012 cuando se iniciaron los trabajos de exploración. El fundamento de tales concesiones se basó en que la zona de estudio se encuentra en una cuenca oceánica donde se han identificado montículos de forma circular en sus fondos, que se podrían atribuir a afloramientos de diapiros salinos correspondientes a un período Triásico-Jurásico, asociados habitualmente con depósitos de hidrocarburos. Además de que entre Canarias y África se localiza una importante cuenca cuyos sedimentos alcanzan los 15 km de espesor procedentes principalmente del Jurásico y Cretácico y en menor medida del Terciario (Tesoro & Génova, 2013; Alenta Medio Ambiente S.L., 2013, La Provincia, 2016).

La zona de estudio por tanto está situada en el canal de separación existente entre las Islas orientales y la costa continental africana, abarcando unos 6.100 kilómetros cuadrados en un área marina situado frente a las costas de Lanzarote y Fuerteventura (Figura 1), donde la profundidad vertical total varía entre 2.500 m y 4.000 m del nivel del mar, y la lámina de agua es de entre 800 m y 1.600 m. En la documentación presentada por la empresa (Tesoro & Génova, 2013) se señala la posibilidad de que

algunos sondeos puedan tener una trayectoria desviada, con una desviación media aproximadamente de 3.500 m para una profundidad vertical de 3.200 m.

Una vez obtenidos los permisos, la empresa se preparó para iniciar los sondeos mediante perforación, previstos inicialmente en dos de las seis localizaciones de posibles (Tabla 1), Sandía y Chirimoya, llegándose a plantear la posibilidad de una tercera perforación en el sondeo denominado Zanahoria, dependiendo de los resultados anteriores.

Tabla 1.Coordenadas y características de los sondeos autorizados en Canarias para la empresa Repsol.

Sondeo	Características		Coordenadas		Distancia mínima	
	Tipo de sondeo	Profundidad (m)	UTM X	UTM y	Lanzarote	Fuerteventura
Sandía	Desviado	870	677455	3160589	54	62
Plátano	Desviado	857	691090	3180725	51	75
Chirimoya	Desviado	1.093	665302	3153274	55	50.5
Cebolla	Vertical	1.148	717880	3206287	68	105
Zanahoria	Vertical	1.018	671260	3157240	54	56
Naranja	Desviado	1.400	722593	3232048	69	118

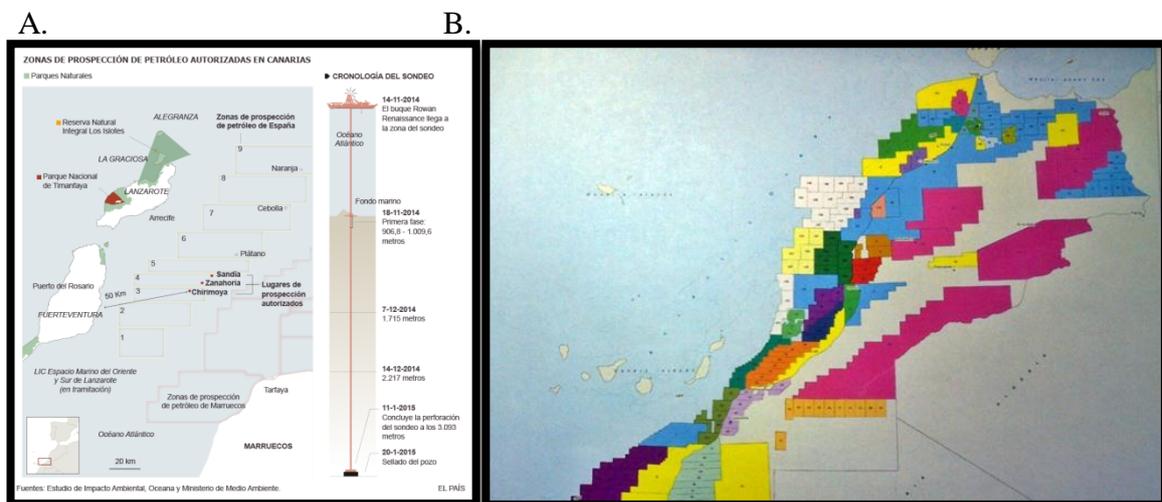


Figura 1.A. Zonas de prospección de petróleo autorizadas en Canarias y cronología del sondeo (periódico EL PAIS, 2015). B. Superficie de explotación de petróleo en Marruecos (tomado de: Diario de Avisos, 2013).

La unidad de perforación utilizada para los sondeos fue un barco con posicionamiento dinámico, sin embargo, se mantuvieron otras dos alternativas adicionales como son la plataforma semisumergible anclada en el fondo y la plataforma semisumergible posicionada dinámicamente.

Según el proyecto, las perforaciones en el mar se realizan en varias fases de diámetro decreciente con la profundidad mediante brocas de perforación situadas en los extremos de un “drill string” (tubo de acero, sarta de perforación). El programa por tanto se divide en dos fases: una con la instalación de tubería de conexión entre la cabeza del pozo y la unidad de perforación (“riser”), que es de sistema abierto (“riserless”) y cerrado. Tras esto, se produce la instalación del sistema de seguridad constituido por un sistema de prevención de erupciones o BOP.

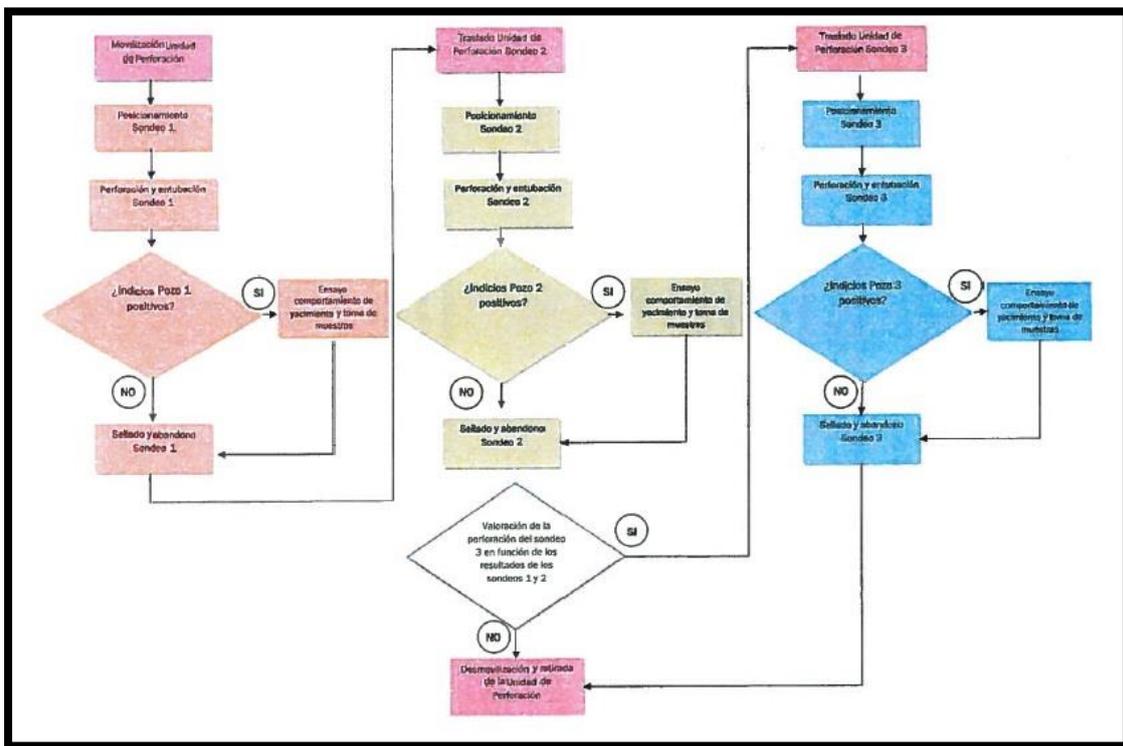


Figura 2. Cronograma de actividad (tomado de: Tesoro & Génova, 2013).

Si durante la perforación se tienen indicios de que el sondeo puede ser positivo, se valora la realización de un ensayo del comportamiento del yacimiento y toma de muestra variando desde un simple ensayo de carácter limitado al fondo del sondeo hasta la extracción a superficie de los fluidos, realizándose en un periodo limitado, a través de una columna específica para el monitoreo y control de los mismos.

Por tanto, la unidad dispone de un sistema de seguridad constituido por un BOP, que se instala sobre la cabeza del pozo, permitiendo cerrar el sondeo para aislarlo del mar y la superficie en el caso de que hubiera o se sospechase la existencia de sobrepresiones del sondeo o de tener que aislar el sondeo en seguridad para reparar averías. Si por el contrario da negativo, se procede al abandono del sondeo pudiendo ser temporal o definitivo; si es temporal, se colocaran tapones para permitir volver a entrar en el mismo con el objeto de acondicionarlo y complementarlo para la puesta en producción en un futuro. Si es definitivo, el taponamiento se asegurara con cemento inyectado a presión en el hueco del sondeo.

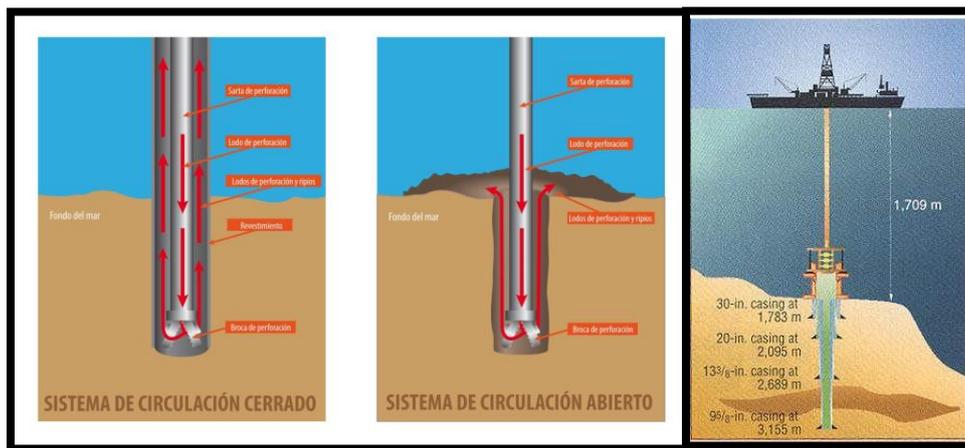


Figura 3. Sistema de circulación abierto y cerrado, y localización del BOP (tomado de: Tesoro & Génova, 2013).

Los trabajos de perforación se iniciaron en Noviembre del 2014 en el sector denominado Sandía con resultados inciertos, al parecer negativos por lo que respecta a la rentabilidad de explotación. Esto llevó a que la empresa abandonara la tentativa en enero del 2015 sellando el pozo, pero no quedó claro si se taponó definitivamente la perforación ni tampoco si los permisos siguen vigentes o no, habiendo controversias al respecto (La Provincia, 2016; El País, 2016).

Los sondeos llevados a cabo por Repsol generaron una intensa polémica entre defensores y detractores en Canarias, con una fuerte contestación social, sobre todo en Lanzarote y Fuerteventura, por razones medioambientales y económicas. La preocupación por los riesgos también se manifiesta en relación a las prospecciones previstas y en marcha en aguas de Marruecos, al norte de Canarias y en el Sáhara (Figura 1).

El Archipiélago canario ocupa una privilegiada situación entre las aguas templadas y las zonas tropicales del Atlántico norte lo cual favorece a la coexistencia de una elevada biodiversidad marina, con más de 5.300 especies marinas catalogadas (Moro *et al.*, 2003). Además, representa para un punto caliente de la biodiversidad para algunos grupos emblemáticos de la fauna marina, considerando que en un sector tan reducido habitan al menos 30 especies pertenecientes a 7 familias de cetáceos. En concreto, las aguas de Fuerteventura y Lanzarote son un punto caliente de extraordinaria biodiversidad, representada en una extensa red de espacios protegidos debido a su singular y bien conservada biodiversidad; en el caso de los cetáceos, son 28 las especies registradas hasta la fecha en el área (Almón *et al.*, 2014).

El objetivo del presente trabajo es la realización de una síntesis que permita interpretar los riesgos que conllevan las prospecciones petrolíferas en el mar sobre la biodiversidad marina canaria. Se presentará la información recopilada disponible sobre las prospecciones de hidrocarburos en el canal de separación existente entre las islas orientales del Archipiélago canario y las costas continentales africanas, así como las que se realizan en áreas situadas al norte en aguas de Marruecos, teniendo en cuenta los mencionados valores de dicha biodiversidad, su importancia ecológica y económica.

2. METODOLOGÍA.

El proceso metodológico se basa principalmente en la recopilación de toda la información disponible sobre los planes de prospección de hidrocarburos en entornos cercanos a las Islas Canarias, los valores de la biodiversidad marina y sus niveles de protección en las islas orientales (Lanzarote y Fuerteventura); así como, los posibles impactos tanto en el proceso de prospección como por posibles derrames, basados en datos relevantes de casos conocidos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Valores y niveles de protección de la biodiversidad marina en Lanzarote y Fuerteventura

3.1.1. Nivel internacional.

- Zona RAMSAR

En el extremo litoral suroriental de la isla de Fuerteventura, el Saladar de Jandía o playa del Martorral, se localiza el único humedal designado por el Convenio de Ramsar. Protegido desde 1987, es Sitio de Interés Científico desde 1994, es Lugar de Interés Comunitario (LIC) desde el 2000 y el único humedal de Canarias incluido en la Lista de Humedales de Importancia Internacional dentro del Convenio Ramsar desde el 24 de octubre de 2002 (<http://www.gobiernodecanarias.org>).

Este humedal constituye una comunidad vegetal que soporta inundaciones periódicas producidas por la pleamar, siendo la única representación del ecosistema denominado matorral halófilo termoatlántico existente en la región biogeográfica insular de la Macaronesia, con una extensión aproximada de 1.270.000 m².

- Convenio de Berna.

Trata sobre la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa y recoge especies como la angiosperma marina *Cymodocea nodosa*, o todas las especies de tortugas marinas, como la tortuga boba (*Caretta caretta*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), y cetáceos. Estos últimos tienen una distribución cosmopolita por lo que este tratado recoge desde especies residentes todo el año, como son el calderón tropical, delfín mular, delfín gris, zifio de Blainville, zifio de Cuvier y el cachalote, hasta las especies residentes estacionales, que solo pasan parte del invierno y primavera en aguas Canarias, como son el delfín común, el rorcual tropical o el rorcual norteño... Además, propone mantener fuera de peligro poblaciones de especies como el mero (*Epinephelus marginatus*) y el angelote (*Squatina squatina*).

- Lista Roja de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza.

En esta lista se encuentran tanto tortugas y cetáceos presentes en las Islas, además de otras especies como son el angelote (*Squatina squatina*) en peligro crítico, y el abade (*Mycteroperca fusca*), el mero (*Epinephelus marginatus*), la raya bramante (*Rostroraja alba*) y el atún rojo (*Thunnus thynnus*) como en peligro; la mantellina (*Gymnura altavela*), los quelmes (*Centrophorus spp.*) y la gorgonia blanca (*Eunicella verrucosa*) como vulnerables (García Moral, 2013).

- Reservas de la Biosfera.

Desde 1993 Lanzarote forma parte de la Red Mundial de Reserva de la Biosfera, con 38.000 ha de superficie marina, y Fuerteventura desde 2009 con una superficie marina de 187.839 ha (<http://www.unesco.org>).

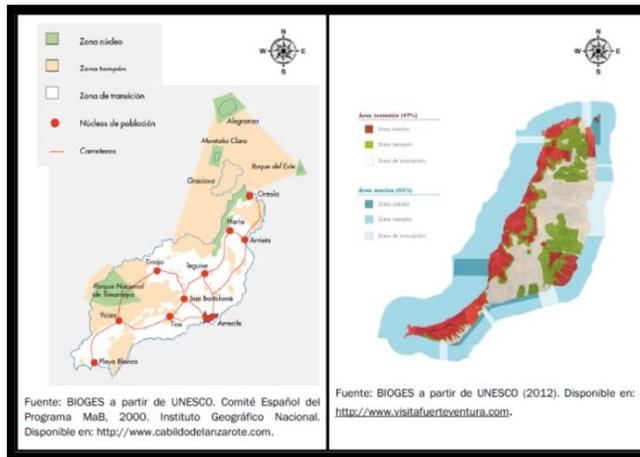


Figura 4. Mapa de zonificación de las Reservas de la Biosfera de Lanzarote y Fuerteventura.(tomado de: <http://www.gobiernodecanarias.org>)

- Zonas Marinas Especialmente Sensibles de Canarias.

El norte de Lanzarote forma parte de las cinco zonas restringidas en 2005 por la OMI (Organización Marítima Internacional) por el valor ecológico, social, económico, cultural, científico y pedagógico de la zona y su vulnerabilidad a los daños causados por el tráfico marítimo internacional, que en gran medida se relaciona con el transporte de petróleo y otras mercancías peligrosas (<http://www.unesco.org>).

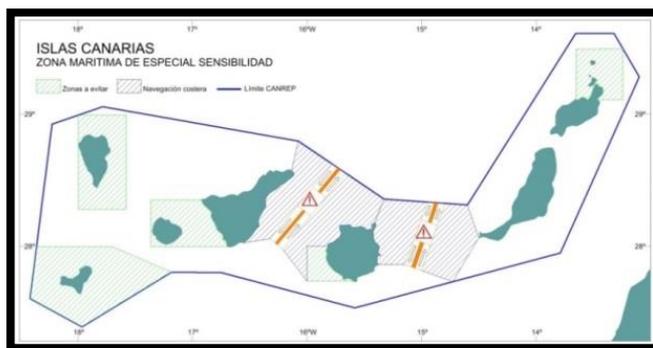


Figura 5. Delimitación geográfica de la ZMES de Canarias (tomado de: <http://www.unesco.org>)

3.1.2. Nivel Comunitario.

- Área de Importancia Internacional para las Aves (IBA).

Las IBA, se trata de espacios que si bien no se encuentran legalmente protegidos, “han desempeñado en Europa un papel clave en la designación de las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), espacios incluidos en la red Natura 2000 europea, derivadas de la Directiva de Aves Silvestres (2009/147/CE). La mayor parte de las aves reproductoras se alimentan en las ricas aguas de la plataforma continental del noroeste

de África o bien en aguas estrictamente oceánicas. Entre estas especies destacan el petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*), la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), la pardela chica (*Puffinus assimilis*), el paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*), el paíño de Madeira (*Oceanodroma castro*), pardela pichoneta (*Puffinus puffinus*), paíño pechialbo (*Pelagodroma marina*), gaviota sombría (*Larus fuscus*), gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*), charrán rosado (*Sterna dougallii*) y el charrán común (*Sterna hirundo*). Además, en las Islas de Lanzarote y Fuerteventura se encuentran los IBA del estrecho de la Bocaina (ES401) y el de los islotes de Lanzarote (ES327) (BirdLife International, 2008).



Figura 6. Localización de IBAs marinas (tomado de: BirdLife International, 2008)

- Red Natura 2000

La Red Natura 2000 es una red ecológica que está compuesta por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que son posteriormente elevados a Zonas Especiales de Conservación (ZEC) por cada país, ambas figuras establecidas por la Directiva Hábitats, y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), creadas por la Directiva 2009/147/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009.

El Archipiélago canario consta con muchos sectores costeros y marinos reconocidos y amparados dentro de la Red Natura 2000 como espacios protegidos por la presencia de especies y ecosistemas marinos, que constituyen un patrimonio natural único en la Unión Europea. Las islas de Lanzarote y Fuerteventura presentan 21 ZECs, de las cuales 9 son en áreas marinas y costeras (<http://www.gobiernodecanarias.org>).

Actualmente se ha aprobado la propuesta de inclusión en la lista de lugares de importancia comunitaria de la red Natura 2000, como LIC, el espacio ESZZ15002 (Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura) con una superficie aproximada de 14.311,71 Km² (BOE, 2015).

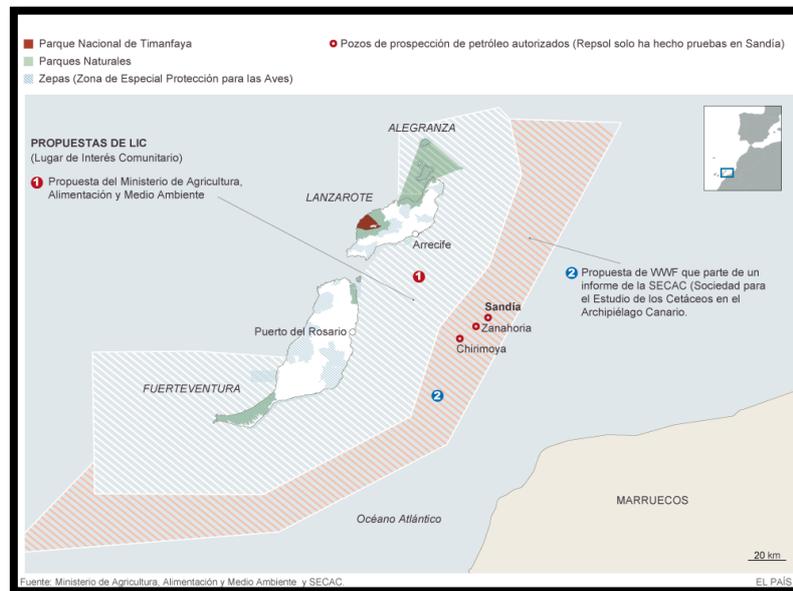


Figura 7. Red Natura 2000 con El LIC Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura (en gris) y la ampliación propuesta por presentada las organizaciones ecologistas (en rojo) (El País, 2015).

3.1.3. El Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura.

Propuesta presentada por LIFE+INDEMARES, para ampliar la Red Natural 2000 en el ámbito marino, integrando los ZECs existentes en el área y otros espacios protegidos en un espacio mayor que a su vez engloba otros hábitats importantes hasta ahora no considerados, consiguiendo incrementar la protección de nuestros mares desde menos del 1% hasta más del 8% (Almón *et al.*, 2014).

La zona al sur de Fuerteventura engloba el entorno de la baja de Amanay y El Banquete, dos montañas submarinas y de Lanzarote La Reserva Marina de La Graciosa e islotes del norte de la isla, además del área marina del Archipiélago Chinijo. El edificio de Amanay tiene forma circular mientras que El Banquete es de techo más elongado. Ambos emergen desde una profundidad máxima de 2000 m hasta 25-30 m bajo el nivel del mar y están separados por un canal de profundidad variable llegando a los 1500 m. Su importancia como punto caliente de biodiversidad se acrecienta por las especiales características de las montañas submarinas. Se han identificado y catalogado 771 especies distintas, muchas de ellas consideradas vulnerables o en declive a escala

nacional e internacional, como *Eunicella verrucosa*, *Narcissia canariensis*, *Neophrissospongia nolitangere* y *Centrostephanus longispinus*. Destaca también la existencia de corales de aguas frías como *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata*, además de *Solenosmilia variabilis*. Extensiones importantes de rodolitos se localizan en las zonas más someras de ambos bancos, base de un hábitat con gran biodiversidad, como también ocurre con las comunidades de corales negros compuestos por las especies *Stichopathes setacea*, *S. gracilis* y *Antipathes furcata*. También se localizan facies de *Pheronema grayi* y comunidades de esponjas Litístidas (*Leiodermatium lynceus* y *Neopryssospongia nolitangere*) y la gorgonia *Viminella flagellum*. Además incremento de alimento y el aumento de la complejidad ambiental que aportan estas comunidades favorecen las agregaciones de peces demersales y bentopelágicos y, por consiguiente, el aumento de la presencia de especies visitantes como tiburones pelágicos, túnidos, cetáceos, tortugas y aves marinas (Almón *et al.*, 2014; BOE, 2015).

En relación a los cetáceos en la zona de estudio, se encuentra: el cachalote (*Physeter macrocephalus*), el cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*), el cachalote enano (*Kogia sima*), el zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), el zifio de Blainville (*Mesoplodon densirostris*), el zifio de Gervais (*Mesoplodon europaeus*) siendo esta zona un área clave para esta especie junto con Bahamas, el zifio de True (*Mesoplodon mirus*), el calderón gris (*Grampus griseus*) y el calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*). En estas aguas se ha comprobado la presencia del delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín moteado atlántico (*Stenella frontalis*), el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) y delfín mular (*Tursiops truncatus*), que se halla presente durante todo el año estrechamente ligadas a determinados sectores costeros de las zonas de alimentación y reproducción situándose sobre todo en zonas del Norte y Sur de estas islas.

En relación a las grandes ballenas, se ha observado en el oriente de Fuerteventura y Lanzarote cinco especies de rorcuales: el rorcual común (*Balaenoptera physalus*), el rorcual norteño (*Balaenoptera borealis*), el rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata*), el rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*) y la yubarta (*Megaptera novaeangliae*) (Almón *et al.*, 2014).

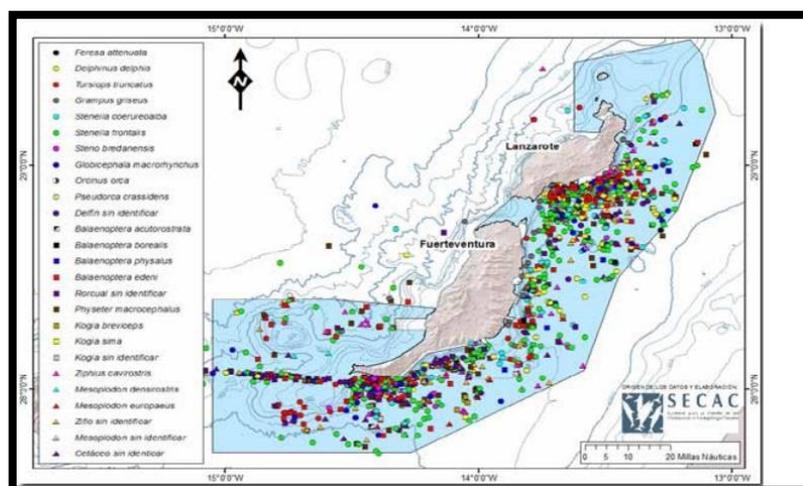


Figura 8. Puntos de avistamiento de las especies de cetáceos identificadas en las campañas del proyecto INDEMARES (Almón *et al.*, 2014).

El Estrecho o Canal de Canarias, situado entre las islas orientales de Canarias y el continente africano. Es lugar de paso migratorio, presencia de inmaduros e importante para su dispersión trófica del atún rojo (*Thunnus thynnus*). Las corrientes submarinas de esta zona, unidas al régimen de vientos y el aporte de nutrientes procedentes de sus fondos profundos son responsables de los upwelling que se producen en la costa africana, favoreciendo la presencia de especies de pequeños pelágicos en el oeste africano, lo que favorece la existencia de pesquería. Por lo cual es una zona de producción para especies como la sardina, alancha, y otros peces pelágicos y demersales como son la merluza y diversos cefalópodos. Además de haberse descrito nuevas especies de peces de profundidad como los macroúridos (*Macrosmia palacra* o *Coryphaenoides thelestromus*), o especies como *Peristedion cataphractum* (ERM, 2002).

3.1.4. Nivel Autonómico.

- Red Canaria de espacios protegidos (RCENP)

Agrupar un total de 146 Espacios que abarcan más de 300.000 ha, de las cuales 15 se localizan en zonas costeras y marinas en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, siendo entre ellas: Parques naturales, Reservas Naturales Integrales (Reserva Natural integral de los Islotes) y Paisajes Protegidos (Sitio de interés científico de Playa del Matorral, Los Jameos, Janubio) (Tesoro & Génova, 2013; <http://www.gobiernodecanarias.org>).

- Reservas marinas de interés pesquero

De la zona de estudio cabe destacar la Reserva Marina de la isla de la Graciosa e islotes del norte de Lanzarote (Archipiélago Chinijo), tiene una extensión de 70.700 ha, donde el 40% de su extensión se encuentran en aguas exteriores y el resto se corresponden con

el Parque Natural del Archipiélago Chinijo (García, 2013; <http://www.gobiernodecanarias.org>), incluyendo una reserva de protección integral en el entorno del Roque del Este.

- Arrecifes artificiales.

La ley de Pesca de Canarias también declara como protegidos seis campos de arrecifes artificiales, de los cuales los más modernos se ubican en la costa noreste de Lanzarote y sureste de Fuerteventura (<http://www.gobiernodecanarias.org>).

3.2. Posibles impactos de las prospecciones petrolíferas sobre la biodiversidad.

Tras la aprobación para el desarrollo de prospecciones petrolíferas en aguas cercanas al litoral canario, se realizaron diversos estudios, tanto de la empresa interesada como de corporaciones e investigadores externos, sobre los posibles riesgos y consecuencias medioambientales sobre la flora y fauna marina del Archipiélago Canario.

En este apartado se realizará una síntesis donde se pondrán en discusión los datos incluidos en el informe de impacto ambiental de RIPSa y los presentados en las diversas investigaciones llevadas a cabo por otros organismos.

3.2.1. Riesgos de las emisiones acústicas en la campaña sísmica y de perforación.

Una de las principales inquietudes medioambientales y uno de los riesgos posibles respecto a las campañas de sísmicas es el efecto de la fuente de sonido de baja frecuencia sobre los animales marinos. Diversos estudios muestran que las emisiones acústicas de las prospecciones sísmicas presentan un fuerte impacto sobre las pesquerías, relacionado con el comportamiento de los peces, como se ha demostrado en el estudio sísmico realizado en el Mar del Norte, donde se observó que las poblaciones disminuyeron un 36% para especies demersales, 54% en especies pelágicas y 13% en pequeños pelágicos, comparados con la abundancia anterior a la actividad sísmica (Bohne *et al.*, 1985).

Los posibles efectos que presenta Repsol en su estudio son: efectos letales, daños patológicos en los sistemas auditivos o en otros órganos, cambios de comportamiento, o la interferencia con el uso de señales acústicas de comunicación o de distintas señales naturales utilizadas por animales marinos, al presentar en su campaña cañones de aire

que concentran la mayoría de su energía en un rango de frecuencia entre 0-125 Hz (Tesoro & Génova, 2013).

Experimentos realizados con cañones de aire individuales de este estilo han demostrado la existencia de efectos letales únicamente para el plancton y el desove de peces, en zonas limítrofes con el barco, por las altas presiones. Sobre los peces se consideran generalmente temporales, a excepción de que se produzca en distancias muy cortas que impidan la aparición de conductas de huida, posiblemente en un rango de muchos kilómetros de distancia de la fuente (García Moral, 2013), considerando muy improbable o inexistente la afección a especies de fondo (demersales), dada la profundidad de la lámina de agua en la zona de la campaña sísmica. En el caso de los cetáceos y tortugas, el riesgo de que se produzca algún daño o lesión se limita a la zona inmediatamente adyacente a los cañones de aire (Tesoro & Génova, 2013). Respecto a los daños fisiológicos de estos mamíferos, la empresa afirma que existe muy poca superposición entre las frecuencias de audición de los pequeños odontocetos y la frecuencia de sonido predominante producida por los cañones de aire de las campañas sísmicas, sin embargo, parece existir una elevada superposición entre estas frecuencias y las producidas por el sonido de las ballenas y grandes odontocetos, pudiendo producir cambios en el comportamiento como variaciones en los patrones de respiración, modificación de trayecto para evitar la fuente de sonido, disminución de la velocidad de natación y cambios en el rumbo (Richardson, 1995). Pero, según otros autores, los mamíferos al encontrar el sonido progresivamente molesto optarán por huir de la zona antes de que llegue a producirles alguna lesión auditiva o efecto fisiológico (Mark *et al.*, 1998).

Sin embargo, diversos estudios muestran que la exposición a sonidos de suficiente intensidad causa una reducción en la sensibilidad acústica (cambio del umbral de detección), bien de forma temporal o bien de forma permanente, aunque la acumulación de daños temporales al sistema auditivo puede llegar a causar daños permanentes (Melnick, 1991), por lo que la presión sonora recibida y la repetición y duración de sonido marcarán el grado de desgaste de las células auditivas o la afección anatómica a los estereocilios de la cóclea (Gordon *et al.*, 1998; McCauley *et al.*, 2000). Por tanto, existe el riesgo de que las emisiones acústicas pueden producir impactos tanto agudos como crónicos. Los efectos agudos potenciales incluyen los riesgos de daños o lesiones inmediatas auditivas o del cuerpo, debidas a una intensa fuente de sonido, mientras que

los posibles efectos crónicos implican el riesgo de la degradación del hábitat o la exclusión de áreas de importancia por largos periodos de tiempo, incluso a niveles moderados de presión sonora (ERM, 2002). Esto es un problema ya que muchos taxones utilizan las buenas condiciones de transmisión acústica para usar sonidos en una amplia gama de funciones biológicas, como comunicación, cortejo y hasta localización de presas de forma pasiva o por ecolocalización, además de con fines de orientación tanto, por mamíferos marinos como por larvas de peces, utilizando estímulos acústicos biológicos (Montgomery *et al.*, 2006). Estos cambios pueden producir daños o incluso la muerte, o cambios en la calidad del hábitat que pueden generar estrés (Wright *et al.*, 2008). El impacto de las actividades sísmicas se da a varios niveles (Gordon *et al.*, 1998), resumidos en los datos modificados por diferentes autores:

-Daños físicos: Daño a tejidos corporales, daños graves a las estructuras auditivas, cambio permanente del umbral de sensibilidad (reducción irreparable de la sensibilidad auditiva a ciertas frecuencias), cambio temporal del umbral de sensibilidad (reducción recuperable de la sensibilidad auditiva).

-Datos perceptivos: Solapamiento y ocultación de sonidos biológicos relevantes por ruidos de origen antrópico, incluyendo sonidos comunicativos, ecolocalización (sonar altamente especializado) y sonidos asociados de evitación de depredadores o colisiones con embarcaciones.

-Efectos comportamentales: Interrupción de comportamientos normales, por ejemplo alteración de ritmos respiratorios y de inmersión, alejamiento de ciertas áreas, etc. Estos efectos se dan incluso a varios kilómetros de la fuente de emisión (hasta 73 Km dependiendo de la especie, correspondiendo a niveles de depresión acústica recibida entre 125 y 133 dB re. 1 μ Pa); cambio de rutas migratorias para evitar la cercanía de los barcos de prospección.

-Efectos crónicos: Stress con consecuencias de inmunodepresión y reducción de viabilidad reproductiva. Incremento del gasto energético, Repercusiones poblacionales a largo plazo: Insuficientemente conocidas debido a la falta de estudios dirigidos a lo largo de un periodo suficiente de tiempo.

-Efectos indirectos: Reducción en la disponibilidad de presas y por tanto de la actividad trófica, pérdida de calidad del hábitat: En un medio acuático con capacidad de transmitir el sonido cinco veces mayor que en el aéreo, dos de las medidas más importantes de la

calidad del hábitat son la contaminación química y la contaminación acústica (ICES, 2000).

Muchos son los ejemplos que representan estos efectos, como el estudio donde se pudo demostrar que los peces óseos son particularmente vulnerables a los sonidos intensos, debidos a la existencia en la mayoría de una vejiga natatoria llena de aire (Gordon *et al.*, 1998). Varamientos de zifios en el Mar de Cortés en México, Islas Galápagos y en las Islas Aleutianas que coinciden con el tiempo de estudios sísmicos, presentando a los zifios como especies más sensibles a la contaminación acústica. Varamientos por daños fisiológicos directos e indirectos de calamares gigantes (*Architheutis dux*) en Asturias simultáneamente a prospecciones sísmicas en el área (Guerra *et al.*, 2004; Guerra *et al.*, 2005), con daños severos en las estructuras auditivas y uno de ellos llegando a presentar daños extensivos en los órganos internos. O el estudio en el Golfo de México sobre el impacto de los pulsos sísmicos en los cachalotes (*Physeter macrocephalus*), demostrando que los niveles de sonido recibidos en hidrófonos adheridos a cachalotes, localizados a 2 y 12 km de distancia del barco sísmico, fueron idénticos a los obtenidos con un espacio de menor nivel sonoro a distancias intermedias (Madsen *et al.*, 2006). Esto significa que la afirmación de Repsol de que los cetáceos solo se verán afectados si se acercan al barco no es del todo correcto, ya que son fenómenos poco intuitivos donde un receptor puede recibir mayor nivel a mayor distancia del barco sísmico que otro situado más cerca del mismo, si el primero se encuentra en una zona de concentración (McCauley *et al.*, 2000).

Los misticetos o ballenas con barbas vocalizan principalmente en bajas frecuencias, coincidentes con las de mayor energía de las prospecciones sísmicas. Los odontocetos o cetáceos con dientes emiten a frecuencias medias y altas, por lo que como ya se mencionó antes Repsol los considera como libres de impacto en las prospecciones sísmicas. Sin embargo, se ha demostrado que los impulsos sísmicos transmitidos cerca de la superficie contienen energía cuyas frecuencias coinciden con los rangos de emisión de muchas especies de odontocetos (Goold & Fish, 1998; McCauley *et al.*, 2000; Madsen *et al.*, 2006; DeRouter *et al.*, 2006), poniendo de manifiesto la posibilidad de que un sonido de muy alta intensidad pueda ser perjudicial, aunque no coincida con las frecuencias de la vocalizaciones de las especies.

3.2.2. Direcciones probables de los derrames de hidrocarburo.

El estudio de EIA presentado por RIPSA presenta carencias importantes en dos aspectos principales: el análisis de riesgo y la caracterización de la fauna pelágica y el posible impacto sobre la misma (Aguilar, 2013). Según esta autora, dicha empresa no considera las experiencias anteriores de accidentes en plataformas profundas de hidrocarburos, ni la variabilidad de las corrientes marinas y la existencia de corrientes de aguas profundas en la zona de trabajo, que hacen que la perforación de pozos de petróleo a tanta profundidad represente un riesgo mucho más alto que la perforación en aguas someras.

Aunque la empresa responsable recalca en diversos informes que los datos de corrientes, usando dos modelos HYCOM (modelo hidrodinámico 3D, que permite obtener datos de dirección y velocidad de corrientes a largo plazo) y el modelo MyOcean (cuyos resultados fueron proporcionados por el instituto de Oceanografía y IOCAG de las Palmas de Gran Canaria), muestran una misma dirección predominante hacia el sector SW, de baja intensidad, con velocidades que oscilan entre 10 y 20 cm/s, si bien con una gran variabilidad estacional y temporal, en lo que se refiere su dirección, y una intensidad que no se encuentra sometida a cambios estacionales significativos. Otras publicaciones, por el contrario, demuestran la variabilidad del régimen de vientos y corrientes en Canarias pueden producir transportes netos en superficie de Este a Oeste (filamentos del afloramiento sahariano), y en profundidad de Sur a Norte (por ejemplo, Barton *et al.*, 2004; sintetizado en Aguilar, 2013). Además, hay varios factores que pueden alterar el transporte neto de hidrocarburos si se produjera un accidente en el proceso, como el fenómeno de vientos del Este al Sureste que favorecería al transporte hacia el Oeste de los hidrocarburos en superficie, o las variaciones del flujo de transporte general hacia el Sur-suroeste que son provocadas por el mencionado transporte de agua desde el afloramiento sahariano hacia Canarias. También se observan otros fenómenos como giros o turbulencias que aumenta la complejidad de los modelos de transporte de un posible derrame (por ejemplo, Barton *et al.*, 2004; sintetizado en Aguilar, 2013) (Figura 9), creando una gran incertidumbre sobre el riesgo de contaminación y afección a la biodiversidad.

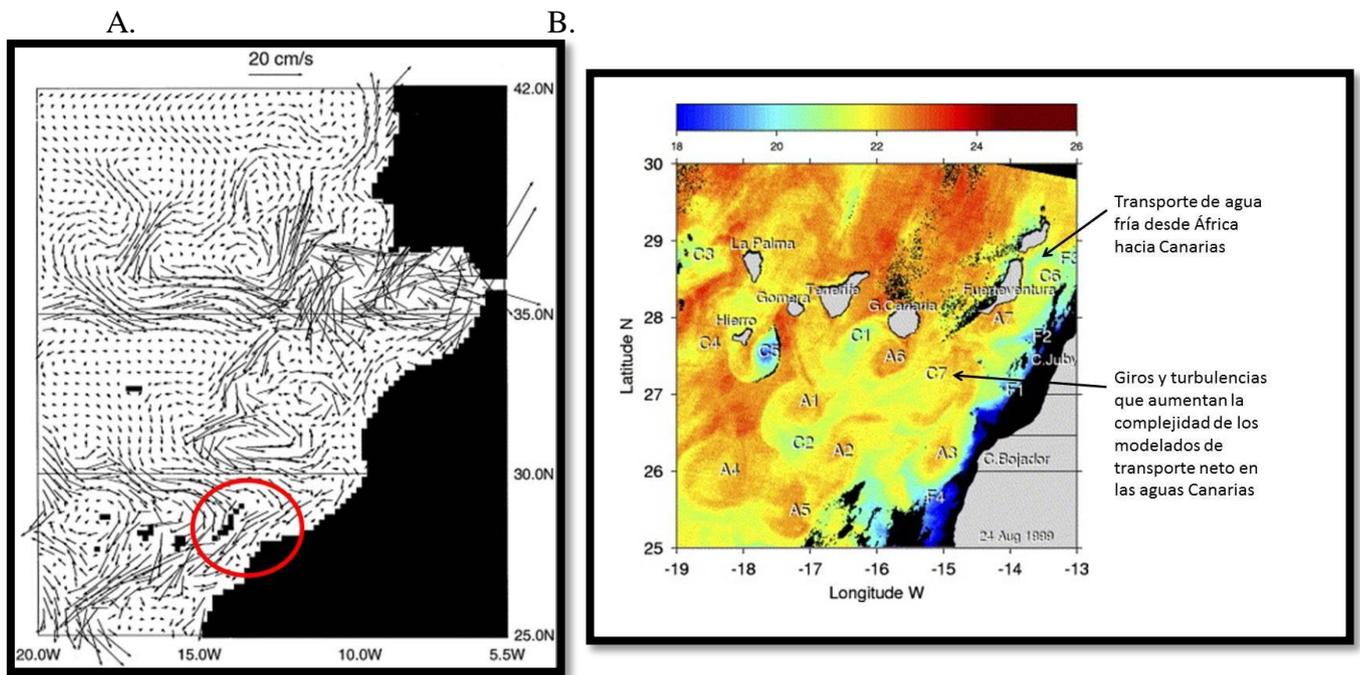


Figura 9. A. Modelado de la dirección del movimiento de las aguas superficiales realizado por Johnson y Stevens (2000), la zona marcada con un círculo rojo es la zona de mayor interés para el estudio de EIA de RIPSA. Se pueden observar en dicha imagen la variabilidad de las direcciones de transporte. B. Filamentos (F), remolinos ciclónicos (C) y anticiclónicos (A) en la zona de Canarias, (tomada de Barton *et al* 2004).

En vista de los datos expuestos, cabe plantear que el crudo derramado se extendería en la capa superficial impidiendo la penetración de rayos solares, inhibiendo el crecimiento de fitoplancton; además, basándonos en lo dicho anteriormente, se podría afirmar que el vertido se desplazaría hacia el sur de Fuerteventura. El sistema de remolinos presentes en la zona comprendida entre Canarias y la costa africana favorecería que la mancha permaneciera atrapada en estas aguas más tiempo. El viento produciría el movimiento de marea negra hacia las costas de Fuerteventura, Lanzarote o de forma paralela hacia las costas africanas (más o menos a la altura del cabo Bojador), e incluso existe la posibilidad de que la mancha se dividiera en dos o, en el peor de los casos, que llegara a afectar a las islas más occidentales (Machín *et al.*, 2010; Ricardo *et al.*, 2012,).

Marruecos actualmente busca hidrocarburos desde el Estrecho de Gibraltar hasta el Sáhara, autorizando a empresas estadounidenses, británicas y francesas, dividiendo su territorio en cuadrículas que suman más de 700.000 km² (Figura 10). Ha alcanzado ya acuerdos con compañías para la exploración de este recurso en una área de casi 460.000 Km² y sigue negociando para hacer lo propio en más de 141.000 Km² (Diario de Avisos, 2013; Santana, 2013), incrementándose el interés tras el hallazgo de petróleo en el pozo Sidi Ifni Musa-1 ubicado frente a las costas de Agadir (200 al km al noreste de

las islas Canarias) (Van Camp *et al.*, 1991 ;El País, 2014). Esto causa una gran preocupación a Canarias por las posibles consecuencias que tendría si se produjeran vertidos, ya que, como se explicó anteriormente, que la corriente dominante que llega al Archipiélago procede del noreste, además de que algunos filamentos de agua fría de los afloramientos africanos proceden de estos sectores (Figura 9), favoreciendo el arrastre de dichos hidrocarburos a las Islas y pudiendo generar un impacto importante que afectaría sobre todo desde el punto de vista medioambiental, económico y político.

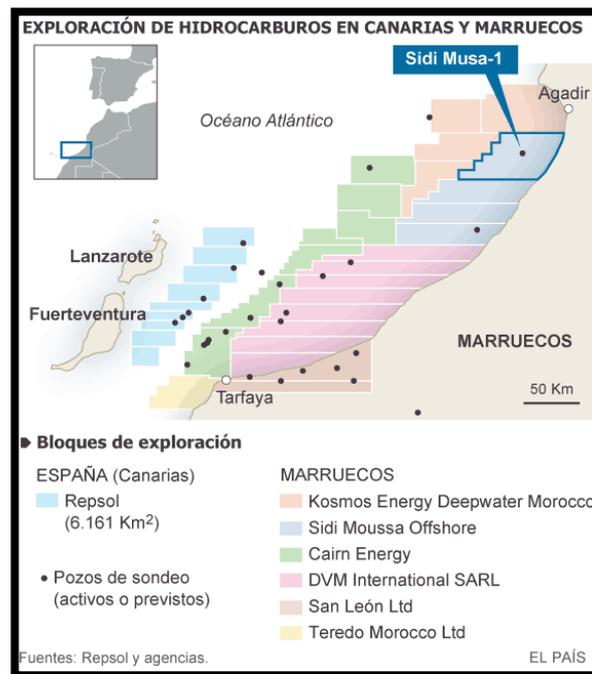


Figura 10. Zonas de exploración hidrocarburos en Canarias y Marruecos, mostrando la localización de Sidi Musa-1 (tomado de El País, 2014).

3.2.3. Plumas de hidrocarburo

Otro tema de relevancia sería el alcance de las plumas submarinas de hidrocarburos. Tomando como ejemplo el accidente de la plataforma Deepwater Horizon, de la empresa BP, en el Golfo de México, la cual presentaba características similares en cuanto a la profundidad de perforación con lo que se pretendió realizar en Canarias. En el caso de la mencionada plataforma se produjeron tres accidentes durante la fase de sondeo y perforación de los pozos, registrándose presencia de petróleo y dispersantes no biodegradados durante meses en las plumas de petróleo en aguas profundas a decenas de kilómetros de la zona de derrame (Lubchencoa *et al.*, 2012; Reddy *et al.*, 2012;

Aguilar, 2013; Montgomery *et al.*,2006). Se observó además que los patrones de dispersión y volatilización de los componentes del petróleo son muy distintos en vertidos de superficie y en los de aguas profundas, porque estos últimos presentan tiempos de residencia mayores en la columna de agua. Como consecuencia de que los componentes tienen más tiempo para disolverse y, por tanto, no hay oportunidad de perderlos por volatilización a la atmósfera, aumentan su residencia, y se produce una importante transferencia de hidrocarburos en la columna de agua (Mcnutt, 2012; Reddy *et al.*, 2012; White *et al.*,2012 ;Hazen, 2014).

Por tanto, queda claro que los accidentes de contaminación química no son exclusivos de la fase de explotación y funcionamiento rutinario de las plataformas como presenta RIPSА en su estudio.

3.2.4. Contaminación por vertido y posibles efectos en la biodiversidad marina.

El plan de contingencia medioambiental de RIPSА presenta diversos escenarios de contaminación divididos en tres tipos: Derrame Menor, si el escape de combustible es menos de una tonelada de hidrocarburos que puede ser recuperado usando el equipo que se encuentra a bordo; derrame mayor, si el escape es mayor que una tonelada y, por tanto, requerir de un equipo adicional del que se encuentra a bordo; o erupción no controlada del sondeo durante un periodo de tiempo determinado requiriendo equipos adicionales. Además, según el proyecto de Sondeos Exploratorios Marinos de Canarias (ALENTA, 2013; Tesoro & Génova, 2013), los lodos a utilizar están clasificados en la lista PLONOR como sustancias de poco o ningún riesgo para el medio ambiente por ser fácilmente biodegradables y no bioacumulables, con lo cual, aunque se presentase una fuga de material en el sondeo, sería improbable que se origine una capa de espesor por encima del umbral de sensibilidad para las especies bentónicas. Con respecto a la contaminación del agua, solo se produciría en caso de utilizar lodos en base acuosa y, como se mencionó anteriormente, se presentan como sustancias de poco o ningún riesgo para el medio ambiente (Tesoro & Génova, 2013).

No obstante, diversos artículos y estudios muestran que la perforación y explotación de pozos pueden generar una destrucción directa de las comunidades de los fondos, afectando de forma notoria a ecosistemas como las praderas de fanerógamas marinas (perforaciones a poca profundidad) cuando se pone en circulación lodos, pero también otras comunidades bentónicas, como las de los fondos arenosos y fangosos se ven afectadas de forma directa o indirectamente, y también especies nectobentónicas, ya que

resultan eliminadas las comunidades situadas en el sedimento extraído o son afectadas por el aumento de la turbidez y la deposición del material tras su resuspensión (Weber *et al.* 2011;Smale *et al.*,2012; García, 2013).

Los compuestos procedentes de las actividades de extracción pueden producir impactos de intoxicación física directa, como es en el caso de los cetáceos que son muy sensibles a los contaminantes orgánicos persistentes (COPs), los cuales se introducen en las cadenas alimenticias marinas y se bioacumulan a lo largo de la misma hasta llegar a los predadores terminales. La acumulación de contaminantes puede producir daños en el sistema reproductivo e inmunológico, ya que los hidrocarburos son lipofílicos y presentan gran variedad en la estructura de sus moléculas, siendo necesario para su degradación rutas metabólicas complejas. Esto es un problema, ya que Canarias es la zona con mayor números de especies de cetáceos de las áreas circundantes, siendo identificada como un área importante para cachalotes y para varias especies de zifios, que junto con el calderón de aleta corta y el delfín mular, entre otras, presentan poblaciones residentes en la zona y son de relevancia internacional. Estas especies se verían altamente amenazadas, dado que sus actividades de respiración y descanso en superficie las expondrían a los hidrocarburos en flotación afectando a sus vías respiratorias y por vía cutánea. Además, las plumas submarinas de hidrocarburos pueden afectar a la actividad de alimentación (Aguilar & Brito, 2002; Pierpoint *et al.*2003; Aguilar, 2013). También es necesario tener en cuenta que el área canaria en su totalidad y la zona de perforación en concreto presentan una gran diversidad de aves marinas y constituyen un importante paso migratorio de tortugas, especies para las cuales un derrame puede representar una verdadera catástrofe medioambiental por sus propias particularidades biológicas.

Los efectos que se pueden producir en los organismos, tras un vertido de hidrocarburos, pueden ser: directos letales, si provocan mortalidad al impedir la respiración o modificar la resistencia térmica, es decir, por un efecto físico derivado de la impregnación o sofocación; directos subletales si tras el contacto se produce la ingestión de hidrocarburos sin que se llegue a provocar la muerte del mismo, pero sí se producen alteraciones genéticas, bioquímicas o fisiológicas, siendo los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) los que presentan una mayor riesgo porque tienen un mayor tiempo de actuación en el sistema; o efectos indirectos, por perturbaciones sobre el ecosistema que terminarían desembocando en cambios en la estructura de las comunidades por la

alteración de la red de interacciones existentes, produciendo afecciones al hábitat, a las relaciones depredador-presa, a la competencia o alterando niveles en la productividad, dando lugar a cambios en las redes tróficas (ERM, 2002; García 2013).

No obstante, el petróleo no afecta del mismo modo en todas las especies marinas. La flora microbiana es capaz de metabolizar el petróleo y sus compuestos gracias a enzimas específicas, pero la oxidación bacteriana puede producir compuestos tóxicos para el medio. Los anélidos o las algas, por otro lado, se ha comprobado que son menos sensibles a la contaminación, llegando a verse proliferación de algunas especies en zonas contaminadas, aunque normalmente se pierde biodiversidad en estos grupos también. En el caso de Canarias, al presentar alta diversidad de especies de macroalgas, sobre todo en las rasas intermareales y los primeros metros de submareal, que son generadores de biomasa, probablemente se perdería biodiversidad y capacidad productiva (Gordon *et al.*, 1998; ERM, 2002; Guerra *et al.*, 2004; García, 2013).

En el grupo de los crustáceos, los copépodos son un subgrupo muy sensible a la concentración de petróleo, sobre todo en estado larval o juvenil, presentando muerte por asfixia, pero los isópodos y decápodos en estado adulto, por el contrario, presentan una resistencia notable a priori a las contaminaciones, como les ocurre a los gasterópodos o bivalvos, ya que estos captan los hidrocarburos y los acumulan con pequeñas desintegración metabólica, es decir, son capaces de degradarlos (ERM, 2002; García, 2013).

A medida que se aumenta en tamaño y complejidad, los individuos presentan una mayor toxicidad a los hidrocarburos como es en el caso de los peces, mamíferos marinos, tortugas.., para los cuales es altamente tóxico, afectando a cambios de metabolismo, genética o incluso la muerte. Sintetizando la información disponible a fin de complementar los datos ya mencionados, podemos señalar que para los mamíferos marinos y tortugas hay distintos tipos de afección (McCauly *et al.*, 2000; Pierpoint *et al.*, 2003; Haroun *et al.*, 2012):

- Efectos por vías inhalatorias: produce irritación del epitelio respiratorio, llegando a producir graves problemas como inflamación, congestión y hemorragias pulmonares. Si estos compuestos volátiles llegan a ser absorbidos, se producirían lesiones sistemáticas a nivel hepático, renal y del sistema nervioso central.

- Efectos por vía gastrointestinal: la entrada vía oral de petróleo en el individuo produce irritación y posterior destrucción de los epitelios esofágicos, gástricos e intestinales, y en casos más graves gastroenteritis y gastroenteritis hemorrágica, además de poder tener influencias negativas en los sistemas inmunológico y reproductor.

- Efectos por el contacto con la piel y mucosas: la impregnación externa del petróleo en los individuos produce acción lesiva directa sobre la piel produciendo irritación, siendo más grave si llega a ser a nivel ocular, produciendo desde simple lagrimeo, conjuntivitis, blefaroespasmos y hasta graves úlceras corneales.

3.2.5. Otros posibles impactos que se pueden presentar:

Introducción de especies alóctonas: Especies que han sido trasladadas, adheridas a las propias plataformas (fouling) y en el agua de lastre que transportan para la flotabilidad durante la navegación, en el transcurso de su viaje desde áreas remotas hasta la zona de estudio. Alguna de estas especies puede adaptarse y, por tanto, se corre el riesgo de que puedan convertirse en invasoras y causar afecciones. No obstante, hoy en día este riesgo ya está generalizado con la arribada a los puertos canarios de numerosas plataformas y barcos de perforaciones procedentes de muy diversas zonas de los mares.

Aumento puntual de la temperatura: La actividad de prospección puede producir un calentamiento del agua en el entorno inmediato a la zona de perforación, causado por la maquinaria, dando lugar a cambios a pequeña escala espacial que parecen de menor importancia, aunque también pueden favorecer la adaptación de especies alóctonas.

Posible actividad sísmica: Aunque la zona está considerada como de baja actividad, podría presentar algún riesgo geológico potencial como fracturación sub-superficial o seísmos locales. Pero la información sobre este aspecto es escasa y no se han encontrado estudios con datos significativos.

4. CONCLUSIONES.

Como conclusión a dicho estudio, podemos afirmar que las prospecciones en su estado de colocación, sondeo y perforación representan un alto riesgo para el medio ambiente en su totalidad y particularmente en un área como la canaria con una rica y singular biodiversidad, además de una gran cantidad de espacios protegidos. En el área oriental de Lanzarote y Fuerteventura existe una reserva marina y 21 zonas especiales de conservación (ZECs) y 11 ZEPAS, además de un nuevo LIC muy extenso que engloba

gran parte de los espacios mencionados anteriormente y otras comunidades como las existentes en las montañas submarinas del entorno.

El análisis de riesgos presentado para las perforaciones en Canarias adolece de mucha información necesaria y conocida, como la complejidad del sistema de corrientes en el área, y además no valora procesos de afección ocurridos en otras zonas y sus notables impactos.

Por tanto, se presenta la necesidad de estudios más rigurosos, que planteen un correcto análisis de riesgos, tanto para posibles perforaciones y derrames en Canarias, como los que puedan producirse en las áreas continentales, en las que se está desarrollando un extenso programa de prospecciones.

Tras los resultados expuestos, se pone de manifiesto que el área marina adyacente a la zona de prospección precisa de un estudio de impacto ambiental post-prospección para conocer el estado actual de la biodiversidad marina.

In conclusion to this study, the prospection in their state placement, probe and perforation submit a high risk to the environment and especially in areas like Canary Islands with a rich and unique biodiversity, including amount of protected areas. In the eastern part of Lanzarote and Fuerteventura there is a marina reserve and 21 special areas of conservation(ZECs)and 11 ZEPAS, also a new extensive LIC which includes many of the areas mentioned above and other communities such seamounts communities of the area.

Risk analysis for the prospection of Canary Islands disregards much important and known information, like the complexity of the system of marine currents of the area. Also not have in consideration others accidents at surrounding areas and it impacts.

Therefore, more rigorous studies are needed with a correct risk analysis both for drilling and leak I Canary Islands to inland areas, where there are many prospectings.

Following the results exposed, marine area near the area of prospectings need an environment effect investigation post-prospecting to know the current status of marine biodiversity.

5. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar de Soto, N. (2013). Informe sobre el estudio de evaluación ambiental presentado por RIPSA para el proyecto de sondeos petroleros en Canarias. Universidad de la Laguna(informe no publicado),pp.12.
- Aguilar de Soto, N. & Brito Hernández, A. (2002). Cetáceos, pesca y prospecciones petrolíferas en las Islas Canarias. Universidad de La Laguna (informe no publicado), pp.8.
- Almón B.,Garrido M., Mesenger C., Arcos J.M., Martín V., Pantoja J. & Consuegra E.(2014) Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura. Proyecto *LIFE+INDEMARES.ED*. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, pp 111.
- Alenta Medio Ambiente S.L. (2013) Anexos Documento inicial proyecto exploratorio marinos en Canarias para Repsol.
- Almeda, D. & Catalán López, I. (2014). Modelo Exploración de hidrocarburos en Canarias y Marruecos España. Diario El País.
- Barton E.D., Arístegui J., Tett P., Navarro-Pérez E., (2004). Variability in the Canary Islands area of filament-eddy exchanges. *Progress in Oceanography* (62): 71–94.
- BOE (2015). Orden AAA/368/2015 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de 24 de febrero. Por el que se aprueba la propuesta de inclusión en la lista de lugares de importancia comunitaria de la Red Natura 2000 del espacio ESZZ15002 Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura. BOE, 4 de marzo de 2015, Núm.54.Sec.III, pp. 20252-202528.
- BOE (2014).Resolución de 29 de Mayo de 2014 de la Secretaría del Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Perforación de sondeos exploratorios en los permisos de investigación de hidrocarburos denominados «Canarias 1 a 9». BOE.10 de junio de 2014, Núm.140.Sec.III, pp. 44213-44253
- Camilli R. (2014). Tracking Hydrocarbon Plume Transport and Biodegradation at Deepwater Horizon. *Science* 330 (2010): 201-204. <http://doi.org/10.1126/science.1195223>.
- Camilli R., Di Iorio, D., Bowen, A., Reddy, C. M., Techet, A. H., Yoerger, D. R.,Fenwick, J. (2012). Acoustic measurement of the Deepwater Horizon Macondo well flow rate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(50):20235–20239. <http://doi.org/10.1073/pnas.1100385108>
- CCOO (2012). Informe sobre los principales impactos de las prospecciones petrolíferas en el mar. Instituto sindical de trabajo, ambiente y salud, pp.23.
- Engås A., Løkkeborg S., Ona E. & Soldal A.V. (1996): Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic. Sciences* (53) (1996): 2238-2249.
- ERM (2002). Estudio de impacto Ambiental de la Campaña Sísmica en una zona aguas adentro frente a la costa de Canarias.
- Fuente O.U. & Atienza,J.C. (2011).Las áreas importantes para la conservación de las aves en España , ed SEO/BirdLife,España.(informe no publicado).
- Fisher C. R., Hsing P., Kaiser C. L., Yoerger D. R., Roberts H. H., Shedd W. W., Brooks J. M. (2014). Footprint of Deepwater Horizon blowout impact to deep-water coral communities. *PNAS*, 111(32): 11744–11749. <http://doi.org/10.1073/pnas.1403492111>.
- García Moral, R.F. (2013). Análisis del informe técnico sobre el impacto medioambiental y el riesgo de contaminación marina en el procedimiento operativo de preoportunidades de RIPSA en aguas próximas a la isla de Fuerteventura.,Gobierno de Canarias, pp.209.
- García Pérez R. (2012).las prospecciones petrolíferas en aguas Canarias y sus impactos en las relaciones hispano-marroquíes. *REIM*, (13):14.
- Gordon J. & Moscrop A. (1996). Underwater noise pollution and its significance for whales and dolphins. In: *The conservation of whales and dolphins*, Simmonds, M., Hutchinson, J. D. (ed.), pp. 20-23. John Wiley & Sons Ltd. Londres

- Gordon J., Gillespie D., Potter J., Frantzis A., Simmonds M., Swift R. & Thompson D. (2004): The effects of seismic surveys on marine mammals. *Marine Technology Society Journal*, (37): 16-34.
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P. & Swift, R. (1998). The Effects of Seismic Surveys on Marine Mammals. In: Tasker, M.L. & Weir, C. (eds.), *Proceedings of the Seismic and Marine Mammals Workshop London*, pp. 23-25. <http://smub.st-and.ac.uk/seismic/pdfs/6.pdf>.
- Gordon J., Antunes R., Jaquet N. & Würsig B. (2006). An investigation of sperm whale headings and surface behaviour before, during and after seismic line changes in the Gulf of Mexico. IWC SC/58/E45. Pp.10.
- Guerra A. González A. F. & Rocha F. (2004). A review of records of giant squid in the north-eastern Atlantic and severe injuries in *Architeuthis dux* stranded after acoustic exploration. CC:29, ICES-Annual Science Conference, Vigo, pp. 427-431.
- Guerra A., González A. F. & Rocha F. (2005): The giant squid: sex and violence in the deep sea. *ICES Newsletter*, 42: pp. 325–326.
- Hazen T. C. (2014). Deep-Sea Oil Plume Enriches Indigenous Oil-Degrading Bacteria. *Science* 330.204(2010),pp:6. <http://doi.org/10.1126/science.1195979>
- Lubchenco J., McNutt M. K., Dreyfusa G., Murawskia S. A., Kennedy D. M., Anastasc P. T., Huntere, T. (2012). Science in support of the Deepwater Horizon response. *PNAS*, 109(50): 20212–20221. <http://doi.org/10.1073/pnas.1204729109>
- Machín F., Pelegrí J.L., Fraile-Nuez E., Vélez-Belchí P., López-Laatzén F., Hernández-Guerra A., (2010). Seasonal Flow Reversals of Intermediate Waters in the Canary Current System East of the Canary Islands. *Journal of Physical Oceanography* (40): 1902–1909.
- McCauly R. D., Fewtrell J., Duncan A. J., Jenner C., Jenner M. N., Penrose J. D., Prince R. I. T., Adhitya A., Murdoch J y McCabe K. (2000). Marine seismic surveys, analysis of propagation of air-gun signals and effects of air-gun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. *Informe para la Australian Petroleum Production Exploration Association*.
- McNutt M. K., Chu S., Lubchenco J., Hunter T., Dreyfus G., Murawski S. A. & Kennedy D. M. (2012). Applications of science and engineering to quantify and control the Deepwater Horizon oil spill. *PNAS*, 109(50): 20222–20228. <http://doi.org/10.1073/pnas.1214389109>
- Montgomery J.C., Jeffs, A., Simpson S.D., Meekan M. & Tindle C. (2006): Sound as an orientation cue for the pelagic larvae of reef fishes and decapod crustaceans. *Advances in Marine Biology* (51): 143-196.
- Moro L., Martín J.L., Garrido M.J. & Izquierdo I. (2003). Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003. *Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias*. pp .248.
- Oceana. Areas Marinas de Canarias afectadas por la exploración petrolífera. Canal de Canarias y costas orientales del Archipiélago, (informe no publicado).pp.80.
- Pierpoint C. & Fisher P.(2003). Observations of marine mammals, marine turtles & seabirds recorded during a 3D seismic survey east of the canary islands for REPSOL YPF. *Hydrosearch Associales Limited, Goldsworth House, Denton Way, Goldswoeth Park*, (29).pp.39.
- Redmond M. C. & Valentine D. L. (2011). Natural gas and temperature structured a microbial community response to the Deepwater Horizon oil spill. *PNAS*.(50):20292–20297 <http://doi.org/10.1073/pnas.1108756108//DCSupplemental.www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1108756108>
- Smale D. A., Kendrick G. A., Harvey E. S., Langlois T. J., Hovey R. K., Niel K. P. Van, Williams S. B. (2012). Regional-scale benthic monitoring for ecosystem-based fisheries management (EBFM) using an autonomous underwater vehicle (AUV). *ICES Journal of Marine Science*, (69):1108–1118.
- Tesoro, C & Génova, R (2013). Documento inicial, proyecto sondeos exploratorios marinos en Canarias. Informe de Alenta Medio Ambiente S.L. para Repsol.
- Van Camp, L., Nykjaer L., Mittelstaedt E. & Schlittenhardt P. (1991). Upwelling and boundary circulation off northwest Africa as depicted by infrared and visible satellite observations. *Progr. Oceanogr.*, (26):357-402

Valentine D. L., Mezic I., Mac S., Hogan P. J., Fonoberov V. A., & Loire S. (2012). Dynamic autoinoculation and the microbial ecology of a deep water hydrocarbon irruption. *PNAS*, 109(50): 20286–20291. <http://doi.org/10.1073/pnas.1108820109>

Valentine D. L., Atlas E., Blake D. R., Gouw J. De, Meinardi S., & Parrish D. D. (2012). Chemical data quantify Deepwater Horizon hydrocarbon flow rate and environmental distribution. *PNAS*, 109(50): 20246–20253. <http://doi.org/10.1073/pnas.1110564109>

Weber T. C., Robertis A. De, Greenaway S. F., Smith S., Mayer L., & Rice G. (2011). Estimating oil concentration and flow rate with calibrated vessel-mounted acoustic echo sounders. *PNAS*, (109): 1–6. <http://doi.org/10.1073/pnas.1108771108>

White, H. K., Hsing, P.-Y., Cho, W., Shank, T. M., Cordes, E. E., Quattrini, A. M., Fisher, C. R. (2012). Impact of the Deepwater Horizon oil spill on a deep-water coral community in the Gulf of Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(50):20303–20308. <http://doi.org/10.1073/pnas.1118029109>

Páginas webs:

<http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/piac/temas/biodiversidad/medidas-y-factores/espacios-terrestres-prottegidos/medidas-de-conservacion/reservas-de-la-biosfera/red-canaria-reservas-biosfera/-03/2016>

<http://www.diariodeavisos.com/2013/11/canarias-exige-madrid-vigile-riesgo-sondeos-marruecos/-14/2016>

http://politica.elpais.com/politica/2014/11/24/actualidad/1416838609_904766.html.-07/2016

http://economia.elpais.com/economia/2014/10/21/actualidad/1413875004_429223.html.-14/2016

http://www.eldiario.es/canariasahora/especial/petroleo/Supremo-caducados-prospecciones-petroliferas-Repsol_0_524597914.html-07/2016

<http://www.laprovincia.es/canarias/2016/04/01/psoe-advierte-caducidad-permisos-repsol/806952.html.-07/2016>

http://www.magrama.es/es/costas/temas/proteccion-del-mediomarinero/Instruccion_Extracciones_Arena_rel2_tcm7-152521.pdf-06/2016

<http://www.mgar.net/mar/sensible.htm-04/2015>

<http://sesiondecontrol.com/actualidad/internacional/africa/marruecos-quiere-petroleo/-guinguibali-14/2016>

<https://www.seo.org/lifehubara/Document/PlanAcc.pdf.-12/2015>

BirdLifeInternational2008.[<http://web.archive.org/web/http://www.iucnredlist.org/details/144347/0> *Neophron percnopterus majorensis*]. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1-01/2016

<http://www.unesco.org/uy/mab/es/areas-de-trabajo/ciencias-naturales/mab/programa-mab/reservas-de-biosfera.html-02/2015>