



## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Curso 2014-2015**

# **Prospecciones Petrolíferas en Canarias**

**Tutor: Antonio J. Poleo Mora**

**Alumna: Estívaliz Cano Martín**

**Grado: Náutica y Transporte Marítimo**

# ÍNDICE

<b>+</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>pág. 4</b>
<b>+</b>	<b>PARTE 1. EL PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS... </b>	<b>pág. 6</b>
▪	Introducción.....	pág. 8
▪	Petróleo. Definición.....	pág. 9
▪	Características.....	pág.10
▪	Origen. Formación.....	pág. 11
▪	Prospección.....	pág. 12
▪	El petróleo y el ser humano.....	pág. 14
▪	Industria petrolera.....	pág.15
▪	Petróleo en Canarias.....	pág.17
<b>+</b>	<b>PARTE 2. PROSPECCIONES PETROLÍFERAS. </b>	<b>pág.19</b>
▪	Prospección petrolífera. Definición.....	pág.21
▪	Zonas propicias para perforación.....	pág.21
▪	Métodos de exploración.....	pág.22
▪	Tipos de pozos.....	pág.23
▪	Métodos de perforación.....	pág.24
▪	Operaciones de perforación.....	pág.27
▪	Operaciones de terminación, recuperación optimizada y rehabilitación.....	pág.28
▪	Riesgos.....	pág.32
▪	Impacto.....	pág.34
<b>+</b>	<b>PARTE 3. PLATAFORMAS PETROLÍFERAS....</b>	<b>pág.36</b>
▪	Antecedentes.....	pág.38
▪	Definición.....	pág.40
▪	Entorno.....	pág.41
▪	Reglamento.....	pág.41
▪	Estructura.....	pág.42
▪	Clasificación según servicio.....	pág.45
▪	Sistemas.....	pág.47
▪	Tipos.....	pág.52
▪	Personal.....	pág.56

<b>+</b> <b>PARTE 4. PROSPECCIONES PETROLÍFERAS EN CANARIAS</b> .....	<b>pág.61</b>
▪ Islas Canarias.....	pág.64
▪ Canarias como ZMES.....	pág.66
▪ Impacto.....	pág.71
▪ Medidas preventivas y correctoras.....	pág.77
▪ Promotor.....	pág.80
▪ Proyecto de investigación en Canarias.....	pág.83
▪ Garantía de seguridad.....	pág.85
▪ Compromiso de Repsol con el medio ambiente.....	pág.87
▪ Proceso de exploración.....	pág.88
▪ Rowan Renaissance.....	pág.89
▪ Cronología del contencioso por las prospecciones petrolíferas.....	pág.92
▪ Resumen del sondeo en las Islas Canarias.....	pág.98
▪ Cronología del sondeo.....	pág.99
▪ Conclusión final del especial proyecto de investigación de Canarias.....	pág.104
<b>+</b> <b>PARTE 5. SITUACIÓN CANARIAS-MARRUECOS</b> .....	<b>pág.105</b>
▪ Protesta de Marruecos por la autorización a Repsol en 2001.....	pág. 107
▪ Exploración petrolífera de la República Árabe Saharaui Democrática (RASD).....	pág. 108
<b>+</b> <b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>pág.110</b>
<b>+</b> <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>pág.112</b>

# INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo de fin de grado es, excluyendo la debida realización de un trabajo final en busca del título académico, exponer uno de los mayores acontecimientos a lo largo de la historia de las Islas Canarias.

Este tema en concreto ha supuesto para esta Comunidad Autónoma, una auténtica revuelta por parte de la ciudadanía.

En los últimos años, las reservas de petróleo han ido en disminución en todo el mundo, por lo que las empresas petroleras están en busca de nuevos yacimientos para su posterior extracción. Un ejemplo de esto es Marruecos, quien ha optado por dar permisos a varias empresas petroleras para la exploración y explotación de diferentes zonas de su territorio marítimo.

Las prospecciones se han realizado en las costas de Lanzarote y Fuerteventura a cargo de la compañía Repsol. Este proceso se ha realizado entre los años 2014 y 2015, aunque el contencioso ha durado varios años, pero finalmente tuvo su aprobación gracias al gobierno actual. A lo largo de este período, tanto a mí como a la mayoría de la población canaria, nos han entrado dudas sobre el riesgo que podría causar esta exploración y explotación en nuestras islas. Cada artículo de periódico, cada reportaje en televisión, cada aviso informativo por radio,... fue despertando mi interés acerca de este tema.

A continuación, presento mi trabajo de final de grado en Náutica y Transporte Marítimo, con el tema principal de “Prospecciones Petrolíferas en Canarias”.

Con todo esto, lo que pretendo, es dar una idea a grandes rasgos sobre los fundamentos principales del tema aquí tratado, de forma que constituya una base primordial, en cuanto a la adquisición de conocimientos básicos, de una parte integrante de nuestras vidas, como es el petróleo y sus yacimientos.

Este trabajo lo he dividido en varias partes principales, en las que se recogen los siguientes aspectos:

En la primera parte, el petróleo y sus derivados para dar un pequeño repaso a la materia prima en la que se basa el proceso de extracción, para su futura explotación.

En segundo lugar, pasaremos a la definición de una prospección petrolífera, seguida de los diferentes métodos, riesgos, su posible impacto ambiental, etc.

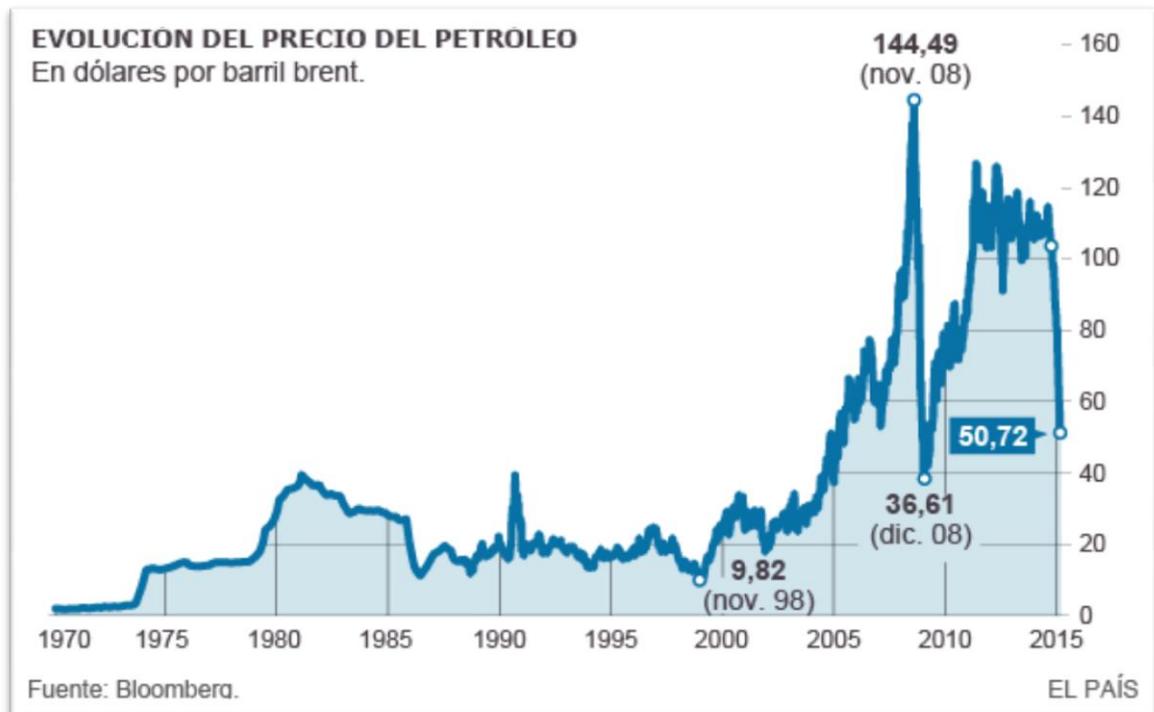
Seguidamente hablaremos sobre las plataformas petrolíferas, componentes, tipos y demás información relevante.

La parte cuarta va destinada al tema principal de este trabajo, las prospecciones petrolíferas en Canarias, destinado a conocer rigurosamente los antecedentes a los hechos acontecidos, la cronología de los sucesos, el impacto medioambiental, además de una explicación breve y concisa de los apartados importantes a tener en cuenta, como buques utilizados, personal, riesgos, etc.

Por último comentaremos la situación entre Canarias y Marruecos y el mar que entre ellos se encuentra, la soberanía y las dificultades durante este proceso.

# PARTE 1<sup>a</sup>

## EL PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS



## SECCIONES

- 1. Introducción**
- 2. Petróleo. Definición**
- 3. Características**
- 4. Origen. Formación**
- 5. Prospección**
- 6. El petróleo y el ser humano**
- 7. Industria petrolera**
- 8. Petróleo en Canarias**

## 1. Introducción.

El petróleo ha sido utilizado desde la temprana historia del hombre como combustible para el fuego, y para la guerra. Su gran importancia para la economía mundial se desarrolló, sin embargo, de manera muy lenta, siendo la madera y el carbón los principales combustibles utilizados para calentar y cocinar, y el aceite de ballena el preferido para iluminación, hasta ya entrado al siglo XIX.

Una temprana industria petrolera apareció en el siglo VIII cuando las calles de Bagdad fueron pavimentadas con alquitrán, derivado del petróleo por medio de destilación destructiva.

En el siglo IX se llegaron a explotar campos petroleros en el área cercana a Bakú, en Azerbaiyán, para producir nafta. Estos campos fueron descritos por al-Masudien el siglo X, y por Marco Polo en el XIII, que calificó a la producción de esos pozos petrolíferos como de cientos de naves.

El petróleo también fue destilado por al-Razi en el siglo IX, produciendo compuestos químicos como el queroseno en el alambique. Este producto fue utilizado para la iluminación gracias a la invención paralela de las lámparas de queroseno, dentro de la industria de las lámparas de aceite.

La Revolución industrial generó una necesidad cada vez mayor de energía, la cual se abastecía principalmente de carbón. Por otro lado, se descubrió que el queroseno podía extraerse del petróleo crudo, y que podía utilizarse como combustible. El petróleo comenzó a tener una fuerte demanda, y para el siglo XX se convirtió en una de las principales materias primas del comercio mundial.

Historia moderna:

Rusia Imperial produjo 3500 toneladas de petróleo en 1825 y dobló su producción a mediados de siglo. Después de que la producción de petróleo comenzase en lo que hoy se conoce como Azerbaiyán en 1848, dos grandes oleoductos fueron construidos en el Imperio ruso: uno de 833 kilómetros de longitud, cuyo fin era transportar el petróleo desde el mar Caspio hasta el puerto de Batum en el mar Negro y otro de 162 kilómetros para llevar el petróleo desde Chechenia hasta el Caspio.

A la llegada del siglo XX, la producción de crudo del Imperio ruso, que procedía casi íntegramente de la península Abseron, representaba la mitad de la producción mundial y dominaba los mercados internacionales.

En 1884 ya se habían puesto en marcha casi 200 pequeñas refinerías en los suburbios de Bakú. Por otro lado, y como efecto secundario de este temprano desarrollo de la industria petrolera, la península de Abseron emergió como uno de los casos más antiguos y graves a nivel mundial de negligencia medioambiental.

En 1878, Ludvig Nobel y su compañía Branobel revolucionaron el transporte de crudo mediante la fabricación y puesta en funcionamiento del primer petrolero en el mar Caspio.

Las primeras refinerías petroleras modernas fueron puestas en funcionamiento por Ignacy Łukasiewicz cerca Jaslo (en ese entonces perteneciente al Reino de Galitzia y Lodomeria en Galitzia de Europa Central), hoy Polonia, entre los años 1854 y 1856. Estas tenían un tamaño reducido pues la demanda de combustible refinado era todavía pequeña. Trataban el petróleo para la fabricación de asfalto artificial, aceite para maquinaria y lubricantes, además de para el combustible de la lámpara de keroseno de Łukasiewicz. A medida que las lámparas de keroseno ganaban popularidad, la industria de refino creció en el área.

La primera refinería de gran tamaño fue inaugurada en Ploiești, Rumania en 1856.

La primera perforación petrolera en los Estados Unidos de América se inició en 1859 con la primera perforación exitosa en Titusville, Pensilvania. En el primer cuarto del siglo XX los Estados Unidos superaron a Rusia como productor de petróleo más grande del mundo.

La segunda perforación fuera de los Estados Unidos de América, fue en Zorritos, Perú, en 1863, país donde se desarrolló el segundo polo de producción petrolera americana más importante hasta la década de 1930.

Por la década de 1920, ya se habían puesto en funcionamiento campos petrolíferos en muchos países del mundo, incluyendo Canadá, Polonia, Suecia, Ucrania, Estados Unidos y Venezuela.

En 1947, la compañía Superior Oil construyó la primera plataforma petrolífera marítima en la costa de Luisiana, en el golfo de México.

Durante la década de los años 60, compañías multinacionales tales como Mobil, BP y Shell tuvieron acceso a más del 80 por ciento de las reservas globales de gas natural y petróleo. En la actualidad compañías multinacionales de occidente controlan solamente el 10 por ciento del petróleo del mundo, mientras que firmas operadas por gobierno tienen el control exclusivo de más o menos el 77 por ciento, de acuerdo a un papel escrito por Doug Young en noviembre de 2007 en el Instituto James Baker de la Universidad Rice. [1]

## 2. Petróleo. Definición

La palabra petróleo significa “aceite de roca”, fue conocido desde tiempos antiguos pero sólo en la época moderna ha sido explotado comercialmente, es una sustancia

combustible y aceitosa cuyos componentes más importantes son: Carbón entre un 84 a 87% e Hidrógeno de un 11 a 14%, por tal motivo también se le llama hidrocarburo.

El petróleo contiene tal diversidad de componentes que difícilmente se encuentran dos tipos idénticos, se encuentra en la naturaleza en estado líquido de forma aceitosa conocida como “crudo”, en razón a que luego del proceso de extracción es “cocinado” para conseguir sus componentes para su explotación económica. [2]

### 3. Características

Todos los tipos de petróleo se componen de hidrocarburos, aunque también suelen contener unos pocos compuestos de azufre y de oxígeno. El petróleo contiene elementos gaseosos, líquidos y sólidos. La consistencia varía desde un líquido tan poco viscoso como la gasolina hasta un líquido tan espeso que apenas fluye.

Se los clasifica según el tipo de hidrocarburos que predominan en él:

- Petróleo a base parafínica (fluidos);
- Petróleo a base asfáltica (viscosos);
- Petróleo a base mixta.

El petróleo a base asfáltica es negro, viscoso y de elevada densidad: 0,95 g/ml. En la destilación primaria produce poca nafta y abundante fuel oil, quedando asfalto como residuo. Petróleos asfálticos se extraen del flanco sur del golfo de San Jorge (Chubut y Santa Cruz). Estos petróleos son ricos en compuestos cíclicos como el ciclopentano y el ciclohexano, y en hidrocarburos aromáticos como el benceno y sus derivados.

Los petróleos a base parafínica tienen color claro, son fluidos y de baja densidad: 85 g/ml. Rinden más nafta que los asfálticos. Cuando se refinan sus aceites lubricantes se separa la parafina. Mendoza y Salta poseen yacimientos de petróleos parafínicos. De estos petróleos se pueden extraer grandes cantidades de nafta, kerosene y aceites lubricantes.

Los de base mixta tienen características y rendimientos comprendidos entre las otras dos variedades principales. Después de destilar sus porciones más volátiles abandonan nafta y asfalto. Aunque sin ser iguales entre sí, petróleos de Comodoro Rivadavia (Chubut) y Plaza Huincul (Neuquén) son de base mixta.

Los componentes del petróleo más usados como combustibles son el Carbono y el Hidrógeno debido a que ellos se combinan fácilmente con el oxígeno, iniciando la combustión. [3]

## 4. Origen. Formación

El petróleo se forma bajo la superficie terrestre por la descomposición de organismos marinos. Los restos de animales minúsculos que viven en el mar se mezclan con las arenas y limos que caen al fondo en las cuencas marinas tranquilas. Estos depósitos, ricos en materiales orgánicos, se convierten en rocas generadoras de crudo.

El proceso comenzó hace muchos millones de años, cuando surgieron los organismos vivos en grandes cantidades, y continúa hasta el presente. Los sedimentos se van haciendo más espesos y se hunden en el suelo marino bajo su propio peso. A medida que van acumulándose depósitos adicionales, la presión sobre los situados más abajo se multiplica por varios miles, y la temperatura aumenta en varios cientos de grados. El cieno y la arena se endurecen y se convierten en esquistos y arenisca; los carbonatos precipitados y los restos de caparzones se convierten en caliza, y los tejidos blandos de los organismos muertos se transforman en petróleo y gas natural. Los yacimientos pueden contener petróleo en diversos estados, bien sea gaseoso llamado gas libre, petróleo y gas asociado, sólo petróleo líquido ó acompañado de gas y agua.



Fig. nº 1. Imagen perforadoras en mar y en tierra.

Una vez formado el petróleo, éste fluye hacia arriba a través de la corteza terrestre porque su densidad es menor que la de las salmueras que saturan los intersticios de los esquistos, arenas y rocas de carbonato que constituyen dicha corteza. El petróleo y el gas natural ascienden a través de los poros microscópicos de los sedimentos situados por encima. Con frecuencia acaban encontrando un esquistos impermeable o una capa de roca densa: el petróleo queda atrapado, formando un depósito. Sin embargo, una parte significativa del petróleo no se topa con rocas impermeables sino que brota en la superficie terrestre o en el fondo del océano. Entre los depósitos superficiales también figuran los lagos bituminosos y las filtraciones de gas natural. [4,2]

Si el petróleo se encuentra en el mismo lugar en el cual se formó se dice que yace en su roca madre, pero también puede filtrarse a otros sitios próximos en las porosidades o

fracturas del terreno llamadas reservorios o roca almacén, aunque siempre es necesario que estén sellados en la totalidad de su perímetro por rocas de tipo arcilloso que impermeabilicen el depósito de hidrocarburos. Se dice entonces que el petróleo se encuentra en una “trampa”.

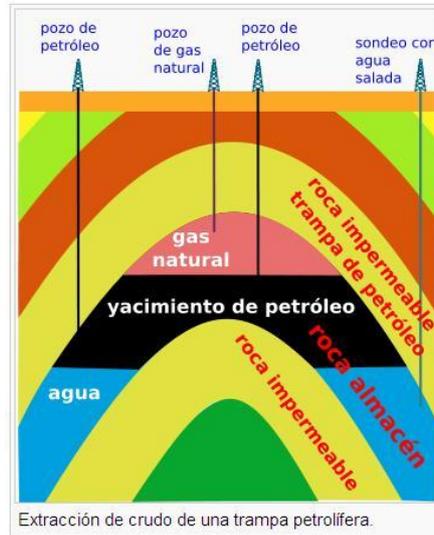


Fig. nº 2. Imagen de trampa de petróleo

La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo a su densidad API (parámetro internacional del Instituto Americano del Petróleo), que diferencia las calidades del crudo y, por tanto, su valor comercial. La cantidad del crudo está en relación inversa con su grado de azufre, mientras menos azufre exista en el petróleo este será considerado más dulce y tendrá más grados API. Así, entre más grados API tenga un petróleo, mejor es su calidad.

Los petróleos de mejor calidad son aquellos que se clasifican como “livianos” y/o “suaves” y “dulces”, pero hay “intermedios”, “pesados” y “extra pesados” [2]

## 5. PROSPECCIÓN

Para encontrar petróleo bajo tierra, los geólogos deben buscar una cuenca sedimentaria con esquistos ricos en materia orgánica que lleven enterrados el suficiente tiempo para que se haya formado petróleo (desde unas decenas de millones de años hasta 100 millones de años). Además, el petróleo tiene que haber ascendido hasta depósitos porosos capaces de contener grandes cantidades de líquido. La existencia de petróleo crudo en la corteza terrestre se ve limitada por estas condiciones, que deben cumplirse.

Sin embargo, los geólogos y geofísicos especializados en petróleo disponen de numerosos medios para identificar zonas propicias para la perforación. Por ejemplo, la confección de mapas de superficie de los afloramientos de lechos sedimentarios permite interpretar las características geológicas del subsuelo, y esta información puede verse complementada por datos obtenidos perforando la corteza y extrayendo testigos o muestras de las capas rocosas. Por otra parte, las técnicas de prospección sísmica —que estudian de forma cada vez más precisa la reflexión y refracción de las ondas de sonido propagadas a través de la Tierra— revelan detalles de la estructura e interrelación de las distintas capas subterráneas. Pero, en último término, la única forma de demostrar la existencia de petróleo en el subsuelo es perforando un pozo. De hecho, casi todas las zonas petroleras del mundo fueron identificadas en un principio por la presencia de filtraciones superficiales, y la mayoría de los yacimientos fueron descubiertos por prospectores particulares que se basaban más en la intuición que en la ciencia.

Un campo petrolero puede incluir más de un yacimiento, es decir, más de una única acumulación continua y delimitada de petróleo. De hecho, puede haber varios depósitos apilados uno encima de otro, aislados por capas intermedias de esquistos y rocas impermeables. El tamaño de esos depósitos varía desde unas pocas decenas de hectáreas hasta decenas de kilómetros cuadrados, y su espesor va desde unos pocos metros hasta varios cientos o incluso más. La mayoría del petróleo descubierto y explotado en el mundo se encuentra en unos pocos yacimientos grandes.

### **Producción primaria**

La mayoría de los pozos petroleros se perforan con el método rotatorio. En este tipo de perforación rotatoria, una torre sostiene la cadena de perforación, formada por una serie de tubos acoplados. La cadena se hace girar uniéndola al banco giratorio situado en el suelo de la torre. La broca de perforación situada al final de la cadena suele estar formada por tres ruedas cónicas con dientes de acero endurecido. La roca se lleva a la superficie por un sistema continuo de fluido circulante impulsado por una bomba. El crudo atrapado en un yacimiento se encuentra bajo presión; si no estuviera atrapado por rocas impermeables habría seguido ascendiendo debido a su flotabilidad hasta brotar en la superficie terrestre. Por ello, cuando se perfora un pozo que llega hasta una acumulación de petróleo a presión, el petróleo se expande hacia la zona de baja presión creada por el pozo en comunicación con la superficie terrestre. Sin embargo, a medida que el pozo se llena de líquido aparece una presión contraria sobre el depósito, y pronto se detendría el flujo de líquido adicional hacia el pozo si no se dieran otras circunstancias. La mayoría de los petróleos contienen una cantidad significativa de gas natural en solución, que se mantiene disuelto debido a las altas presiones del depósito. Cuando el petróleo pasa a la zona de baja presión del pozo, el gas deja de estar disuelto y empieza a expandirse. Esta expansión, junto con la dilución de la columna de petróleo por el gas, menos denso, hace que el petróleo aflore a la superficie.

A medida que se continúa retirando líquido del yacimiento, la presión del mismo va disminuyendo poco a poco, así como la cantidad de gas disuelto. Esto hace que la velocidad de flujo de líquido hacia el pozo se haga menor y se libere menos gas. Cuando el petróleo ya no llega a la superficie se hace necesario instalar una bomba en el pozo para continuar extrayendo el crudo. Finalmente, la velocidad de flujo del petróleo se hace tan pequeña, y el coste de elevarlo hacia la superficie aumenta tanto, que el coste de funcionamiento del pozo es mayor que los ingresos que pueden obtenerse por la venta del crudo (una vez descontados los gastos de explotación, impuestos, seguros y rendimientos del capital). Esto significa que se ha alcanzado el límite económico del pozo, por lo que se abandona su explotación.

### **Recuperación mejorada de petróleo**

En el apartado anterior se ha descrito el ciclo de producción primaria por expansión del gas disuelto, sin añadir ninguna energía al yacimiento salvo la requerida para elevar el líquido en los pozos de producción. Sin embargo, cuando la producción primaria se acerca a su límite económico es posible que sólo se haya extraído un pequeño porcentaje del crudo almacenado, que en ningún caso supera el 25%. Por ello, la industria petrolera ha desarrollado sistemas para complementar esta producción primaria que utiliza fundamentalmente la energía natural del yacimiento. Los sistemas complementarios, conocidos como tecnología de recuperación mejorada de petróleo, pueden aumentar la recuperación de crudo, pero sólo con el coste adicional de suministrar energía externa al depósito. Con estos métodos se ha aumentado la recuperación de crudo hasta alcanzar una media global del 33% del petróleo presente. En la actualidad se emplean varios sistemas complementarios, como la inyección de agua o la inyección de vapor, tema que veremos en la parte 2ª de este trabajo, “Prospecciones Petrolíferas”. [4]

## **6. EL PETRÓLEO Y EL SER HUMANO**

### **Contaminación**

El petróleo tiene el problema de ser insoluble en agua y por lo tanto, difícil de limpiar. Además, la combustión de sus derivados produce productos residuales: partículas, CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> (óxidos de azufre), NO<sub>x</sub> (óxidos nitrosos), etc.

En general, los derrames de hidrocarburos afectan profundamente a la fauna y vida del lugar, razón por la cual la industria petrolera mundial debe cumplir normas y procedimientos estrictos en materia de protección ambiental.

Casi la mitad del petróleo y derivados industriales que se vierten en el mar, son residuos que vuelcan las ciudades costeras. El mar es empleado como un accesible y barato depósito de sustancias contaminantes.

Otros derrames se deben a accidentes que sufren los grandes barcos contenedores de petróleo, que por negligencia transportan el combustible en condiciones inadecuadas.

De cualquier manera, los derrames de petróleo representan una de las mayores causas de la contaminación oceánica. Ocasionalmente ocasionan gran mortandad de aves acuáticas, peces y otros seres vivos de los océanos, alterando el equilibrio del ecosistema. En las zonas afectadas, se vuelven imposibles la pesca, la navegación y el aprovechamiento de las playas con fines recreativos.

### **Cambio climático**

La combustión de los derivados del petróleo es una de las principales causas de emisión de CO<sub>2</sub>, cuya acumulación en la atmósfera favorece el cambio climático.

### **Conflictos geopolíticos**

El control del petróleo se ha vinculado a diversos conflictos bélicos desde la Segunda Guerra Mundial hasta los más recientes en Irak (1991 y 2004). [5]

## **7. INDUSTRIA PETROLERA**

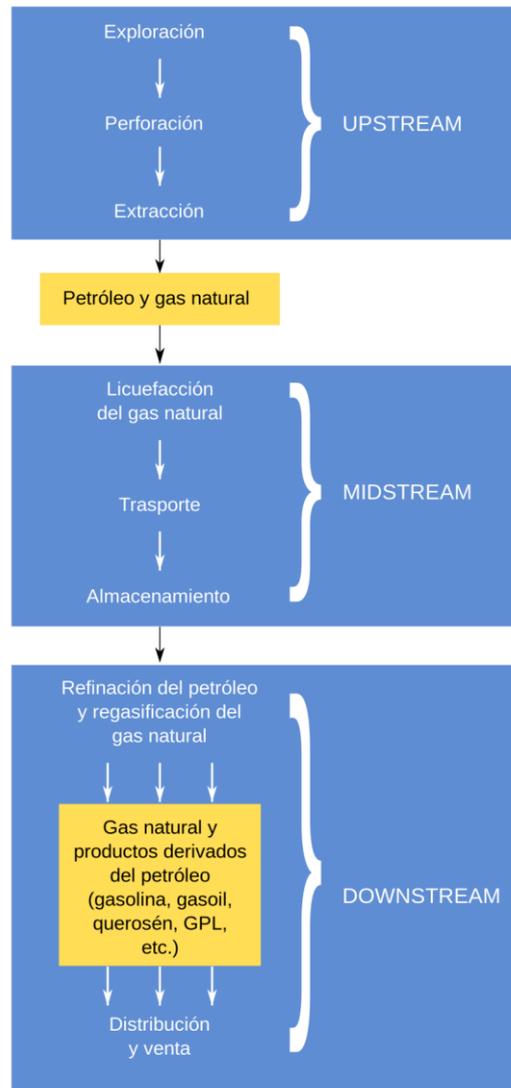


Fig. nº 3. Esquema estructural de la industria petrolera.

El **Instituto Americano del Petróleo** divide la industria petrolera en tres secciones: Upstream, Midstream y Downstream

1. *"Upstream"*: Exploración y producción.
2. *"Midstream"*: Transporte, procesos y almacenamiento.
3. *"Downstream"*: Refino, venta y distribución.

### Fase de Upstream

Al Upstream también se lo conoce como sector de exploración y producción (E&P).

Este sector incluye las tareas de búsqueda de potenciales yacimientos de petróleo crudo y de gas natural, tanto subterráneos como submarinos, la perforación de pozos exploratorios, y posteriormente la perforación y explotación de los pozos que llevan el petróleo crudo o el gas natural hasta la superficie.

### **Fase Midstream**

El sector Midstream incluye el transporte, ya sea por tuberías, ferrocarril, barcaza, o camión, el almacenamiento y la comercialización al por mayor de productos crudos o refinados derivados del petróleo. Ductos y otros sistemas de transporte pueden ser utilizados para trasladar petróleo crudo desde los sitios de producción a las refinerías y entregar los diversos productos refinados a los distribuidores del Downstream.

### **Fase Downstream**

El sector Downstream se refiere comúnmente a las tareas de refinamiento del petróleo crudo y al procesamiento y purificación del gas natural,<sup>1 2 3</sup> así como también la comercialización y distribución de productos derivados del petróleo crudo y gas natural.

El sector Downstream llega hasta los consumidores con productos tales como gasolina, querosén, combustibles aeronáuticos, diésel, fueloil, lubricantes, ceras, asfalto, gas natural, y gas licuado del petróleo así como también cientos de petroquímicos.

Las operaciones Midstream son consideradas generalmente como parte del sector Downstream. [1, 6, 7, 8]

## **8. PETRÓLEO EN CANARIAS**

El tema del petróleo de canarias no es nuevo. En el año 2001 durante el gobierno de José María Aznar el gobierno autoriza la búsqueda de hidrocarburos en esta misma zona, para ello se publica en el BOE el Real Decreto 1462/2001 a finales de ese mismo año. Tras los atentados del 11 de marzo de 2004 con el PSOE en el gobierno de España se da marcha atrás al decreto que autorizaba las prospecciones alegando anomalías jurídicas de corte medio-ambiental. En el fondo de la cuestión y que los medios de comunicación solo tocan superficialmente, está la dialéctica de estados en la que se encuentra envuelta España. Hace poco tiempo, diferentes medios de comunicación publicaban que Marruecos ya había iniciado prospecciones en esa misma zona que se encuentra más o menos a medio camino entre Sahara Occidental y Canarias. Si bien existe una línea divisoria formal para la navegación en lo que se refiere a la soberanía de las aguas, no existe un acuerdo sobre la explotación de recursos económicos en la zona.

El caso es que Marruecos reclama desde hace tiempo la soberanía de esas aguas junto con las ciudades españolas de Ceuta y Melilla.

Marruecos actualmente es aliado del Imperio Norteamericano, recordamos como España tuvo que abandonar el Sáhara occidental y entregárselo a Marruecos sin ninguna condición, todo ello con el beneplácito de los Estados Unidos. Tampoco hay que olvidar que los Estados Unidos han favorecido y fomentado regímenes de corte islámico a favor de sus intereses geoestratégicos y económicos.

Además de los intereses geopolíticos del Imperio Norteamericano también hay potencias europeas interesadas en esta zona del Sahara Occidental, entre ellas destaca Francia, principal inversor en Marruecos.

Los países de la UE en especial Francia, llevan intentando realizar en las últimas décadas un proceso de “re-colonización” en el norte de África bajo el parapeto de la lucha contra el terrorismo, democratización y derechos humanos.

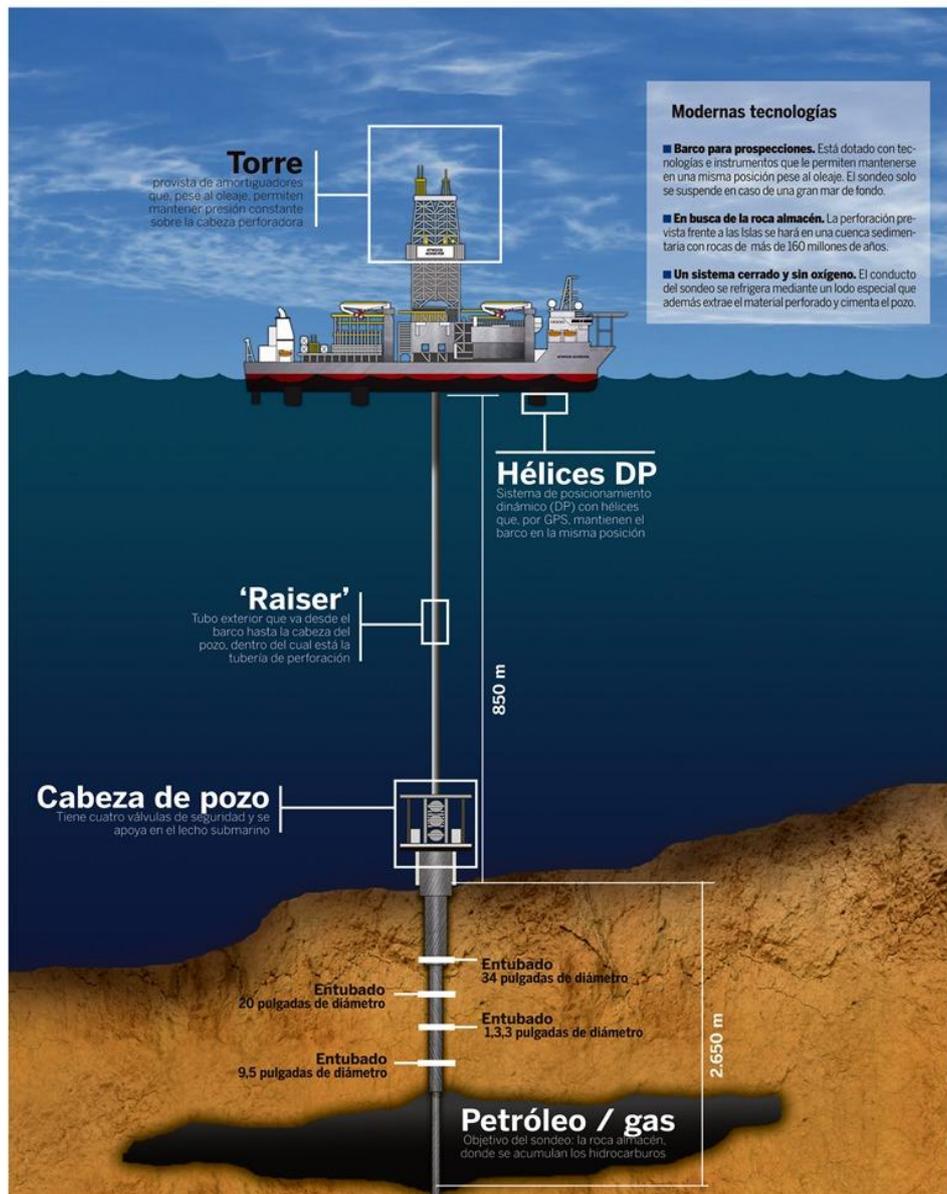
La polémica está servida en España a raíz de la decisión del PP de retomar la búsqueda de hidrocarburos iniciada por el gabinete Aznar en 2001. Con el ecologismo como arma arrojada principal por parte de los grupos opositores a las prospecciones, con el regionalismo particularista de Coalición Canaria de fiel aliado, el presidente de la Comunidad Autónoma de Canarias Paulino Rivero en total desacuerdo con las prospecciones, tuvo la desfachatez de decir algo así como: “nos tratan como en el pasado, igual que una colonia”.

Pero por encima del ecologismo rancio y el regionalismo folclórico separatista está una política real que obliga al gobierno español a extraer el petróleo que hay en el mar de Canarias. Si las previsiones se cumplen y en esa zona hay la cantidad de hidrocarburos que los especialistas estiman, ese petróleo se va extraer de todas maneras.

Ahora bien, puede extraerlo una multinacional privada que tiene como plataforma y legislación al Estado Español, o puede extraerlo una multinacional saudí/yanqui o francesa por mediación del Reino de Marruecos. Podemos incluso ponernos en la situación de que las plataformas o barcos petroleros lleguen a producir una marea negra de consecuencias medio-ambientales desastrosas en las costas Canarias. [9]

# PARTE 2<sup>a</sup>

## PROSPECCIONES PETROLÍFERAS



## SECCIONES

- a) **Prospección petrolífera. Definición**
- b) **Zonas propicias para perforación**
- c) **Métodos de perforación**
- d) **Métodos de exploración**
- e) **Riesgos**
- f) **Impacto ambiental**

## a) Prospección petrolífera. Definición

**Prospección** es una noción que tiene su raíz etimológica en “prospectio”, un vocablo latino. El término se emplea para nombrar al estudio de un terreno para conocer sus características y analizar la posible presencia de recursos subterráneos, como petróleo, minerales u otros.

El hallazgo de yacimientos petrolíferos obedece a una tarea científicamente organizada, que se planifica con mucha antelación. Instrumentos de gran precisión y técnicos especializados deben ser trasladados a regiones a menudo deshabitadas, en el desierto o en la selva, obligando a construir caminos y sistemas de comunicación, disponer de helicópteros, instalar campamentos y laboratorios, etc.

Para encontrar petróleo bajo tierra, los geólogos deben buscar una cuenca sedimentaria con esquistos ricos en materia orgánica, que lleven enterrados el suficiente tiempo para que se haya formado petróleo (desde unas decenas de millones de años hasta 100 millones de años). Además, el petróleo tiene que haber ascendido hasta depósitos porosos capaces de contener grandes cantidades de líquido. La existencia de petróleo crudo en la corteza terrestre se ve limitada por estas condiciones que deben cumplirse.

Un campo petrolero puede incluir más de un yacimiento, es decir, más de una única acumulación continua y delimitada de petróleo. De hecho, puede haber varios depósitos apilados uno encima de otro, aislados por capas intermedias de esquistos y rocas impermeables. El tamaño de esos depósitos varía desde unas pocas decenas de hectáreas hasta decenas de kilómetros cuadrados, y su espesor va desde unos pocos metros hasta varios cientos o incluso más. La mayoría del petróleo descubierto y explotado en el mundo se encuentra en unos pocos yacimientos grandes. [10,11]

## b) Zonas propicias para perforación

Los geólogos y geofísicos especializados en petróleo disponen de numerosos medios para identificar zonas propicias para la perforación.

### **Confección de mapas de superficie:**

Estos mapas recogen los afloramientos de lechos sedimentarios que permiten interpretar las características geológicas del subsuelo. Esta información puede verse complementada por datos obtenidos perforando la corteza y extrayendo testigos o muestras de las capas rocosas.

### **Las técnicas de prospección sísmica**

Estudian, de forma cada vez más precisa, la reflexión y refracción de las ondas de sonido propagadas a través de la Tierra y revelan detalles de la estructura e interrelación de las distintas capas subterráneas.

Pero, en último término, la única forma de demostrar la existencia de petróleo en el subsuelo es perforando un pozo. De hecho, casi todas las zonas petroleras del mundo fueron identificadas en un principio por la presencia de filtraciones superficiales y la mayoría de los yacimientos fueron descubiertos por prospectores particulares que se basaban más en la intuición que en la ciencia. [12]

### c) Métodos de exploración

La búsqueda de petróleo y gas natural requiere conocimientos de geografía, geología y geofísica. El petróleo suele encontrarse en ciertos tipos de estructuras geológicas, como anticlinales, trampas por falla y domos salinos, que se hallan bajo algunos terrenos y en muy distintos climas. Tras seleccionar una zona de interés, se llevan a cabo numerosos tipos diferentes de prospecciones geofísicas y se realizan mediciones a fin de obtener una evaluación precisa de las formaciones del subsuelo. A continuación se presentan las siguientes:

- **Prospecciones magnetométricas.** Las variaciones del campo magnético terrestre se miden con magnetómetros suspendidos de un aeroplano, a fin de localizar formaciones de rocas sedimentarias cuyas propiedades magnéticas son generalmente débiles en comparación con las de otras rocas.
- **Prospecciones fotogramétricas aéreas.** Las fotografías tomadas con cámaras especiales desde aeroplanos proporcionan vistas tridimensionales de la tierra, que se utilizan para determinar formaciones geológicas en las que puede haber yacimientos de petróleo y gas natural.
- **Prospecciones gravimétricas.** Como las grandes masas de roca densa aumentan la atracción de la gravedad, se utilizan gravímetros para obtener información sobre formaciones subyacentes midiendo pequeñísimas diferencias de gravedad.
- **Prospecciones sísmicas.** Las prospecciones sísmicas proporcionan información sobre las características generales de la estructura del subsuelo. Las medidas se obtienen a partir de ondas de choque generadas por detonación de cargas explosivas en agujeros de pequeño diámetro; mediante dispositivos vibrantes o de percusión tanto en tierra como en el agua, y mediante descargas explosivas subacuáticas de aire comprimido. El tiempo transcurrido entre el comienzo de la onda de choque y el retorno del eco se utiliza para determinar la profundidad de los sustratos reflectores. Gracias al uso reciente de superordenadores para generar imágenes tridimensionales, la evaluación de los resultados de las pruebas sísmicas ha mejorado notablemente.

- **Prospecciones radiográficas.** La radiografía consiste en el uso de ondas de radio para obtener información similar a la que proporcionan las prospecciones sísmicas.
- **Prospecciones estratigráficas.** El muestreo estratigráfico es el análisis de testigos extraídos de estratos rocosos del subsuelo para ver si contienen trazas de gas y petróleo. Se corta con una barrena hueca un trozo cilíndrico de roca, denominado “testigo”, y se empuja hacia arriba por un tubo (*sacatestigos*) unido a la barrena. El tubo sacatestigos se sube a la superficie y se extrae el testigo para su análisis. Cuando las prospecciones y mediciones indican la presencia de formaciones de estratos que pueden contener petróleo, se perforan pozos de exploración para determinar si existe o no petróleo o gas y, en caso de que exista, si es asequible y puede obtenerse en cantidades comercialmente viables. [14]

## d) Tipos de pozos

### Pozos de exploración

Después del análisis de los datos geológicos y de las prospecciones geofísicas se perforan pozos de exploración, en tierra firme o en el mar. Los pozos de este tipo que se perforan en zonas donde no se había encontrado antes petróleo ni gas se denominan pozos experimentales o de cateo.

Los pozos donde se encuentra petróleo o gas reciben el nombre de “*pozos de descubrimiento*”. Otros pozos de exploración, conocidos como “*pozos de delimitación*” o “*de valoración*”, se perforan para determinar los límites de un yacimiento después del descubrimiento, o para buscar nuevas formaciones que contengan petróleo o gas, situadas cerca o debajo de las que ya se sabe que contienen el producto.

A un pozo donde no se encuentra petróleo ni gas, o sólo en cantidades demasiado escasas para una producción económica, se le llama “*pozo seco*”.

### Pozos de desarrollo

Después de un descubrimiento se determina de forma aproximada la extensión del yacimiento mediante una serie de pozos de delimitación o de valoración. Acto seguido se perforan pozos de desarrollo para producir gas y petróleo, cuyo número depende de la definición esperada del nuevo yacimiento, tanto en tamaño como en productividad.

Debido a la incertidumbre acerca de la forma o el confinamiento de los yacimientos, algunos pozos de desarrollo pueden resultar pozos secos.

A veces, la perforación y la producción se realizan simultáneamente.

### Pozos de geopresión y geotérmicos

Son pozos que producen agua a una presión (7.000 psi) y una temperatura (149 °C) extremadamente elevadas, la cual puede contener hidrocarburos. El agua se convierte en una nube de vapor caliente y gases que se expande rápidamente al ser liberada a la atmósfera debido a una fuga o una rotura.

#### **Pozos mermados o casi agotados**

Son los que producen menos de diez barriles de petróleo diarios en un yacimiento.

#### **Pozos de múltiples zonas**

Cuando se descubren múltiples formaciones productivas al perforar un solo pozo, puede introducirse una columna de tubos en un mismo pozo para cada una de las formaciones. El petróleo y el gas de cada formación se dirigen a su respectiva tubería y se aíslan de los demás mediante obturadores, que sellan los espacios anulares entre la columna de tubos y el revestimiento. Son los denominados pozos “de múltiples zonas”.

#### **Pozos de inyección**

Bombean aire, agua, gas o productos químicos a los yacimientos de los campos de producción, ya sea para mantener la presión o para desplazar el petróleo hacia pozos de producción mediante fuerza hidráulica o un aumento de la presión.

#### **Pozos de servicio**

Son los que se utilizan para operaciones de pesca de tubos o accesorios y operaciones con cable de acero, colocación de obturadores o tapones, o retirada y rehabilitación. Asimismo se perforan para la evacuación subterránea del agua salada que se separa del crudo y el gas. [14]

### **e) Métodos de perforación**

- 1. Equipos de perforación**
- 2. Perforación por percusión o con cable**
- 3. Perforación rotativa**
- 4. Perforación rotopercutante**
- 5. Perforación direccional**
- 6. Otros métodos de perforación**
- 7. Abandono**

- 1. Equipos de perforación**

Los equipos de perforación básicos contienen una torre, una tubería de perforación, un cabrestante de gran capacidad para bajar y subir la tubería de perforación, una mesa o plataforma que hace girar la tubería y la barrena, una mezcladora y una bomba de lodos, y un motor para el accionamiento de la plataforma giratoria y el cabrestante. Se pueden montar sobre camiones sondas o perforadoras pequeñas que se utilizan para perforar pozos de exploración o de prospección sísmica, con objeto de trasladarlas de un lugar a otro. Las perforadoras grandes se instalan en el lugar de la perforación o tienen torres portátiles articuladas (plegables) para facilitar la manipulación e instalación.

## **2. Perforación por percusión o con cable**

El método de perforación más antiguo es el que se realiza por percusión o con cable. Es un método lento y de profundidad limitada, que rara vez se utiliza. Se basa en triturar la roca elevando y dejando caer una pesada barrena cincel con vástago sujeta al extremo de un cable. Cada cierto tiempo se extrae la barrena y los fragmentos de roca triturada se suspenden en agua y se eliminan sacándolos a la superficie mediante lavado a presión o bombeo. A medida que el agujero va adquiriendo mayor profundidad, se le reviste con tubería de acero para evitar su derrumbe y como protección contra la contaminación de las aguas subterráneas. La perforación, incluso de un pozo de escasa profundidad, representa un trabajo considerable y al encontrar petróleo o gas no hay modo de controlar el flujo inmediato de producto a la superficie.

## **3. Perforación rotativa**

La perforación rotativa es el método más común y se utiliza para perforar pozos tanto de exploración como de producción, hasta profundidades superiores a 7.000 m. Para perforar en tierra pozos sísmicos de poca profundidad se utilizan perforadoras ligeras montadas sobre camiones. Para abrir los pozos de exploración y de producción se utilizan perforadoras rotativas móviles y flotantes, semipesadas y pesadas. El equipo de perforación rotativa se monta sobre una plataforma de perforación con una torre de 30 a 40 m de altura, y comprende una plataforma giratoria, motor, mezcladora de lodo y bomba de inyección, un cabrestante o malacate con cable metálico, y numerosos tubos, de 27 m de longitud cada uno aproximadamente. La plataforma hace girar un vástago de transmisión cuadrado conectado a la tubería de perforación. El vástago cuadrado tiene en la parte superior una lanzadera de lodo conectada a unas válvulas de seguridad antirreventones. La tubería de perforación gira a una velocidad de entre 40 y 250 rpm y hace girar una barrena de fricción de bordes cortantes fijos, tipo cincel, o una barrena de rodillos con cuchillas rotativas de dientes endurecidos.

## **4. Perforación rotopercutante**

La perforación rotopercutante, o por rotación y percusión, es un método combinado en el que una barrena rotativa utiliza un líquido hidráulico circulante para accionar un mecanismo tipo martillo, creando así una serie de rápidos golpes de percusión que permiten que la barrena perfora y simultáneamente triture la tierra. Electroperforación y turboperforación. La mayoría de las plataformas giratorias, cabrestantes y bombas de los equipos de perforación pesados suelen ser accionados por motores eléctricos o turbinas, lo que permite mayor flexibilidad en las operaciones y la perforación telecontrolada. La electroperforación y la turboperforación son nuevos métodos que proporcionan a la barrena una potencia más directa al conectar el motor de perforación justo por encima de la barrena, en el fondo del agujero.

## **5. Perforación direccional**

La perforación direccional es una técnica de perforación rotativa que guía la columna de perforación siguiendo una trayectoria curva a medida que el agujero se hace más profundo. Este método se utiliza para llegar hasta yacimientos que son innacesibles mediante la perforación vertical. Asimismo reduce los costes, ya que permite perforar varios pozos en distintas direcciones desde una sola plataforma. Este mayor alcance de perforación permite penetrar en yacimientos submarinos desde la costa. Muchos de estos métodos son posibles gracias al empleo de ordenadores para guiar perforadoras automáticas y tubería flexible (espiral), que se sube y baja sin tener que conectar y desconectar secciones.

## **6. Otros métodos de perforación**

La perforación abrasiva es un método en el que se utiliza un material abrasivo a presión (en lugar de una barra con barrena) para atravesar los sustratos. Otros métodos son la perforación con explosivos y la perforación con llama.

## **7. Abandono**

Cuando los yacimientos de petróleo y gas natural dejan de ser productivos, normalmente se taponan los pozos con cemento para evitar flujos o fugas a la superficie y proteger los estratos y el agua subterráneos. Se retira el equipo y los emplazamientos de los pozos abandonados se limpian y se devuelven a la normalidad. [14]

## f) Operaciones de perforación

### Técnicas de perforación

La plataforma de perforación sirve de base para que los operarios acoplen y desacoplen las secciones de tubería de perforación que se utilizan para aumentar la profundidad de perforación. A medida que aumenta la profundidad del orificio se va alargando el tubo y se suspende de la torre la columna de perforación.

Cuando hay que cambiar una barrena, se extrae del pozo toda la columna del tubo de perforación, separando cada una de las secciones que la integran y disponiéndolas verticalmente dentro de la torre. Una vez colocada la nueva barrena, el proceso se invierte y el tubo vuelve a situarse en el agujero para proseguir con la perforación. Ha de prestarse mucha atención a que el tubo de la columna de perforación no se disgregue y caiga en el interior del orificio, ya que sería difícil y muy costoso recuperarlo y podría dar lugar, incluso, a que el pozo tuviera que abandonarse.

Otro problema que puede plantearse es que las herramientas de perforación se atasquen en el agujero al detener la perforación. Por ello, una vez que se inicia ésta normalmente se continúa sin interrupción hasta terminar el pozo.

### Lodo de perforación

El lodo de perforación es un líquido compuesto de agua o petróleo y arcilla con aditivos químicos (por ejemplo, formaldehído, cal, hidracida sódica, baritina). A menudo se añade sosa cáustica para controlar el pH (acidez) del lodo de perforación y neutralizar aditivos del lodo y líquidos de terminación potencialmente peligrosos.

El lodo de perforación se inyecta en el pozo bajo presión desde el tanque de mezcla en la plataforma de perforación, por el interior de la tubería de perforación hasta la barrena. Después, el lodo asciende por entre la superficie exterior de la tubería de perforación y las paredes del agujero y vuelve a la superficie, donde se filtra y recicla.

El lodo de perforación se utiliza para refrigerar y lubricar la barrena, lubricar la tubería y expulsar del agujero de perforación los fragmentos de roca triturados. El lodo de perforación se utiliza también para controlar el flujo que sale del pozo, al revestir las paredes del agujero y oponer resistencia a la presión del gas, petróleo o agua que encuentre la barrena. Se pueden inyectar chorros de lodo a presión en el fondo del agujero para facilitar la perforación.

### Revestimiento y cementación

El revestimiento es una tubería pesada de acero especial que reviste el agujero del pozo. Se utiliza para evitar el derrumbe de las paredes del agujero de la perforación y proteger los estratos de agua dulce previniendo fugas del flujo de retorno de lodo durante las operaciones de perforación.

El revestimiento sella también las arenas impregnadas de agua y las zonas de gas a alta presión. Inicialmente se utiliza cerca de la superficie y se cementa para guiar la tubería de perforación. Para ello se bombea una lechada de cemento a la tubería y se la fuerza a subir por el espacio comprendido entre el revestimiento y las paredes del pozo. Una vez fraguado el cemento y colocado el revestimiento, se continúa con la perforación utilizando una barrena de menor diámetro. Después de colocar en el pozo el revestimiento superficial, se montan en la parte superior de éste dispositivos antirreventones (grandes válvulas, sacos o empaquetaduras), en lo que se denomina un árbol.

Cuando se descubre petróleo o gas, se entuba el fondo del pozo, es decir, se reviste para evitar que penetren en el agujero de perforación tierra, rocas, agua salada y otros contaminantes, y también con objeto de crear un conducto para las tuberías de extracción de crudo y gas. [14]

## **g) Operaciones de terminación, recuperación optimizada y rehabilitación**

### **- Terminación**

La terminación es el proceso de poner un pozo en producción una vez perforado hasta la profundidad a que se espera encontrar petróleo o gas. Comprende varias operaciones, entre ellas la penetración de la tubería de revestimiento y la limpieza del oleoducto para expulsar el agua y el sedimento a fin de que no obstaculicen el flujo de producción. Durante la perforación se utilizan barrenas sacatestigos especiales para extraer muestras de hasta 50 m de longitud con el fin de analizarlas para determinar cuándo debe efectuarse la penetración. Primero se extraen la tubería de perforación y la barrena, y se cementa el tramo final de revestimiento; después se introduce en el pozo una pistola de perforación consistente en un tubo metálico con casquillos que contienen balas o cargas explosivas huecas. Las cargas se detonan por medio de impulsos eléctricos para que atraviesen la entubación y penetren en el yacimiento, creando así aberturas para que el petróleo y el gas fluyan al pozo y, a través de éste, lleguen a la superficie.

El flujo de petróleo crudo y gas natural se controla mediante una serie de válvulas, denominadas “árboles de navidad”, que se colocan en la parte superior de la cabeza del pozo. Se instalan monitores y controles para accionar de forma automática o manual las válvulas de seguridad de superficie y subterráneas, en caso de cambio de presión, incendio u otra situación peligrosa. Una vez obtenidos el petróleo y el gas natural, se separan y se eliminan del petróleo crudo el agua y el sedimento.

#### - **Producción y conservación de petróleo crudo y gas natural**

La producción de petróleo se lleva a cabo básicamente por desplazamiento mediante agua o gas. Al iniciarse la perforación, casi todo el crudo está a presión. Esta presión natural disminuye a medida que se van extrayendo petróleo y gas del yacimiento, durante las tres fases de la vida de éste.

- Durante la primera fase, llamada de producción emergente, el flujo lo controla la presión natural del yacimiento, debida al gas disuelto en el petróleo, al gas a presión atrapado encima del petróleo y a la presión hidráulica del agua atrapada debajo de este último.
- La segunda fase, la de producción por presión artificial, se realiza inyectando gas a presión en el yacimiento cuando se ha agotado la presión natural.
- La fase tres, denominada de agotamiento o de producción marginal, tiene lugar cuando los pozos sólo producen intermitentemente. Al principio no se conocían bien las fuerzas que afectaban a la producción de petróleo y gas natural, pero hoy en día sabemos que el concepto de control se basa en que una tasa de producción rápida disipa la presión del yacimiento con mayor rapidez, reduciendo por tanto la cantidad total de petróleo recuperable.

Dos de las medidas que se utilizan para conservar los yacimientos petrolíferos son la unificación y el espaciado de los pozos.

- La **unificación** consiste en explotar un campo como una sola unidad a fin de aplicar métodos de recuperación secundarios y mantener la presión, aunque para ello sea necesaria la intervención de varias compañías diferentes. La producción total se distribuye equitativamente entre las distintas compañías.
- El **espaciado** de los pozos es la delimitación y el correcto emplazamiento de los pozos para conseguir la máxima producción sin disipar un campo por exceso de perforaciones

#### - **Métodos de recuperación de producto adicional**

La productividad de los yacimientos de petróleo y gas natural mejora con diversos métodos de recuperación. Uno de ellos consiste en abrir pasos en los estratos por procedimientos químicos o físicos para que el petróleo y el gas puedan moverse con mayor libertad por los yacimientos hasta el pozo. Se inyecta agua y gas en los yacimientos para mantener la presión de trabajo por desplazamiento natural. Métodos de recuperación secundarios, entre los que se incluyen el desplazamiento por presión, la producción por presión artificial y la inyección de agua, mejoran y restauran la presión del yacimiento.

La recuperación optimizada consiste en el empleo de diversos métodos de recuperación secundarios en múltiples combinaciones diferentes. Asimismo incluye métodos más avanzados para obtener producto adicional de yacimientos agotados, como la recuperación térmica, que utiliza calor en lugar de agua o gas para forzar la salida de mayor cantidad de petróleo crudo de los yacimientos.

#### - **Acidificación**

La acidificación es un método para aumentar el rendimiento de un pozo bombeando ácido directamente en un yacimiento productor con objeto de abrir canales de flujo mediante la reacción de los productos químicos y los minerales. Al principio se utilizaba ácido clorhídrico (normal) para disolver las formaciones calizas. Este ácido es aún muy utilizado, pero ahora se le añaden diversas sustancias químicas para controlar su reacción y evitar la corrosión y la formación de emulsiones.

Junto al ácido clorhídrico se emplean también ácido fluorhídrico, ácido fórmico y ácido acético, dependiendo del tipo de roca o de los minerales del yacimiento. El ácido fluorhídrico siempre se combina con uno de los otros tres ácidos y originalmente se usaba para disolver la arenisca. Suele llamársele “ácido antilodo”, dado que actualmente se utiliza para limpiar perforaciones taponadas con lodo de perforación y restaurar la permeabilidad dañada en las inmediaciones del agujero del pozo. Los ácidos fórmico y acético se utilizan en yacimientos profundos, muy calientes, de caliza y dolomita, y como ácidos de descomposición antes de la perforación. El ácido acético también se añade a los pozos como agente tampón neutralizante para controlar el pH de los líquidos de estimulación del pozo. Casi todos los ácidos llevan aditivos, como inhibidores para evitar la reacción con los revestimientos metálicos, y tensoactivos para prevenir la formación de lodos y emulsiones.

#### - **Fracturación**

La fracturación es el método utilizado para aumentar el flujo de petróleo o gas natural a los pozos a través de un yacimiento mediante fuerza o presión. La producción puede disminuir porque la formación del yacimiento no sea lo bastante permeable para que el petróleo pueda fluir libremente hacia el pozo.

La fracturación fuerza la apertura de canales subterráneos bombeando al yacimiento, a alta presión, un líquido con materiales o productos de entibación especiales (como arena, metal, bolas químicas y conchas) para producir fisuras. Se puede añadir nitrógeno al líquido para estimular la expansión. Cuando se suprime la presión, el líquido se retira y los materiales de entibación permanecen, manteniendo así las fisuras abiertas para que el petróleo pueda circular más fácilmente.

La fracturación masiva consiste en bombear grandes cantidades de líquido a los pozos para crear hidráulicamente fisuras de miles de pies de longitud. La fracturación masiva se utiliza normalmente para abrir pozos de gas donde las formaciones de los yacimientos son tan densas que ni siquiera el gas puede atravesarlas.

#### - **Mantenimiento de la presión**

Dos métodos comunes de mantenimiento de la presión son la inyección de agua o gas (aire, nitrógeno, dióxido de carbono y gas natural) en yacimientos donde las presiones naturales son reducidas o insuficientes para la producción. Ambos métodos exigen perforar pozos de inyección auxiliares en determinados lugares para conseguir los mejores resultados. La inyección de agua o gas para la presión de trabajo del pozo se denomina desplazamiento natural.

El empleo de gas a presión para aumentar la presión del yacimiento recibe el nombre de producción o extracción por presión artificial (con gas).

#### - **Inyección miscible**

La inyección de líquido miscible y de polímero miscible son métodos de recuperación optimizados que se utilizan para mejorar la inyección de agua reduciendo la tensión superficial del petróleo crudo. Primero se inyecta en un yacimiento un líquido miscible (es decir, soluble en el crudo). Después, se inyecta otro líquido que empuja la mezcla de crudo y líquido miscible hacia el pozo de producción.

La inyección de polímero miscible consiste en utilizar un detergente para separar el crudo de los estratos mediante lavado. Detrás del detergente se inyecta un gel o agua espesada para desplazar el crudo hacia el pozo productor.

#### - **Inyección de fuego**

La inyección de fuego, o combustión in situ (en el yacimiento), es un método de recuperación térmica de elevado coste consistente en inyectar en el yacimiento grandes cantidades de aire o de un gas que contenga oxígeno e inflamar una parte del petróleo crudo. El calor producido por el fuego reduce la viscosidad del crudo denso y permite que éste fluya más fácilmente. Los gases calientes producidos por el fuego elevan la

presión del yacimiento y crean un estrecho frente de combustión que empuja al crudo menos denso desde el pozo de inyección hacia el de producción. El crudo denso permanece donde se encuentra y aporta combustible adicional a medida que el frente de llama avanza lentamente.

El proceso de combustión se vigila y controla cuidadosamente regulando el aire o el gas inyectado.

#### - **Inyección de vapor**

La inyección de vapor es un método de recuperación térmica consistente en calentar el petróleo crudo denso y reducir su viscosidad inyectando vapor a muy alta temperatura en el estrato más bajo de un yacimiento relativamente poco profundo. El vapor se inyecta a lo largo de un período de 10 a 14 días y después se cierra el pozo más o menos durante otra semana para permitir que el vapor caliente completamente el yacimiento.

Al mismo tiempo, el aumento de temperatura expande los gases del yacimiento, elevando así la presión de éste. Entonces se reabre el pozo y el crudo calentado, ahora menos viscoso, fluye por el pozo. Un método más reciente consiste en inyectar vapor no muy caliente y a baja presión en secciones mayores de dos, tres o más zonas simultáneamente, creando de ese modo una “cámara de vapor” que comprime el petróleo en cada una de las zonas. Esto permite obtener un mayor flujo de petróleo hacia la superficie utilizando menos vapor. [14]

### **h) Riesgos**

- **Abordajes y ataques terroristas**
- **Accidentes y derrames de petróleo en el mar**
- **Daño local y ecológico**

La operativa de las plataformas petrolíferas está expuesta a riesgos debido a que su propia naturaleza (extracción de sustancias volátiles a veces bajo presión extrema) favorece la ocurrencia de accidentes con regularidad. Entre 2001 y 2010, ocurrieron 69 muertes en plataformas fuera de la costa, 1.349 heridos y 858 incendios y explosiones en el Golfo de México según el Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement de Estados Unidos (la Oficina de Administración, Regulación y Ejecución de Energía Oceánica).

- **Abordajes y ataques terroristas**

Debido a los abordajes producidos como protesta de grupos ambientalistas, amenazas de ataques con bombas y el temor de ataques terroristas como los del 11 de septiembre de 2001, entre otros motivos, hay organismos gubernamentales en Estados Unidos que se encargan de la lucha contra el terrorismo marítimo en ese país, como por ejemplo la Guardia Costera de Estados Unidos, los SEALs y los Marines). Otros países como México también cuentan con grupos de élite que operan en ese sentido, incluyendo misiles antiaéreos y radares.

- **Daño local y ecológico**

El campo de petróleo Goose Creek fue el primer sitio en el que ocurrieron hundimientos de tierra atribuidos a la remoción del petróleo bajo la superficie. Debido a ello viviendas, carreteras, empresas e incluso partes del yacimiento que estaba en tierra a principios del siglo XX cuando el campo comenzó a ser explotado, en 1991 ya se encontraban bajo el agua de la bahía Tabbs. El hundimiento inducido por el movimiento a lo largo de las fallas en el campo también causó algunos terremotos de origen local en el área de Houston.

Entre 1922 y 1927 la explotación comercial de petróleo en el Lago Maracaibo fue muy intensa, hasta su disminución por la merma del recurso y la falta de competitividad frente a la caída de los precios del crudo en Estados Unidos. Ese período de actividad trajo consigo múltiples problemas ambientales. Uno de los primeros fue el vertido de crudo en las propias aguas del lago, aunque el mismo se utilizaba además para aprovisionar de agua dulce a la población, los operarios y la operativa general de las empresas petroleras. Como resultado el agua se había vuelto negra, imposibilitando su uso doméstico tanto para beber como para las tareas domésticas (cocinar, lavar la ropa, etc.). La pérdida del lago como recurso de agua potable se vio reforzada por el ingreso mensual de miles de litros de agua salada debido a las operaciones de lastre y alijo de los barcos petroleros (que en aquella época eran barcos a vapor). Esto encareció el precio del agua, disminuyó la pesca y otras actividades similares en la zona y afectó otras especies marinas como las aves acuáticas. El agua negra también se pegaba en la piel de los habitantes de las zonas aledañas y ensuciaba la arena de la costa. Parte de los derrames se debían a las propias maniobras de extracción (mayor presión en las mangas, por ejemplo) y otras a la operativa para cargar el crudo en los vapores. Se constituyó una comisión para investigar las múltiples denuncias que los vecinos habían realizado durante años, y en conjunto con una ley de vigilancia (aprobada el 11 de julio de 1928) se hicieron numerosas recomendaciones para mejorar la situación que fueron acatadas por algunas empresas. Sin embargo, no fue cumplido por todas, e incluso se realizaron tareas de dragado para permitir el acceso de barcos de mayor calado, acelerando su salinización.

Un problema colateral radica en el destino final de las plataformas una vez que su vida útil acaba. Científicos de Estados Unidos y Australia propusieron hundir las plataformas petroleras en desuso para crear arrecifes artificiales, en vez de desmantelarlas (lo que implica un alto costo). De esta forma se crearían refugios para muchas especies de peces amenazadas. La NOAA dijo que está considerando esta propuesta, pero se quiere dinero para estudiar los efectos de las plataformas en detalle.<sup>39</sup>

Sin embargo, esta costumbre había entrado en desuso después de que en febrero de 1995 Greenpeace comenzara una campaña en contra del hundimiento por parte de Shell de una plataforma de almacenamiento de petróleo llamada Brent Spar, para impedir que el fondo oceánico fuese utilizado como basurero. La idea de Shell era hundirla a 150 millas frente a Escocia, en el Océano Atlántico. Según un informe el hundimiento le habría costado a Shell 16 millones de dólares, mientras que desmantelarla en tierra hubiera representado cerca de 70 millones. Las acciones desembocaron en protestas, manifestaciones y boicots a las estaciones de servicio de la petrolera en varios países de Europa, incluyendo ataques con bombas incendiarias y tiroteos. La confrontación finalizó el 20 de junio de 1995, cuando Shell acordó desmantelar la plataforma en tierra.

Otros proyectos sugieren convertirlas en condominios o pequeñas ciudades alimentadas por energías renovables como paneles solares y energía eólica. Tal fue la idea de los malayos Ku Yee Kee y Hor Sue-Wern, con la que terminaron finalistas del concurso eVolo Skyscraper 2011. De esta forma se aprovecharían las habitaciones, los centros de recreación e incluso podrían contar con las facilidades de su propio laboratorio de investigación. [15]

## i) Impacto Ambiental

Los impactos de la explotación de hidrocarburos en los fondos marinos se pueden clasificar como:

- **directos**, resultantes de las actividades mecánicas y químicas realizadas en el lugar de trabajo;
- **secundarios**, daños causados a fauna o flora relacionada con los objetos de daños directos;
- **indirectos**, causados fuera del área de actividades a consecuencia de movimientos de la dinámica marina o del fondo;
- **acumulativos**, impactos crónicos causados por la suma de múltiples daños en un área o en un largo periodo de tiempo (Salter y Ford 2001).

Los impactos más significativos que se originarían en la fase de cata y explotación de hidrocarburos, que afectarían por tanto en diverso grado a estos espacios protegidos, son los siguientes:

- Destrucción directa de comunidades de fondos
- Contaminación de los fondos durante la perforación y restos de materiales de la misma
- Impacto a medio largo plazo sobre las comunidades de los fondos
- Aumento del riesgo de accidentes petroleros tipo “Prestige” y de la contaminación crónica
- Afección a espacios protegidos

- Afección a especies protegidas
- Contaminación visual
- Contaminación del agua
- Contaminación de la atmósfera     **[16]**

# PARTE 3<sup>a</sup>

## PLATAFORMAS PETROLÍFERAS



## SECCIONES

- A. Antecedentes**
- B. Definición**
- C. Entorno**
- D. Reglamento**
- E. Estructura**
- F. Clasificación según servicio**
- G. Sistemas**
- H. Tipos**
- I. Personal**

## A. Antecedentes

El primer pozo de petróleo perforado fuera de la costa fue Bibiheybat en Bakú, Azerbaiyán, en 1846.

Los primeros pozos de petróleo bajo la superficie que se perforaron en Estados Unidos se encontraban en el Gran Lago St. Marys (también conocido como el "depósito del Condado de Mercer") en Ohio. Para tal fin se construyeron plataformas de madera apoyadas sobre pilotes del mismo material. Cinco años más tarde la explotación se trasladó a las aguas saladas del campo Summerland, que se extendía bajo el Canal de Santa Bárbara en California. Estos fueron los primeros pozos que no estaban en la costa sino que la perforación se realizaba desde muelles que se extendían desde la costa hacia el interior del canal.

Otras actividades relevantes de perforación sumergida se produjeron entre 1915 y 1916 en Azerbaiyán, realizándose las primeras pruebas para extraer gas natural de los campos de petróleo de Romani, Absheron. Las bombas se encontraban sumergidas.

Poco después se perforaron pozos en las zonas de mareas a lo largo de la costa texana del Golfo de México y Luisiana. El campo petrolero de Goose Creek, cerca de Baytown, Texas, es un ejemplo de ello. Fue descubierto en 1903 y alcanzó su máximo de producción en 1918. Además de poseer la primera plataforma petrolífera fuera de la costa en Texas, representó el segundo grupo de este tipo de plataformas de Estados Unidos, permaneciendo activo en 2006 y habiendo producido más de 150 millones de barriles de petróleo en toda su historia.

El 14 de diciembre de 1922 el pozo «Barroso N°2» que una subsidiaria de la empresa Shell controlaba en el Estado Zulia (Venezuela), explotó durante la exploración en el Lago de Maracaibo.

Las primeras plataformas en las profundidades del lago se asentaban sobre pilotes de madera de entre 10 y 20 m de largo, pero estos eran atacados por moluscos que se alimentan de ella, debilitándolos. El fracaso de los distintos tratamientos para curar la madera junto con el alto costo que implicaba importar los troncos adecuados desde Estados Unidos, llevaron a que en 1927 por primera vez se comenzara a construir sobre pilotes de concreto.

A medida que se exploraba a mayor profundidad, se diseñaron nuevos pilotes más resistentes y más largos (unos 80 m), e incluso se llegó a experimentar con la técnica de caisson o cajones neumáticos, pero debió ser dejada de lado por inviabilidad económica.

Se considera que las precursoras de las plataformas modernas fueron las fortalezas marinas Maunsell, unas torres fortificadas de pequeño tamaño que fueron construidas en los estuarios de los ríos Támesis y Mersey durante la Segunda Guerra Mundial. Fueron diseñadas por Guy Maunsell y erigidas en 1942 para complementar las defensas

del Reino Unido durante la guerra. Eran construidas en tierra con hormigón y emplazadas en su sitio con la ayuda de barcazas. Estaban equipadas con cañones antiaéreos Bofors y radares. [15]



Fig. nº 4. Las fortalezas marinas Maunsell, 2006.

En 1947 con Kerr-McGree en el Golfo de México con un tirante de agua de 4.6 m para explotar un pozo petrolífero. La estructura se componía de una cubierta de madera de 11.6 m x 21.6 m sustentada sobre pilotes que alcanzaban una profundidad de 31.7 m. Desde ese momento se fueron introduciendo innovaciones en los distintos tipos de estructuras costa afuera, en ambientes cada vez más hostiles



Fig. nº 5. Primera plataforma marina off-shore

En 1965, la empresa brasileña Petrobras tuvo éxito en la exploración en busca de reservas de petróleo dentro de las costas de Bahía, sin embargo la producción era sólo de un tercio de lo que el país necesitaba, por lo que se decidió iniciar exploraciones en cuencas costa afuera, la prioridad era iniciar la exploración y continuar con la producción.

En 1967 se contó con la información suficiente y el primer pozo costa afuera fue perforado al año siguiente en la cuenca de Espirito Santo, para esto se creó la plataforma auto elevable “Vinegaroon”, a una profundidad de 50 metros. Una perforación a esa profundidad fue considerada arriesgada en aquel entonces, la explotación del campo inició en 1971. [17]



Fig. nº 6. Plataforma tipo Jackup “Vinegaroon” de Petrobras, 1971

## B. Definición

Las plataformas petrolíferas o “platform offshore” son una estructura de grandes dimensiones cuya función es extraer petróleo y gas natural de los yacimientos del lecho marino que luego serán exportados hacia la costa. También sirve como vivienda de los trabajadores que operan en ella y como torre de telecomunicaciones. Dependiendo de las circunstancias, la plataforma puede estar fija al fondo del océano, flotar o ser una isla artificial.

Debido a su actividad principal, las plataformas petroleras son propensas a sufrir accidentes que pueden ocasionar pérdidas de vidas humanas, derrames de petróleo y graves daños ecológicos. También pueden sufrir vandalismos o ser el blanco de terrorismo, por lo que varios países entrenan unidades especialmente para combatir estas acciones.

Entre las tareas que se desarrollan en estas plataformas destacan las operaciones para taladrar el subsuelo hasta alcanzar la profundidad donde se encuentra el petróleo o gas y que puede estar a cientos de metros bajo el foso marino, el control de esa perforación y el almacenamiento o canalización de los recursos energéticos extraídos. [18,19]

## C. Entorno

El entorno de una plataforma petrolífera en alta mar puede caracterizarse por:

- Profundidad del agua en el emplazamiento
- El suelo, el lecho marino y el subsuelo
- La velocidad del viento y la temperatura del aire
- Las olas, la fuerza de la marea, las tormentas y la corriente
- El hielo (fijo, flotante, icebergs)
- Los seísmos (si fuera el caso)

Debido a ello, es importante que se dote su estructura con la maquinaria necesaria y las medidas para soportar dichas condiciones del entorno, además de una buena capacitación por parte del personal a bordo y el visitante, para evitar posibles accidentes o riesgos durante todo el proceso. [20]

## D. Reglamento

En cuanto a los reglamentos aplicables sobre las plataformas petrolíferas, podemos resaltar los siguientes:

En cuanto al diseño estructural ha de cumplir ciertos reglamentos específicos para las estructuras de las plataformas petrolíferas. El reglamento estructural principal de ámbito mundial es:

- el API-RP2A
- las Reglas de Lloyds
- Las Reglas DnV

Se han de cumplir los requisitos gubernamentales específicos, por ejemplo los contenidos en las reglas del Department of Energy (DoE), Norwegian Petroleum Directorate (NPD).

Para el diseño de detalles de la estructura del suelo superior se utiliza con frecuencia el reglamento AISC y para las soldaduras se utiliza el reglamento AWS.

En el Reino Unido, el accidente del Piper Alpha ha provocado la aparición de un nuevo enfoque para la regulación de las plataformas petrolíferas. La responsabilidad del control de la reglamentación se ha trasladado al Health and Safety Executive (HSE) y es el operador el que ha de presentar una evaluación formal de la seguridad en lugar de ajustarse a regulaciones detalladas. [20]

### **CERTIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE GARANTÍA**

Las autoridades gubernamentales exigen que organismos reconocidos evalúen los aspectos de integridad estructural y emitan un certificado al efecto.

Los principales organismos de certificación son:

- Det norske Veritas (DnV)
- Lloyds Register of Shipping (LRS)
- American Bureau of Shipping (ABS)
- Bureau Veritas (BV)
- Germanischer Lloyd (GL)

Las compañías de seguros que cubren el transporte y el montaje exigen que inspectores de las aseguradoras inspeccionen las estructuras antes de que se proceda a la aceptación. Los inspectores de las aseguradoras aplican las normas, si las hubiera, de manera confidencial. [21]

## **E. Estructura**

Una plataforma marina se puede definir como una estructura (metálica o de concreto) cuya función principal es la de dar soporte para equipos, tuberías, módulos de diferentes servicios y todos los accesorios o componentes necesarios para la extracción de crudo en el fondo del mar.

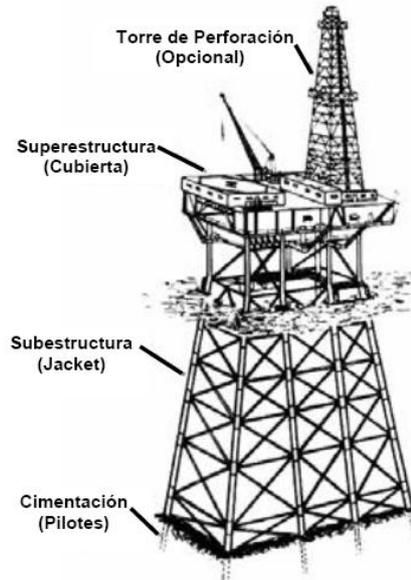


Fig. nº 7. Estructura principal de una plataforma.

Las partes principales de que consta una plataforma marina fija son los que a continuación se describen:

- Superestructura (DECK). Cubierta
  - Subestructura (JACKET)
  - Cimentación (PILOTES)
- 
- **SUPERESTRUCTURA (DECK). CUBIERTA**

Es la parte de la plataforma que se localiza sobre el NMM (nivel medio del mar), cuya función es proporcionar el área de trabajo para el apoyo de los diferentes equipos, recipientes, módulos, tuberías, etcétera. Una plataforma puede contar con una o más cubiertas.



Fig. nº 8. Cubierta de una plataforma con helipuerto

- **SUBESTRUCTURA (JACKET)**

Es de forma piramidal truncada y se constituye por marcos transversales y longitudinales dispuestos ortogonalmente entre sí y están arriostrados por plantas estructurales. La función principal es proporcionar apoyo lateral a los pilotes colocados concéntricamente en el interior de cada pierna.



Fig. nº 9. Estructura tipo Jacket en alta mar

#### ▪ CIMENTACIÓN (PILOTES)

La cimentación está formada por pilotes de acero de sección tubular de punta abierta, los cuales se colocan concéntricamente en el interior de las piernas de la plataforma. La longitud del pilote se mide desde el punto de trabajo hasta una profundidad de 60 a 120 m bajo la línea de lodos o fondo de lecho marino. [22]



Fig. nº 10. Hincado de pilotes en plataforma tetrápoda

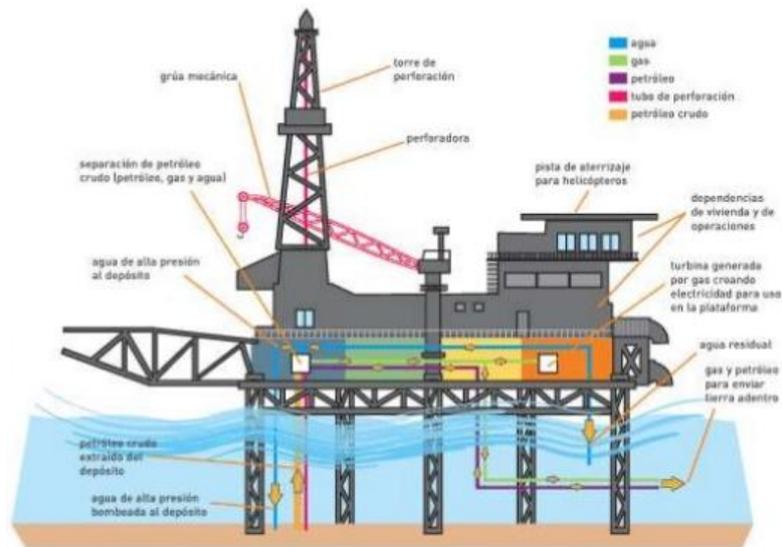


Fig. nº 11. Partes de una plataforma

Grúa mecánica; separación de petróleo crudo (petróleo, gas y agua); agua de alta presión al depósito; petróleo crudo extraído del depósito; agua de alta presión bombeando el depósito; torre de perforación; perforadora; pista de aterrizaje para helicópteros; dependencias de vivienda y de operaciones; turbina generada por gas creando electricidad para uso en la plataforma; agua residual; gas y petróleo para enviar tierra adentro.

## F. CLASIFICACIÓN SEGÚN SERVICIO

Es importante conocer al detalle el tipo de servicio que prestará la plataforma en estudio, ya que este tipo de información marcará lineamientos para su diseño. A continuación se describe brevemente las diferentes plataformas según la clase de servicios que presta:

- 1) **Plataformas de perforación:** En ellas se encuentran los equipos para la perforación de los pozos, para la inyección de nitrógeno al yacimiento y los empleados en la separación de gas y aceite. Aquí se recibe la producción en bruto del pozo y se realiza la separación primaria de petróleo y gas. Cuentan con helipuerto y pueden tener hasta dos cubiertas. Deberá de contener en su superestructura la dimensiones necesarias y el espacio de maniobra requerida para alojar a la paquetería y torre de perforación, así como las zonas para el almacenaje de insumos en cantidad suficiente para mantener por varios días las operaciones de perforación
- 2) **Plataforma de inyección:** Este tipo de plataforma tiene la labor de inyección de agua presurizada a las cavidades donde se encuentra alojado el crudo a manera de mantener o en caso necesario incrementar la presión interna de los pozos
- 3) **Plataformas de producción:** Este tipo de sistema tiene como objetivo el manejo, tratamiento y almacenamiento temporal del producto (crudo, gas, agua y sedimentos) recién extraído para facilitar su transportación.

Éstas separan el gas del crudo, bombean el crudo mediante oleoductos a tierra y el gas a una plataforma de compresión para su tratamiento y transporte por gasoducto a tierra.

- 4) **Plataformas de enlace:** Su función es recuperar el crudo con gas procedente de la plataforma(s) de perforación y lo distribuyen a las de producción para ser procesado, también cuentan con oleoductos para transportarlo a tierra.
- 5) **Plataformas de compresión:** Su función estructural será la de alojar el equipo necesario para la presurización del gas proveniente de plantas productoras y reenviarlo a terminales de almacenamiento del producto.
- 6) **Plataformas habitacionales:** Este tipo de plataformas cuentan con la capacidad de albergar la mano de obra de los diferentes complejos. Este tipo de plataformas deben de contar con todos los servicios básicos necesarios para la buena estancia del trabajador contando además con áreas recreativas.
- 7) **Plataformas de rebombéo:** Esta estructura soporta turbo bombas que sirven para reimpulsar el crudo a través de los largos ductos submarinos.
- 8) **Plataforma de telecomunicaciones:** Su función es soportar la torre y módulo de telecomunicaciones, módulo de radares, pudiendo desarrollar alguna otra función que no peligre con la tarea de comunicación
- 9) **Plataformas recuperadoras:** Esta estructura también son llamadas protectoras de pozos, tienen la función de proteger a un pozo que se ha perforado con fines exploratorios, también da protección a la tubería ascendente y a la línea submarina para el envío de los hidrocarburos.
- 10) **Plataformas para quemador:** Estas plataformas solo soportan un puente de comunicación que lleva una línea hacia el quemador, una torre para el quemador y el quemador de gas excedente que no puede ser aprovechado, producto de la separación de este con el crudo
- 11) **Plataformas de apoyo:** Cuando los claros a librar entre plataformas con puentes son muy grandes, resulta necesario contar con un apoyo intermedio en dicho claro. Esta es la única función de estas plataformas y sólo cuentan con una cubierta, que depende su altura de la que tengan los puntos a unir.
- 12) **Plataforma estabilizadora de crudo:** Esta plataforma tenía como función principal quitar los últimos residuos de gas con que llega el crudo al cargadero de buque tanques, así como también quitar algunas impurezas que desprende el aceite crudo al ser sometidos a un proceso de enfriamiento para ser conducidos por las tuberías submarinas; una vez procesado el aceite crudo se rebombéa a los módulos de medición para su envío a los barcos ya sea para almacenamiento o envío al exterior.

- 13) **Plataforma de almacenamiento de diesel:** Esta plataforma se encuentra ubicada anexa a la plataforma de rebombéo y es la encargada de suministrar el combustible diesel para el consumo de los motores de combustión interna de las turbo.
- 14) **Plataforma autoelevable:** Pueden dividirse en plataformas con patas independientes o no independientes. Se utilizan para la exploración y el mantenimiento de pozos en aguas someras (menos de 100 m de profundidad). Ambos tipos se encargan de elevar la plataforma de forma tal que quede un colchón de aire entre el pelo de agua y el casco de la plataforma. La diferencia radica en que la plataforma de patas independientes asienta las patas en el lecho del mar, mientras que la otra asienta directamente la plataforma.
- 15) **Plataformas semi-sumergible:** Son estructuras que flotan que permanecen fijadas en su emplazamiento mediante anclas, o incluso pueden ser desplazadas. Son empleadas en la perforación a profundidad mayor de 100m, utilizando conexiones submarinas [22]



Fig. nº 12 .Plataformas petrolíferas, Las Palmas de Gran Canaria.

## G. Sistemas

En cuanto a los sistemas reconocidos se puede citar los siguientes:

- Sistemas fijos
- Sistemas flotantes
- Sistemas submarinos

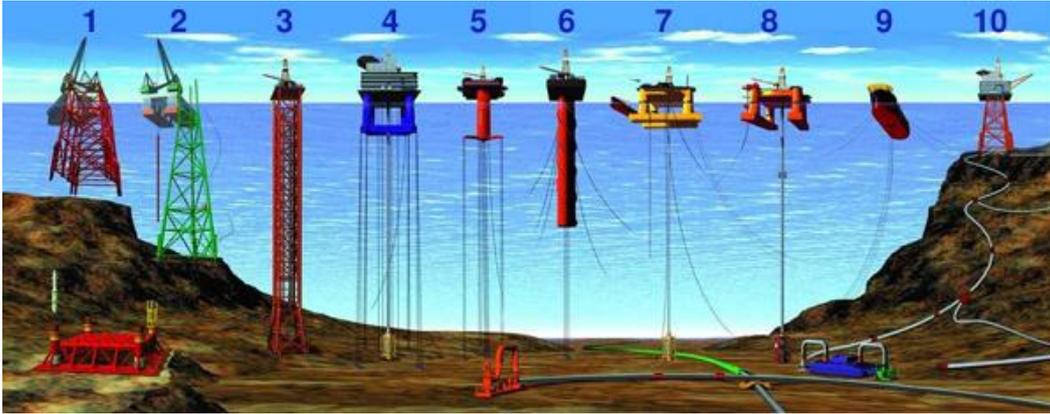


Fig. nº 13. 1, 2) Plataformas convencionales fijas; 3) Plataformas de torre autoelevable; 4, 5) Plataformas flotantes tensionadas; 6) Plataformas Spar; 7,8) Plataformas semi-sumergibles; 9) Plataformas en barcos perforadores; 10) Plataformas sustentadas en el zócalo y unidas a instalaciones de extracción en el fondo marino.

### ▪ Sistemas fijos

Son todas aquellas estructuras en las cuales su comportamiento estructural está gobernado por la rigidez de todos sus miembros estructurales. Asimismo, la transmisión de todos los efectos ambientales, gravitatorios y accidentales que sufrirá la estructura durante su vida útil que serán transmitidos directamente al suelo marino a través de su sistema de cimentación que podrá ser a base de pilotes o placas de concreto y su posicionamiento serán generalmente permanentes. Entre este grupo de estructuras se pueden citar los siguientes casos:

- i. **Plataformas marinas de acero tipo JACKET**
- ii. **Plataformas de concreto**
- iii. **Plataformas auto elevables (JACKUP)**

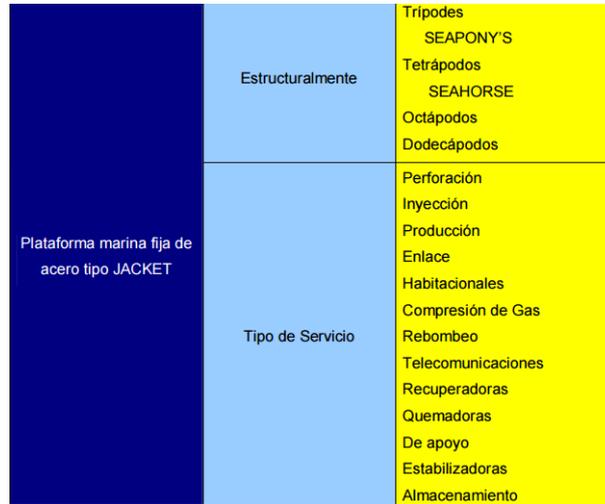
Pueden ser convencionales o modulares. Son empleadas para profundizar, reparar o terminar pozos sobre estructuras fijas.

- Las convencionales operan en pozos más profundos, y están dotadas de un mástil.
- Las modulares operan en pozos poco profundos y consisten en módulos armados con su propia grúa.

Son construidas sobre piernas de hormigón o acero ancladas al lecho marino, sobre las que se colocan otros tipos de estructuras como camisas de acero -secciones verticales de acero tubular- o cajones de hormigón -que permiten el almacenamiento de combustible bajo la superficie y cuando están vacíos confieren flotabilidad, motivo por el cual son utilizados para construir estas plataformas cerca de la costa y hacerlas flotar hasta la posición en que finalmente la plataforma será anclada-. Tienen una cubierta con espacio para las plataformas de perforación, las instalaciones de producción y los alojamientos de la tripulación. Este diseño permite su utilización a muy largo plazo.

- i. **Plataformas marinas de acero tipo JACKET**

Este sistema se caracteriza por encontrarse desplantada sobre el suelo marino extendiendo su estructura hasta por encima de la superficie del nivel del mar. Se denomina a esta estructura como tipo JACKET debido a que sus piernas (elementos estructurales tubulares de acero) alojan a sus cimientos, que son los encargados de proporcionar el cimiento para la estructura formando así un sistema de camisa. Este tipo de sistema se puede subclasificar dependiendo de la configuración estructural y del tipo de servicio que preste:



La clasificación estructural de las plataformas marinas tipo JACKET se debe básicamente al número de piernas que conforman la subestructura:

- Trípodés → 3 piernas estructurales
- Tetrápodos → 4 piernas estructurales
- Octápodos → 8 piernas estructurales
- Dodecápodos → 12 piernas estructurales

## ii. Plataformas de concreto

Este sistema puede considerarse igualmente como permanente, permaneciendo estática en el fondo del lecho marino y extendiéndose por encima de nivel del mar donde se conecta con la superestructura para complementar el sistema. En este caso de plataformas las piernas al ser elementos estructurales de concreto proporcionan el servicio de cimientos, evitando así la utilización de pilotes adicionales.

La característica principal de estas plataformas es su enorme peso, ya que por sí solas, son suficientes para resistir el ataque de los elementos del medio. Las fuerzas ascensionales producidas por su volumen son reducidas mediante lastrado.

A la fecha existe gran variedad de éstas, principalmente en el Mar del Norte.

## iii. Plataformas auto elevables (JACKUP)

Las plataformas autoelevables son móviles y son usadas comúnmente para trabajos en tirantes de agua hasta de 100 metros. La plataforma sobre la que se encuentra montada la torre de perforación, es construida en forma de balsa y contenida en

varias cubiertas, dispuestas una encima de otra con todo el equipo necesario para la perforación, así como la planta de fuerza, almacenes, campamentos, etc. Las patas sobre las que se apoya la unidad y cuyo número llega a ser hasta de 12, están dispuestas en su perímetro. Estas patas están hechas a base de cilindros huecos ó armaduras de acero, su longitud depende de la profundidad de operación prevista. Cuando la unidad se encuentra sobre el punto de operación, las patas son bajadas al fondo marino, inmediatamente después la plataforma es levantada hasta una altura suficiente sobre el nivel del mar para que el oleaje no pueda alcanzar la superestructura. Una vez que la unidad autoelevable ha sido apoyada, puede ser operada con bastante independencia de las condiciones climatológicas que imperan en el sitio y emplear prácticamente la misma técnica de perforación que en tierra firme.

#### ▪ D. Sistemas flotantes

Estas estructuras a diferencia de las anteriores, su resistencia a las cargas (ambientales, gravitatorias) es absorbida por elementos estructurales muy grandes (cascos, pontones), además, su estabilidad depende en parte de las fuerzas de flotación que genera y su posicionamiento no es permanente y es mediante sistemas de líneas de anclaje o elementos flexibles (cables) fijados directamente al fondo marino o sistemas dinámicos de posicionamiento su estabilidad.

En este grupo podemos considerar a las siguientes estructuras:

- Semi sumergidos
- Torres atirantados
- Torres guiadas (guyed towers)
- Plataformas de piernas tensionadas (TLP's)
- Spars
- Boyas
- Barcos (vessels)
- Estructuras complacientes (compliant)

- Semi sumergidos

Durante los últimos años éste ha sido el tipo favorito de construcción para ser operado en condiciones especialmente adversas; el objetivo que se persigue en el diseño de las unidades semisumergibles es el de reducir a un mínimo posible los efectos del oleaje en el trabajo de perforación.

Actualmente gozan de gran demanda éstas unidades, especialmente las grandes de 30,000 y hasta de 50,000 toneladas.

La plataforma de trabajo y demás instalaciones repartidas en varias cubiertas, se encuentran ligadas a los flotadores de diversas formas, generalmente mediante columnas huecas de entre 30 y 45 metros de longitud. Antes de iniciar la perforación, los flotadores son estabilizados a una profundidad de entre 15 y 25 metros inundando los tanques de lastre. De esta manera, los flotadores se mantienen en una zona relativamente tranquila y que no está sujeta a los efectos del oleaje en la superficie.

Las grandes unidades semisumergibles pueden trabajar aun en presencia de olas hasta de 10 metros de altura.

➤ Barcos (vessels)

Estos barcos entran dentro del tipo de unidades móviles, siendo los primeros adaptados de buques mercantes o de barcos sobrantes de las marinas de guerra de Estados Unidos. A pesar de que su gran superficie de contacto con el agua hace a estos buques sumamente sensibles al oleaje, resultan aprovechables y baratos en su adquisición. Algunos de estos equipos siguen operándose hasta la fecha; la instalación sobre el buque de la torre de perforación, la mesa rotaria y la apertura de perforación no presenta mayores dificultades.

Debido a su condición de naves pueden soportar el más fuerte oleaje y de acuerdo con informaciones coincidentes de los aseguradores de transporte, los barcos de perforación gozan del más bajo porcentaje de daños totales entre todas las instalaciones móviles. La mayor desventaja de los barcos de perforación sigue siendo su inmediata reacción ante el viento y el oleaje, a pesar que se introdujo un sistema de anclaje que permite al buque colocarse en el ángulo más favorable con respecto al viento y al oleaje, es decir, rotar alrededor del eje de perforación y aun así no es posible efectuar trabajos de perforación en presencia de olas con alturas superiores a 4 ó 5 metros, debido a que no ha sido posible reducir apreciablemente los desplazamientos verticales del buque.

➤ Plataformas de piernas tensionadas (TLP's)

Este tipo de plataformas están constituidas esencialmente por una balsa semisumergida, con nivel de flotación constante y soportada

mediante columnas tubulares a tensión, cimentadas en el fondo marino mediante pilotes.

Muy semejante a ésta, se ha construido una plataforma del tipo semisumergibles, constituida también por un barco o balsa asegurada mediante un sistema de tensores anclados en el piso marino.

El sistema de perforación para estos dos tipos de plataformas implica muchos riesgos, ya que el cabezal del pozo o los pozos que se vayan a perforar deberá instalarse en el fondo marino, incluyendo los preventores. Todo el equipo bajo el agua se opera a control remoto por un sistema hidráulico

- **Sistemas submarinos**

Son todos aquellos componentes que se encuentran totalmente sumergidos como es el caso de los ductos submarinos. [22]

## H. Tipos

A continuación recopiló los diferentes tipos de plataformas, ordenados según el año en el que comenzaron a operar.

### 1. Bullwinkle. 1988

Bullwinkle fue la plataforma que a más profundidad extrajo petróleo dentro de la familia de las plataformas convencionales fijas. Y decimos “fue” porque en 2010 se decidió que dejaría de operar.

Estas estructuras están apoyadas sobre el lecho marino mediante patas de acero u hormigón y son económicamente viables para profundidades de hasta unos 1.700 pies aproximadamente (520 metros).

La plataforma fue construida entre 1985 y 1988 por Gulf Marine Fabricators y tenía una altura de 529 metros. Con un peso total de 77.000 toneladas, estaba situada en el Golfo de México y de su longitud total, 412,1 metros estaban inmersos debajo de la superficie del agua. El diseño inicial fue desarrollado para la obtención de 59.000 barriles de petróleo y 100 millones de pies cúbicos de gas al día.

Fue instalada por Heerema Marine Contractors y según el libro Deepwater, los costes de fabricación rondaron los 250 millones de dólares. Fue situada aproximadamente a 260 km de New Orleans y perteneció a Shell y a Superior Energy Services.



Fig. nº 14. Plataforma Bullwinkle.

## 2. Magnolia

La plataforma Magnolia es la TLP (Tension Leg Platform) que a más profundidad opera actualmente, concretamente a 1.423 metros por debajo de la superficie del mar. Se instaló en el Golfo de México para explotar el campo de petróleo que se descubrió en 1997 (tiene el mismo nombre que la plataforma petrolífera).

La capacidad de diseño de la unidad de producción es de 50.000 barriles de petróleo y 150 millones de pies cúbicos de gas al día. Magnolia está conectada a otra plataforma Shell (Enchilada), situada a 50 km, a través de dos tuberías de 275 millones de pies cúbicos de capacidad diaria para transportar gas natural.

En 1997 se empezó a colocar la estructura, instalándose los amarres y las estructuras necesarias para la extracción en el fondo marino. El sistema de amarre o mooring system consta de tres anclajes por cada pata de la plataforma. Estos anclajes están tensionados manteniendo a la plataforma totalmente vertical sobre el pozo de extracción.

## 3. Petronius

Petronius es la estructura que a más profundidad opera dentro de la familia de las plataformas autoelevables o Jack-ups y está situada a 210 km de New Orleans en el Golfo de México.

La longitud total de la estructura asciende a 609,9 metros y hasta hace relativamente poco era de las construcciones más alta jamás diseñadas hasta que en 2008 fue terminado el Burj Khalifa, la torre más alta del mundo situada en Dubái.

La estructura total tiene un peso aproximado de 43.000 toneladas y está diseñada para obtener 8.000 m<sup>3</sup> de crudo (50.000 barriles) y 2.000.000 m<sup>3</sup> de gas natural diariamente. La superestructura pesa alrededor de 7.500 toneladas y tiene unas dimensiones de 210 x

140 x 60 pies cúbicos. En ella se encuentran alojados todos los equipos necesarios para operar la plataforma.

Su construcción empezó en 2007 y a diferencia del resto de plataformas convencionales, se diseñó para flexionar con la fuerza de las olas, el viento y las corrientes. La parte sumergida de la plataforma tiene una longitud total de 535 m.

Petronius pertenece a Chevron Corporation y Marathon Oil.

#### 4. Perdido

La plataforma Perdido es la estructura tipo Spar que a más profundidad opera en la actualidad. Realmente es la plataforma que a mayor profundidad opera del mundo. La Devil's tower fue la que ocupaba esta posición, con sus 1.710 metros hasta finales de 2010 que se instaló Perdido, que se encuentra flotando a 2.438 metros sobre el fondo del mar.

Perdido fue construida en Finlandia por Technip y fue remolcado mediante barcasas y buques supply a través del Atlántico hasta Texas. Una vez en Texas, comenzó su andadura hasta el Golfo de México. Los geólogos de Shell indicaron que la producción de la Spar sería de 130.000 barriles de crudo al día.

Está operada por Royal Dutch Shell y costó alrededor de 3 billones de dólares. Cabe destacar que la cubierta superior de la plataforma consta de un helipuerto capaz de albergar a dos helicópteros Sikorsky S93. A lo largo de toda la tubería vertical, se montaron bombas del tamaño de un camión para impulsar el crudo hasta la superficie.



Fig. nº 15. Devil's Tower

#### 5. Na Kika

Na Kika es la plataforma que a mayor profundidad opera dentro del tipo de las plataformas semisumergibles. Estas construcciones tienen cascos de flotabilidad suficiente para mantener la superestructura a flote. Estas pueden moverse de un lado a

otro y lastrar o deslastrar para favorecer la navegabilidad. Están fondeadas para evitar que se alejen del punto de extracción.

El casco de Na Kika fue diseñado por ABB Lumus Global y fabricado por Hyundai Heavy Industries en Corea del Sur. Pesa 30.000 toneladas y tiene un desplazamiento de 64.000 toneladas. La superestructura central tiene unas dimensiones de 335 x 290 pies cuadrados y consta de una abertura central de 130 x 120 pies cuadrados.

El sistema de amarre y fondeo consta de 16 catenarias. Fue suministrado por Heerema Marine Contractors.



Fig. nº 16. Plataforma Na Kika

## 6. FPSO BW Pioneer

Es la FPSO (Floating Production Storage and Offloading) que a más profundidad opera. Estas unidades flotantes consisten en una estructura monocasco, generalmente buques, que han sido transformados y equipados para procesamiento y almacenaje. Las drillships, por su parte, están equipadas para extraer crudo del lecho marino.

Fue construido por BW Offshore y opera para Petrobras América. Está fondeado a 2.600 metros con respecto al fondo del océano. La conversión se llevó a cabo en el astillero de Singapur Keppel Shipyard Tuas mientras que los módulos se fueron construyendo en las ubicaciones de los proveedores internacionales.

Una vez que la FPSO navega al emplazamiento adecuado, se queda fondeada sobre el punto elegido. Tiene una capacidad de almacenamiento de 600.000 barriles de petróleo.

La producción comenzó a principios de 2012 por lo que es relativamente nueva. [23]

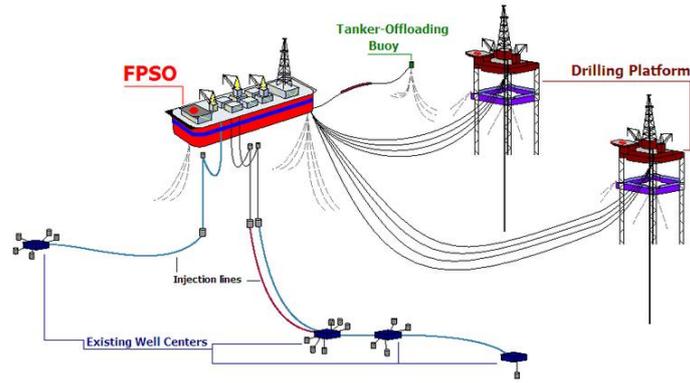


Fig. nº 17. Plataforma FPSO.

## I. Personal

El personal de una plataforma petrolífera está compuesto de personal altamente cualificado (geólogos, químicos, ingenieros, sismólogos, buzos, etc.) así como personal en el área de servicios, como panaderos o lavaderos. Dependiendo del tamaño y la función de la plataforma la tripulación puede oscilar en torno a las 300 personas habitando en forma permanente, que es alternada cada cierto tiempo, por lo que la dotación total podría duplicar esa cifra.

La vida en una plataforma petrolífera es muy particular, dado que se debe permanecer en un sitio totalmente aislado, sin posibilidades de bajar a tierra durante meses y en un ambiente que presenta tanto calor como frío intensos. El rigor de las condiciones dependerá del puesto del operario, siendo mucho más rudo para los que trabajan al aire libre. Los turnos dependen del puesto y de la empresa, pero lo normal es que se alternen las semanas de trabajo (realizando hasta 100 horas semanales) con las de descanso, pudiendo llegar a 1 mes cada actividad, aunque algunas circunstancias especiales pueden requerir trabajar hasta que se acabe la labor. En las horas de descanso se puede acceder a videojuegos, televisión, teléfonos satelitales, gimnasio, sauna y otras comodidades que alivian el aislamiento.

El sueldo de los operarios de plataformas está por encima de la media de otros trabajadores en tierra, y durante su estancia allí todos los gastos son cubiertos por la petrolera. Debido a que las petroleras tienen plataformas en todo el mundo, muchos operarios deben viajar a otros países para tomar sus puestos, por lo que son mejor remunerados que los que no lo hacen, aunque también están más aislados de sus familias. Las empresas también cubren el costo de estos viajes, al igual que otorgan seguro médico, seguro de vida y otros servicios especiales.

Además de riesgos físicos la vida en la plataforma encierra un desafío mental, puesto que se han realizado estudios que indican que muchos obreros sufren de depresión,

hipertensión, estrés e incluso obesidad debido al encierro y a la falta de ejercicio regular. También hay un alto índice de divorcios ocasionados por los turnos y por el temor a la infidelidad. [15]

En cuanto al personal de una plataforma petrolífera hemos de tener en cuenta varios aspectos:

### 1. Habilidad para trabajar bajo circunstancias desafiantes.

La mayoría de trabajos en plataformas petrolíferas requieren, como ya hemos mencionado, de un arduo trabajo bajo circunstancias difíciles. Los trabajadores de primera línea, tales como los perforadores y peones, pueden tener ciertos desafíos.

- **Turnos:** la mayoría de tripulaciones de plataformas petrolíferas, tanto en la costa como lejos de ella, trabajan extenuantes turnos de 12 horas. Las rotaciones varían, pero la mayoría de empresas mantienen a las tripulaciones en el sitio por dos semanas y luego les dan a los trabajadores dos semanas de descanso.
- **Trabajo:** los trabajos de primera línea son físicamente exigentes. La mayoría de ellos incluyen mover suministros y equipos pesados como tubos de perforación.
- **Clima:** las plataformas costeras y en alta mar ofrecen diferentes desafíos. La mayoría de yacimientos petrolíferos de los Estados Unidos se encuentran en los climas implacables del Suroeste, donde las temperaturas durante el verano generalmente superan los 37 °C (100 °F). Las perforaciones en los yacimientos ricos en petróleo de Canadá alcanzan su capacidad máxima durante los meses de crudo invierno, cuando el suelo congelado puede resistir mejor los equipos pesados y los procedimientos de exploración. Los trabajadores de plataformas petrolíferas en alta mar también se encuentran a merced del clima. Las plataformas del Mar del Norte se enfrentan durante todo el año a fuertes vientos e inflexibles olas. Las plataformas de la costa de los Estados Unidos en el Golfo de México se mantienen en alerta durante la temporada de huracanes. (1 de junio al 30 de noviembre).
- **Peligro:** los contenidos de un pozo de petróleo están bajo extrema presión, pero eso es solo una parte del peligro al que se enfrentan los trabajadores de las plataformas diariamente. Las grúas están constantemente moviendo grandes partes de tubos de petróleo por la plataforma. Se utilizan gases altamente combustibles en las operaciones diarias que incluyen soldaduras y cortes de tubos.

### 2. Adecuada capacitación y certificación

Aunque los trabajos de primera línea en las plataformas petrolíferas son abundantes y técnicamente no requieren de ninguna experiencia, pocas empresas contratan una "mano verde" para que trabaje en sus billonarias plataformas. En general, los trabajadores de plataformas petrolíferas solo necesitan ser mayores de edad, haber terminado la

secundaria y pasar una prueba para la detección de drogas antes de ser contratados. Los candidatos exitosos normalmente ya han seguido un entrenamiento en plataformas petrolíferas de manera independiente o traen aptitudes transferibles al trabajo. Todos los trabajadores deben cumplir con ciertos estándares y certificaciones mínimas para trabajar en una plataforma petrolífera. Esto incluye:

- **Visa por trabajo actual:** la mayoría de empresas arreglan todo para una visa por trabajo actual para las personas que trabajan fuera de su país de origen.
- **Inmunizaciones:** los trabajos en plataformas petrolíferas se encuentran en algunos de los lugares más exóticos del mundo, incluyendo las costas de África y las aguas del Sureste de Asia. Las personas de otras regiones normalmente obtienen empleo en estos lugares, pero ellas deben terminar todo un curso de inmunizaciones antes de ser contratadas.
- **Cursos de entrenamiento especializados:** muchas escuelas de comercio ofrecen clases sobre los diferentes aspectos de la industria del petróleo, incluyendo el trabajo en plataformas petrolíferas. La mayoría de clases combinan las tareas del curso con experiencia práctica en el lugar. Las empresas generalmente brindan entrenamiento para trabajadores que buscan avanzar en sus carreras hacia campos especializados.
- **Certificación:** a todos los trabajadores que trabajan en alta mar se les requiere que tengan un Certificado de Seguridad y Supervivencia en el Litoral. Los trabajadores especializados, tales como los electricistas, los constructores de andamios y los soldadores deben tener una licencia o certificado emitido por el estado para trabajar en una plataforma.

### 3. Tipos de trabajo en una plataforma petrolífera

Una plataforma petrolífera es un lugar al cual se le puede atribuir la expresión “trabajo duro”. Muchos operadores de grúas, supervisores de turnos y otros trabajadores cualificados empezaron en puestos de primera línea. Ellos se diferencian siguiendo un entrenamiento avanzado sobre plataformas petrolíferas y aceptando tareas adicionales. Los trabajadores inexpertos pueden empezar sus carreras en cualquiera de los diferentes trabajos en plataformas petrolíferas, incluyendo:

- **Perforador:** los perforadores son obreros que generalmente trabajan en la cubierta de la plataforma. Ellos mueven los equipos y suministros, y también son responsables por los equipos de limpieza y los lugares de trabajo.
- **Peón:** estos trabajadores participan en las operaciones de perforación. Generalmente mueven partes de las tuberías de perforación y limpian los derrames. Los peones aspiran a ser un día jefe de campo, el supervisor de una plataforma.

- **Ayudante:** los ayudantes asisten al personal cualificado, sirviendo como aprendices de los electricistas, soldadores de plomo y operadores de equipos pesados de la plataforma.
- **Pintor:** particularmente, las plataformas petrolíferas del litoral se deben pintar constantemente para proteger la estructura de los efectos corrosivos del agua salada. Esta es una tarea arriesgada, ya que los pintores deben estar suspendidos con arneses para alcanzar partes lejanas de la plataforma.
- **Maquinista:** los maquinistas mantienen y reparan toda la maquinaria de la plataforma, incluyendo los grupos electrógenos y los equipos de cubierta.
- **Marinero de cubierta:** los marineros de cubierta construyen cabos de remolque para asegurar las barcasas y los botes a la estructura, haciendo que sea más fácil cargar y descargar.
- **Camarero:** las tareas domésticas, que incluyen servicio de lavandería y tareas de portería, se deben cumplir para asegurar el buen funcionamiento de una plataforma petrolífera.
- **Ayudante de cocina:** los trabajadores de cocina, incluyendo a los ayudantes de cocina, trabajan a toda hora para preparar las comidas para todos los turnos. Este es un trabajo donde la experiencia general se transfiere directamente a las tareas de la plataforma.
- **Etc.** [24]

## EQUIPO

El personal que realice actividades de exploración y producción deberá tener y utilizar equipo de protección personal apropiado, como por ejemplo:

- Protección para la cabeza (cascos con forro interior resistente a la intemperie).
- Guantes (guantes de trabajo antideslizantes, resistentes al petróleo, ignífugos o térmicos cuando sea necesario).
- Protección para los brazos (mangas largas o guanteletes resistentes al petróleo).
- Protección para los pies y las piernas (botas de seguridad protegidas contra la intemperie, botas de seguridad impermeables al petróleo con puntera de acero y suela antideslizante).
- Protección ocular y facial (gafas de seguridad, gafas de montura ajustada y pantalla facial para manipulación de ácidos)
- Protección de la piel contra el calor y el frío (crema con filtro solar y máscaras faciales contra el frío).
- Ropa climatizada y protegida contra la intemperie [parkas (cazadoras con capucha), prendas de lluvia].

- Cuando se requiera, equipo anti fuego, ropa ignífuga y delantales o trajes resistentes a los ácidos. [14]

# PARTE 4<sup>a</sup>

## PROSPECCIONES PETROLÍFERAS EN CANARIAS



## SECCIONES

- **Islas Canarias**
- **Canarias como ZMES**
  - Zona Marítima Especialmente Sensible (ZMES)
  - Propuesta para el archipiélago Canario
  - Medidas de protección propuestas
  - Declaración de la Zona Marina Especialmente Sensible de Canarias
  - Medidas de protección implantadas
  - Consideraciones finales
- **Impacto**
  - Presencia física de las instalaciones
  - Vertidos por las actividades rutinarias
  - Generación de ripsos y utilización de lodos de perforación
  - Ruido
- **Medidas preventivas y correctoras**
  - Presencia física de las instalaciones
  - Vertidos por las actividades rutinarias
  - Generación de ripsos y utilización de lodos de perforación
  - Ruido
  - “PECMAR” Plan Específico de Contingencias por Contaminación Marina Accidental de Canarias
- **Promotor**
- **Proyecto de investigación en Canarias**
  - El alcance del proyecto
  - Objetivo
  - ¿Cuándo?
  - ¿Dónde?
  - ¿Cómo?
  - ¿Cuáles son los beneficios para Canarias?
  - Futuro
- **Garantía de seguridad**
- **Compromiso de Repsol con el medio ambiente**
  - Estudio del fondo marino: una iniciativa pionera en la industria
- **Proceso de exploración**
  - Vídeo sondeos de exploración de Repsol
- **Rowan Renaissance**
  - Características
  - Extras

- **Cronología del contencioso por las prospecciones petrolíferas**
- **Resumen del sondeo en las Islas Canarias**
- **Cronología del sondeo**
  - Seguimiento del proceso
  - Documentación
- **Conclusión final del especial proyecto de investigación de Canarias**

## ➤ Islas Canarias

En Canarias existen espacios naturales protegidos a nivel estatal, autonómico, comunitario e internacional.

- Destacan los incluidos en la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (RCENP), que engloba 146 espacios de diferentes categorías.
- Además está la Red Natura 2000, con 177 Zonas de Especial Conservación (ZEC) y 43 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- También existen 10 Áreas Importantes para las Aves (IBA) y 1 zona RAMSAR.
- La legislación canaria contempla además áreas marinas protegidas de interés pesquero incluyendo 3 Reservas Marinas y 6 Arrecifes Artificiales.
- Por último, 6 de las 7 islas forman parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera, entre ellas Lanzarote y Fuerteventura.

La tierra de las Islas y su mar, son los pilares fundamentales de su flora y su fauna, por lo que una breve alteración en alguno de ellos puede alterar toda su vida.

El litoral de las Islas Canarias tiene importancia como zona de descanso, alimentación y cría para numerosas aves. Zonas costeras como salinas, lagunas costeras, rasas intermareales, saladares, etc., son hábitats importantes para la avifauna, donde destacan especies de gaviotas (*Laridae* spp.), charranes (*Sternidae* spp.), limícolas (*Charadriiformes* spp.), zancudas (*Ardeidae* spp. y *Therskiornithidae* spp) y algunas rapaces costeras

No obstante, a 11,3 km del sondeo Chirimoya y 16,6 km del sondeo Sandía, se encuentra el Espacio Marino del Oriente y Sur de Lanzarote-Fuerteventura, propuesto como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), como resultado del proyecto LIFE+INDEMARES (Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español). Dicho espacio se caracteriza por una gran riqueza y diversidad de cetáceos, donde coexisten especies típicamente oceánicas con otras costeras. Se han registrado en él 28 especies, pudiendo avistarse, especies de hábitos profundos, como zifios (*Ziphiidae*), cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y calderones (*Globicephala*), pueden ser avistados junto con importantes grupos de delfines mulares, delfines listados y delfines moteados del Atlántico en particular cabe destacar la importancia de la presencia y distribución del delfín mular (*Tursiops truncatus*) junto con la presencia de la tortuga boba (*Caretta caretta*) como especies clave para la propuesta de LIC en el marco de la Red Natura 2000.

Por otro lado, este espacio abarca dentro de sus lindes al banco submarino de El Banquete, de gran interés pesquero. Además es un lugar de migración de túnidos y alberga zonas de posible reintroducción de foca monje. En aguas canarias se ha registrado la presencia de 30 especies de cetáceos, no pudiendo descartarse, a priori, la presencia de ninguna de ellas en el área del proyecto, debido a que desconocen los patrones migratorios. En concreto, las aguas de Fuerteventura y Lanzarote son un punto

de especial interés para especies de hábitos profundos, (zifios, calderones y cachalotes) lo que ha motivado la propuesta de un área marina protegida en el oriente de estas islas.

En la zona donde se ha propuesto llevar a cabo las prospecciones se pueden localizar algunas especies de aves marinas, especialmente procelarifórmes. Es el caso del petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) y la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) boreales, frecuentes en la zona externa del talud continental del este de Fuerteventura y Lanzarote. También se encuentran pardela chica, pardela pichoneta, paíño europeo, paíño de Madeira y paíño pechialbo. Respecto a las tortugas marinas, en aguas canarias se han identificado seis especies. Una de ellas es común, la tortuga boba (*Caretta caretta*) y otras dos frecuentes, la tortuga laud (*Dermochelys coriácea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). En cuanto al medio bentónico, y de acuerdo con los resultados de la Campaña Ambiental del Estudio de Fondo Marino, el hábitat presente en las inmediaciones de los sondeos se corresponde con el de Fangos batiales (040202), con facies de especies estructurantes que incrementan la complejidad y riqueza del mismo, sin grandes desniveles y ausencia de roca.

Las comunidades de los entornos de Sandía 1 y Chirimoya 1 presentan un alto grado de diversidad.

#### **Acuicultura:**

Las instalaciones de acuicultura más próximas a las localizaciones de los sondeos se encuentran al sur de Lanzarote (Playa Quemada) a más de 65 km del sondeo más cercano, Sandía 1.

#### **El Agua:**

El agua para abastecimiento de la población y para la agricultura en las Islas Canarias proviene de la depuración de aguas residuales, las potabilizadoras y de desaladoras. En Lanzarote hay 7 desaladoras, localizadas en su franja sur, y en Fuerteventura 28 depuradoras y potabilizadoras, localizadas en torno a los principales núcleos de población y a los centros turísticos. En Gran Canaria se encuentran 20 complejos de desalación.

#### **Energía:**

Las principales instalaciones energéticas situadas en la franja costera son las centrales térmicas de Punta Grande Arrecife en Lanzarote, la Central Térmica de las Salinas en Fuerteventura y las centrales térmicas/ciclo combinado de Jinámar y del Barranco de Tirajana en Gran Canaria.

#### **Patrimonio histórico:**

Respecto al patrimonio histórico, como parte de la Campaña Ambiental del Estudio de Fondo Marino se ha realizado una interpretación arqueológica concluyéndose que no

existen elementos arqueológicos subacuáticos que pudieran verse afectados por el proyecto.

### **Turismo:**

El principal sector económico en las Islas Canarias es el turismo. En este sentido y según las estadísticas oficiales (referidas al año 2012), los datos de población activa por sectores muestran que una elevada proporción de la población activa de las islas de Lanzarote, Fuerteventura y Gran Canaria se encuentra asociada al sector servicios, y en concreto a la hostelería. Del mismo modo, las principales infraestructuras (aeroportuarias, hidrológicas y energéticas) se han diseñado con el fin de atender a los principales núcleos turísticos. [25]

## ➤ **Canarias como ZMES**

### **ZONA MARÍTIMA ESPECIALMENTE SENSIBLE (ZMES)**

Una Zona Marina Especialmente Sensible (ZMES) ha sido definida en los tratados internacionales como aquella que debe ser objeto de protección especial en atención a su importancia por motivos ecológicos, socioeconómicos o científicos reconocidos, y también en atención al riesgo de que su medio ambiente pueda sufrir daños como consecuencia de las actividades marítimas. De acuerdo con el derecho internacional, el organismo competente para designar un espacio marino como Zona Marina Especialmente Sensible y adoptar las correspondientes medidas de protección, es la Organización Marítima Internacional (OMI), agencia especializada de Naciones Unidas en asuntos marítimos.

La calificación de un área marítima como Zona Marina Especialmente Sensible llevará consigo la implantación de medidas de protección, entre las que pueden considerarse la adopción de sistemas de notificación para buques y de organización del tráfico marítimo, la determinación de zonas a evitar y otras que, una vez aprobadas y adoptadas por la OMI e implantadas por el Estado responsable, devienen obligatorias para todos los tráficos afectados.

### **PROPUESTA PARA EL ARCHIPIÉLAGO CANARIO**

En octubre de 2.003 el Ministerio de Fomento propuso ante el Comité de Protección del Medio Marino de la Organización Marítima Internacional la creación de la ZMES de las islas Canarias; en el documento presentado ante el organismo internacional se describían de manera sucinta las características específicas del área marítima que se

deseaba preservar, los riesgos que comporta el tráfico marítimo que discurre por sus aguas, y se expusieron los argumentos necesarios para acreditar el cumplimiento de los criterios generales que hacen merecedoras a las aguas en el ámbito de las islas Canarias de la calificación como zona marítima especialmente sensible; así se expusieron, entre otros, los siguientes argumentos en relación con los diversos criterios a tener en cuenta:

- **Criterios ecológicos:**

- Las islas Canarias presentan ecosistemas singulares.
- En 1983, la UNESCO declaró la isla de La Palma Reserva de la Biosfera.
- De los 168 hábitats naturales citados en el Anexo I de la Directiva europea de Hábitats, 24 se encuentran en las islas Canarias.
- En las aguas próximas a las islas Canarias se encuentran más de 20 especies de cetáceos, desde delfines a grandes ballenas, más de 500 especies de peces, y miles de especies de animales invertebrados.
- Sus 7.544 km<sup>2</sup> de superficie y 1.540 km de costa albergan más de 300 espacios protegidos con distintos grados de protección: 4 parques nacionales, 7 parques rurales, 11 reservas marinas integrales, 15 reservas naturales especiales, 2 reservas marinas, 27 zonas de especial protección para las aves (ZEPA), 3 islas declaradas reserva de la biosfera, 174 lugares de interés comunitario (LIC), 11 parques naturales, 19 lugares de interés científico, 51 monumentos naturales, 27 paisajes protegidos, etc.
- Los islotes situados al norte de Lanzarote constituyen una zona de nidificación y refugio de gran importancia para las aves, reconocida por la Unión Europea, con una alta concentración de especies marinas y terrestres, tanto autóctonas como migratorias. La avifauna constituye uno de los principales recursos biológicos de los islotes, al albergar una amplia muestra de especies amenazadas, algunas de las cuales tienen aquí sus últimos refugios en Canarias.

- **Criterios socioeconómicos y culturales**

- El reconocimiento internacional de las aguas de las islas Canarias como Zona Marina Especialmente Sensible lleva aparejada la posibilidad de ordenar y controlar el intenso tráfico marítimo que soporta, evitando en muchos casos un posible derrame contaminante y en un supuesto de contaminación accidental, minimizando sus efectos.
- Las medidas asociadas a la declaración de ZMES traerán un indudable beneficio económico a las islas, cuya mayor fuente de ingresos procede del turismo, sin olvidar la importancia de la pesca, actividades ambas relacionadas íntimamente con el medio marino, la limpieza y calidad de las aguas de baño y de los caladeros.

- **Criterios científicos y pedagógicos**

- En los últimos años el medio marino del archipiélago canario está siendo objeto de trabajos de investigación y de actividades de formación dentro

de proyectos internacionales, nacionales y regionales, con numerosas campañas en buques científicos y comerciales, en el campo de la oceanografía, la ciencia biológica, el estudio de los recursos pesqueros y la biodiversidad.

- Las facultades de la Universidad de La Laguna, la facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, el Instituto Canario de Ciencias Marinas dependiente del Gobierno de Canarias y el Centro Oceanográfico de Canarias del Instituto Español de Oceanografía dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación, dotan a las islas de unas infraestructuras para la enseñanza e investigación marina importantes. A ello se unen numerosas instituciones o centros con actividades específicas, tales como el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, las Agencias Insulares del Mar de Tenerife y La Palma y Centro de Recuperación de Animales de Gran Canaria.

- **Características del tráfico marítimo y vulnerabilidad de la zona a los daños causados por el transporte marítimo Internacional**

Se ha de destacar la importancia del tráfico marítimo que surca las aguas del archipiélago canario derivado de su situación geoestratégica, lo que hace de los puertos insulares una base de operaciones ideal para muchos tipos de buques que se apoyan en los mismos para sus actividades pesqueras, recibir combustible, relevar tripulaciones, recibir repuestos y provisiones, etc. A estas actividades operativas se ha de añadir el tráfico marítimo necesario para el abastecimiento de la población insular, el tráfico de exportación y el derivado del importante sector turístico.

Toda clase de buques atraviesan las aguas del archipiélago, incluido el intenso tráfico de buques petroleros de gran tamaño que cargan crudo en el Golfo Pérsico. Los petroleros en lastre navegan por la ruta Norte/Sur y los petroleros cargados utilizan la ruta Sur/Norte; en ambos casos, es preciso prevenir y evitar las descargas incontroladas de residuos de hidrocarburos al mar. El tráfico de este tipo se estima en 1.500 buques anuales. Se ha de destacar también el hecho de la existencia de una refinería, con un terminal marítimo en la isla de Tenerife, que recibe un promedio de 4 millones de toneladas anuales de hidrocarburos y que constituye un punto de distribución de productos petrolíferos para el consumo insular, el nacional y la exportación.

Asimismo, los dos principales puertos canarios son base de una gran actividad de suministro de combustible.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN PROPUESTAS

Con su propuesta, España solicitó a la Organización Marítima Internacional la aprobación de determinadas medidas de protección de la zona marítima cuya calificación como especialmente sensible se estaba demandando, que esencialmente habrían de consistir en la determinación de cinco zonas restringidas a la navegación; el establecimiento de dos rutas (occidental y oriental) obligatorias para la navegación en tránsito por la ZMES de aquellos buques cuyo origen o destino no sea un puerto en Canarias y, finalmente, un sistema de notificación obligatorio para los buques de más de 600 toneladas de peso muerto que pretendan navegar por la ZMES transportando hidrocarburos pesados.

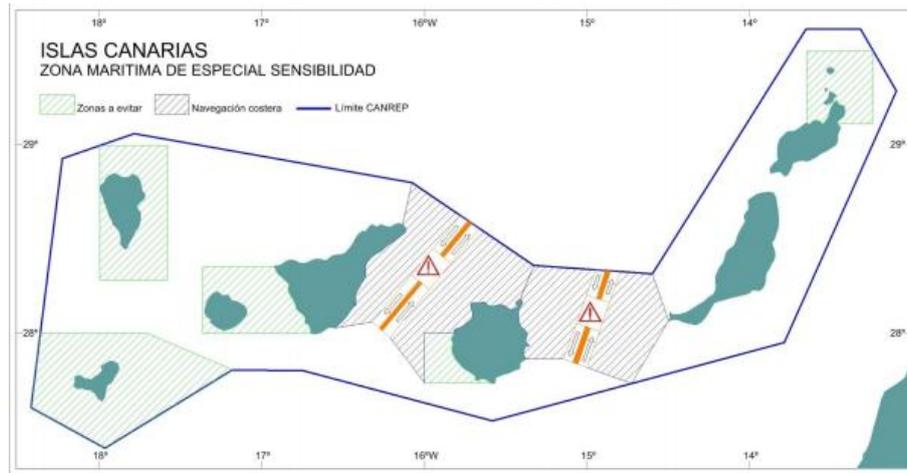


Fig. nº 18. Mapa de ZMES. Islas Canarias

## DECLARACIÓN DE LA ZONA ESPECIALMENTE SENSIBLE DE CANARIAS

La propuesta del Estado español fue aprobada en principio por la OMI en abril de 2004. Como consecuencia de este hecho, la Administración Marítima española hubo de afrontar la labor de desarrollo de las medidas concretas de protección que, una vez aprobadas por la OMI, debían ser implantadas. Para ello se creó un grupo de expertos formado por representantes de las Administraciones Central y Autónoma, así como de otros organismos y entidades y se designó un Coordinador ZMES de Canarias, quienes elaboraron el documento definitivo que fue sujeto a la consideración de la Organización Marítima Internacional. Finalmente, el 22 de julio de 2005, el Comité de Protección del Medio Marino, mediante la Resolución MEPC.134 (53), designó las islas Canarias como zona marina especialmente sensible.

Posteriormente, en mayo de 2006, el Comité de Seguridad Marítima de la Organización Marítima Internacional en su octogésimo primer periodo de sesiones, adoptó definitivamente las medidas de protección de la zona, las cuales entraron en vigor y fueron implantadas por la Administración Marítima el día 1 de diciembre de 2006.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN IMPLANTADAS

Las medidas de protección concretas adoptadas, las cuales exigieron la potenciación de los recursos humanos así como la modernización de los equipos instalados en los Centros de Coordinación de Salvamento de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife, han mejorado notablemente el control sobre el intenso tráfico marítimo que discurre entre las islas, ya sea para dirigirse hacia sus instalaciones portuarias, o que simplemente atraviesa sus aguas. Son las siguientes:

- **Dispositivo de separación del tráfico marítimo oriental entre Gran Canaria y Fuerteventura**, consistente en:
  - o Dos vías de circulación de 3 millas de anchura.
  - o Una zona de separación de tráfico intermedia de dos millas de anchura.
  - o Una zona de precaución que conforma un rectángulo. Dos zonas de navegación costeras.
- **Dispositivo de separación de tráfico marítimo occidental entre Gran Canaria y Tenerife**, consistente en:
  - o Dos vías de circulación de 3 millas de anchura.
  - o Una zona de separación de tráfico intermedia de dos millas de anchura.
  - o Una zona de precaución que conforma un rectángulo.
  - o Dos zonas de navegación costeras.
- **Zonas a evitar por los buques en tránsito por las islas Canarias.**

Para prevenir riesgos de contaminación y daños al medio ambiente todos los buques tanque y los buques de arqueo bruto superior a 500 que transporten cargas de hidrocarburos o cargas peligrosas a granel deben evitar estas zonas:

  - o A la altura de la isla de Lanzarote (reserva de la biosfera).
  - o A la altura de la isla de Tenerife (zona de cría de cetáceos).
  - o A la altura de la isla de Gran Canaria (zona de cría de cetáceos).
  - o A la altura de la isla de La Palma (reserva de la biosfera).
  - o A la altura de la isla del Hierro (reserva de la biosfera).
- **Sistema de notificación obligatoria para buques en las islas Canarias CANREP.**

Obligatorio para buques tanque de peso muerto igual o superior a 600, en tránsito por las islas Canarias o con origen o destino en puertos canarios o de tráfico interinsular, que transporten una carga de hidrocarburos pesados (crudos con una densidad a 15°C superior a 900 kg/m<sup>3</sup>; fueloil pesado con una densidad a 15°C superior a 900 kg/m<sup>3</sup> o una viscosidad cinemática a 50°C superior a 180 mm<sup>2</sup> /s; y asfalto, alquitrán y sus emulsiones). Estos buques, al entrar en la zona de notificación, delimitada exteriormente por una línea poligonal que une los extremos del límite exterior del mar territorial (12 millas náuticas) que rodea al archipiélago, o inmediatamente después de salir de un puerto, terminal o fondeadero situado dentro de la zona, o cuando se desvíen de la ruta prevista, o cuando abandonen la zona de notificación, deberán transmitir a los Centros de Coordinación de Salvamento de Las Palmas o Santa Cruz de Tenerife información con contenido y formato aprobados, relativa a su identificación,

derrota, velocidad, destino, número de personas a bordo, posibles averías y otra información adicional.

## CONSIDERACIONES FINALES

Gracias a las medidas de protección y control descritas, se incrementa notablemente la seguridad de la navegación y la seguridad de la vida humana en la mar, se reduce considerablemente el riesgo de accidentes o incidentes, permite a las autoridades una mayor y más puntual información, y por ende, una mayor capacidad de reacción en caso de accidentes o episodios de contaminación marina; hace mucho más difícil que los buques en navegación descarguen residuos al mar, sea mucho más fácil detectar inmediatamente cualquier infracción y así evitar que quede impune y, en definitiva contribuye al mantenimiento del ecosistema. Asimismo, para vigilar el cumplimiento de la normativa internacional en materia de seguridad marítima y prevención de la contaminación marina, se ha puesto en funcionamiento un sistema de vigilancia aérea, con aeronaves dotadas de los medios de detección más modernos, así como de vigilancia satelitaria a través de la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA).

[26,27]

### ➤ Impacto

- **Presencia física de las instalaciones:** Los principales impactos son:

*Sobre mamíferos y tortugas marinas:*

- Colisiones con las embarcaciones de apoyo (previstos 3 viajes por semana).

*Sobre las aves:*

- Colisiones con el helicóptero (previstos 10 viajes/semana). Las trayectorias se encuentran fuera de espacios especialmente sensibles para las aves. (IBA o ZEPA).

- Desorientación por la presencia de luz artificial hace que muchas especies de aves se desorienten. Las fuentes de luz relacionadas con la unidad de perforación, embarcaciones de apoyo y helicóptero están constituidas básicamente por las luces de navegación, las luces de iluminación y las luces de señalización de seguridad. Los focos de luz de mayor importancia en las unidades de perforación son aquellos destinados a la iluminación de zonas de trabajo con riesgo que se encuentran, en su mayor parte, en zonas interiores (no

periféricas) de la instalación. Además no se contempla la quema de gas en antorcha, el cual sería un foco importante de luz.

El EsIA considera que dada la temporalidad de la instalación, no se prevén efectos sobre las aves marinas ni migratorias.

*Sobre la pesca:*

- Restricción espacial temporal (82 días aprox.) de las actividades pesqueras en la zona de exclusión (0,8 km<sup>2</sup>) durante el tiempo de la perforación.
- La presencia de las cabezas de pozo podría interferir puntualmente con la pesca, en especial con las artes de arrastre.

*En caso de abandono temporal del pozo* se establecerá un área de exclusión de 500 m en torno a la cabeza del mismo.

*En caso de abandono definitivo:* interferencia de las artes de arrastre con las cabezas de los pozos (2 m de diámetro y 3 m de altura).

Según se indica en el EsIA la flota pesquera que podría faenar en el área de proyecto es la flota artesanal de altura y en especial los atuneros. Los Cabildos han informado que la flota de túnidos es la más importante por volumen de capturas, estando sus especies objetivo presentes en el área de las prospecciones. El paso de los túnidos por las Islas Canarias se debe fundamentalmente a motivos tróficos. El tiempo de permanencia en las proximidades de las islas es función de la temperatura del agua y del alimento disponible (pequeños pelágicos y cefalópodos) por lo que la pesquería de túnido presenta una gran variabilidad anual, siendo más intensa durante mayo y octubre. Las artes de pesca utilizadas, cebo vivo, interfieren poco con la presencia de buques u otras instalaciones marítimas.

Por otro lado, el EsIA señala que apenas existe pesca de arrastre en la zona donde se ubican los permisos.

*Sobre el Patrimonio arqueológico:* Con el fin de subsanar la falta de información sobre asentamientos arqueológicos subacuáticos en el área de los bloques, como parte de los trabajos del Estudio de Fondo Marino se ha realizado una interpretación arqueológica de la información obtenida concluyéndose que no existen elementos arqueológicos que puedan verse afectados por los trabajos de perforación programados.

#### - **Vertidos por las actividades rutinarias**

Según el análisis realizado, no se prevé que las actividades rutinarias derivadas de las operaciones normales causen ningún impacto sobre los lugares de la Red Natura 2000, ni sobre los futuros espacios de la Red Natura 2000 identificados.

Los potenciales impactos son:

*Contaminación por hidrocarburos y otros contaminantes.*

*Aumento de la DBO y eutrofización en la zona de descarga. – Aumento puntual de la temperatura.*

*Introducción de especies invasoras.*

En el barco de perforación y en las embarcaciones de apoyo se generarán los siguientes tipos de efluentes residuales:

Aguas de sentina y oleosas, que pasarán por el separador de hidrocarburos antes de su vertido al mar, para asegurar que su contenido de hidrocarburos es menor de 15 ppm (Regla 14 del Convenio MARPOL 73/78).

Aguas negras (sanitarias) y aguas grises (lavandería, cocina y duchas), un volumen estimado de 31,5 m<sup>3</sup> /día, que serán tratadas en el barco antes de su descarga al mar de acuerdo con MARPOL.

Aguas de refrigeración de equipos, que no entran en contacto con superficies que puedan estar contaminadas y que serán vertidas directamente al mar cumpliendo los requisitos de las Guías sobre medioambiente, salud y seguridad para la explotación marina de petróleo y gas de la Corporación Financiera Internacional (IFC):

Aguas de limpieza de cubiertas y aguas de lluvia potencialmente contaminada del piso de perforación, que pasarán por el separador de hidrocarburos antes de su vertido al mar para cumplir con los requisitos MARPOL.

Resto de aguas de cubierta, agua pluvial no contaminada, que serán vertidas a la mar previa separación de hidrocarburos cuando proceda.

Agua de lavado de las balsas de lodos, que se descargarán al mar cumpliendo los requisitos establecidos por la IFC\_2007.

Agua de lavado de la unidad de cementación, que se descargarán al mar o se gestionarán en tierra.

Aguas de lastre, que estarán segregadas en tanques específicos. El barco contratado cuenta con un sistema de tratamiento de agua de lastre. En su gestión se tendrán en cuenta las recomendaciones del Convenio MARPOL 73/78 y las del Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, 2004 (Convenio BWM).

Otras sustancias peligrosas presentes en el barco de perforación y en las embarcaciones de apoyo son los aceites, de operaciones de mantenimiento y de cocina, y materiales impregnados con sustancias peligrosas. Todos estos residuos se entregarán en las instalaciones portuarias de recepción o bien a gestores autorizados. En el momento de redacción del EsIA no existían vertederos de residuos peligrosos en las Islas Canarias, por lo que el promotor informaba que los gestores autorizados

se encargarán de su valorización y almacenamiento temporal hasta su posterior traslado a la Península.

El promotor considera que, dado el tratamiento previo al vertido al mar al que se someterán las aguas residuales, el cumplimiento de los requisitos MARPOL 73/78 y las recomendaciones de la IFC y la localización de los sondeos que propicia una rápida dilución y biodegradación, el impacto sobre la calidad de las aguas será compatible

#### - **Generación de ripios y utilización de lodos de perforación**

El CEDEX opina, respecto al vertido de aguas residuales, que se trata de caudales pequeños y que se produce a distancias muy grandes del fondo. Puesto que además considera las medidas preventivas y correctoras propuestas adecuadas, incluido el PGIGAR, no estima necesaria la modelización de las mismas.

Durante la fase con sistema abierto se descargarán directamente en el fondo del mar alrededor de la cabeza de pozo un volumen estimado de 421 m<sup>3</sup> de ripios y 1241 m<sup>3</sup> de lodos. Durante la fase con sistema cerrado se descargarán de forma controlada, desde el barco de perforación un volumen total estimado de 884 m<sup>3</sup> de ripios impregnados en lodos base agua (284 m<sup>3</sup>) y de lodos en base agua agotados (600 m<sup>3</sup>). El barco de perforación Rowan Renaissance cuenta con tres puntos para realizar la descarga. El punto de descarga al mar se encuentra aproximadamente a 11 m por debajo del nivel del mar.

Según indica el promotor, los lodos en base agua que se utilizarán en la perforación están incluidos en la Lista PLONOR de OSPAR y/o las categoría Gold o E de OCNS, lo que implica que pueden ser descargados al mar sin que ello suponga un riesgo para el medioambiente, son fácilmente biodegradables y no bioacumulables. Están compuestos fundamentalmente por agua de mar densificada con bentonita, barita o carbonato cálcico, que presentan toxicidad muy baja. El tamaño de grano predominante de los ripios generados varía entre arcilla-limo y arena, en función de la sección de perforación.

*Los principales impactos pueden ser:*

- Sedimento: Cambios en la estructura (profundidad de la capa redox), composición y granulometría.
- Agua: Alteración de la calidad de las aguas por aumento de la turbidez y suspensión de metales pesados
- Comunidades bentónicas: Destrucción directa por cubrimiento; alteración del hábitat; cambios en la distribución de organismos debidos a cambios en el potencial redox.
- Fauna marina: Abrasión; obstrucción de branquias con sólidos en suspensión.

Para evaluar el efecto de la descarga de ripios y lodos se ha utilizado el modelo de dispersión y deposición MUDMAP.

Los resultados indican que la distancia máxima de la concentración de sólidos totales en suspensión para 1 mg/l es < 300 m, y la distancia máxima de concentraciones de 1.000 mg/l es

Los datos de concentración de sólidos en suspensión en la columna de agua muestran una rápida dilución de las descargas en la misma. De acuerdo con los resultados del modelo se puede concluir que:

- La pluma en superficie (primeros 50 m) se orienta conforme al régimen de corrientes superficiales dominantes, que para el periodo de corrientes más débiles, otoño hacia el sector NE.
- Los valores máximos de concentración (1.000 mg/l) alcanzan una distancia máxima de 10 m en Sandía 1 y de 7 m en Chirimoya.
- La pluma con concentraciones por encima del nivel umbral establecido por el modelo (1 mg/l) alcanza una distancia máxima desde el punto de descarga de 10,4 km en Sandía 1 y de 8,5 km en Chirimoya.
- la cantidad total que acaba depositándose en el fondo marino varía entre el 40% y el 80% del total descargado según la sección de perforación. El resto permanece suspendido en la columna de agua después de la finalización de la descarga incluso varios días.

#### - **Ruido**

Según el estudio de impacto ambiental, las principales fuentes de generación de ruido durante el proyecto son: la unidad de perforación, los propulsores de los barcos de apoyo, los motores y las hélices del helicóptero.

Los principales impactos pueden ser:

*Cetáceos:*

- Daños físicos y fisiológicos: daños auditivos.
- Cambios de comportamiento: aumento de la velocidad de natación, inmersiones más prolongadas, menor índice de aproximación a la proa del barco y huida precipitada.
- Enmascaramiento: el ruido afecta a otros sonidos propios de su actividad como las llamadas para comunicarse o la ecolocalización.

- Afección a sus recursos tróficos (cefalópodos).

*Tortugas:* Respuesta de evasión a sonidos de baja frecuencia, cambios de comportamiento

*Aves:* Respecto a la potencial alteración de la calidad acústica derivada de los desplazamientos de helicóptero (10 viajes/semana).

*Recursos pesqueros:* Cambios en el comportamiento natatorio, evitación, respuestas de alarma, concentración en el fondo, etc.

Afección a sus recursos tróficos (cefalópodos).

Para evaluar este impacto, se han tenido en cuenta los siguientes umbrales de ruido:

Nivel acústico	Nivel umbral en receptor	MAGRAMA	MMPA
A1	180 dB re 1 $\mu$ Pa	Nivel de seguridad aceptado para reducir el impacto en la fauna marina	Daños físicos y fisiológicos independientemente del tipo de ruido
B2	160 dB re 1 $\mu$ Pa	Posibles afecciones fisiológicas en misticetos	Cambio en comportamiento por ruido impulsivo
C3	120 dB re 1 $\mu$ Pa	No fija umbral para cambio en el comportamiento	Cambio en comportamiento por ruido continuo

MAGRAMA: Documento Técnico sobre impactos de la contaminación acústica marina (MAGRAMA, 2012).  
 MMPA: Acta de Protección de Mamíferos Marinos (MMPA) de la NOAA (Agencia Nacional Americana para el Océano y la Atmósfera).

	Distancia máxima a los umbrales de ruido (m)					
	Unidad de perforación			Embarcación de apoyo		
	120 dB	160 dB	180 dB	120 dB	160 dB	180 dB
Sandía	2.700	<20	<20	580	<20	<20
Chirimoya	2.620	<20	<20	580	<20	<20

Fig. nº 19. Tabla umbrales de ruido /Nivel acústico / Zonas Sandía, Chirimoya.

Respecto a la posible afección indirecta por impacto por ruido sobre los recursos tróficos (cefalópodos), el promotor sostiene que el nivel sonoro de 156-161 dB re 1 $\mu$ Pa (RMS), susceptible de provocar cambios en el comportamiento de natación, de alcanzarse lo haría en distancias dentro de los primeros 20 m desde la fuente de ruido, siendo la afección resultante muy limitada y localizada

El CEDEX hace en su informe una serie de puntualizaciones sobre la modelización del ruido submarino realizada, aunque considera que al ser tan pequeña la diferencia entre el nivel de ruido en la fuente y el umbral de ruido aceptable habría bastado con una simple fórmula para estimar con suficiente precisión la zona afectada. [25]

## ➤ Medidas preventivas y correctoras

### - Presencia física de las instalaciones

La velocidad máxima de las embarcaciones de apoyo será unos 14 nudos, considerando que a esta velocidad, según la bibliografía consultada, las lesiones importantes por colisión son infrecuentes y muy infrecuentes a velocidades menores de 10 nudos.

Seguimiento por parte de las embarcaciones de apoyo de las normas de conducta para la protección de cetáceos de acuerdo con el RD 1727/2007. Seguimiento de mamíferos marinos y otra fauna marina de acuerdo con el Protocolo de Observación y Actuación en caso de Avistamiento de Mamíferos Marinos del proyecto.

Optimización de las operaciones logísticas con el fin de reducir, en la medida de lo posible, el número de viajes necesarios de la embarcación de apoyo y el helicóptero.

Diseño de planes de vuelo minimizando las afecciones a la fauna, fuera de las zonas sensibles definidas por la norma ENR 5.6-5 AENA, no realizando vuelos nocturnos y volando a un mínimo de 1.500 pies (500 m) salvo en el despegue y aterrizaje.

Las rutas de tránsito de las embarcaciones transcurrirán por rutas estipuladas como hacen las grandes embarcaciones que transitan a diario. Fuera de espacios protegidos.

*Se propone como medida correctora:* minimización de las emisiones luminosas dentro de los rangos operacionales, y reducción y adecuación de la potencia de los focos de luz a la iluminación necesaria dependiendo de la zona de trabajo y adecuación del ángulo reduciendo la emisión de luz oblicua, en la medida de lo posible. Seguimiento y corrección de los potenciales impactos dentro del PVA. El impacto residual se valora como compatible (desorientación).

*Respecto a la pesca:*

- Notificación a pescadores y otros usuarios del mar de los trabajos a desarrollar:

*Información* sobre el desarrollo del proyecto a las cofradías de pescadores potencialmente afectadas (plazos, zona de ejecución y restricciones).

*Notificación* a las autoridades encargadas del tráfico marítimo (Capitanías marítimas correspondientes) de la movilización, desmovilización y de las medidas de señalización propuestas para la unidad de perforación.

- Comunicación del estado mecánico de los sondeos (una vez realizados) a la autoridad competente para la identificación de los mismos en cartas náuticas.

Se prevé la inspección visual (mediante ROV o similar) del entorno inmediato del sondeo previa a la perforación. En caso de hallazgo fortuito de un bien de interés arqueológico, se contempla la comunicación a las Consejerías de Patrimonio Histórico de los Cabildos, para la adopción de las medidas preventivas y conservación con el objeto de su protección y salvaguarda.

- **Vertidos por las actividades rutinarias**

- Mantenimiento preventivo adecuado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Mantenimiento de las áreas de cubierta limpias.
- Almacenamiento de todas las sustancias químicas y de riesgo en zonas específicas y en recipientes seguros y correctamente etiquetados indicando el compuesto, indicaciones del riesgo, instrucciones del fabricante y fecha de llenado, de acuerdo a la legislación vigente.
- Disponibilidad de equipos de limpieza inmediata para cualquier derrame a bordo.
- Limpieza inmediata de la cubierta en caso de derrame o lixiviado procedente de los residuos.
- Preparación de un plan de contingencia.
- Inclusión en el Plan Interior Marítimo del Plan de actuación ante un derrame accidental de sustancias peligrosas forma parte del PIM definitivo.
- Implantación y seguimiento del Plan de Gestión Integrada de Residuos y Aguas Residuales del proyecto.

- **Generación de ripsos y utilización de lodos de perforación**

- Comprobación de la composición química de los lodos de acuerdo con la clasificación de compuestos químicos del Programa Offshore Chemical Notification Scheme (OCNS) del Reino Unido y Lista de sustancias usadas y descargadas que presentan poco o ningún riesgo para el medio ambiente (PLONOR) de OSPAR.
- Cumplimiento con los criterios de referencia para la descarga de lodos y ripsos en base agua de acuerdo con los estándares internacionales: normativa noruega, Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA), Corporación Financiera Internacional (IFC).
- Separación de ripsos y lodos en la unidad de perforación y recirculación de los lodos durante las operaciones de perforación.

- Tomar como referencia para la descarga estándares internacionales (OSPAR/Estándares noruegos).
- Realización de una campaña marina de seguimiento ambiental en el periodo de un año tras la finalización del programa de perforación.
- Inspección visual (mediante ROV o similar) del entorno inmediato del sondeo previa a la perforación.

- **Ruido**

Delimitación de zona de exclusión.

Definición de un Protocolo de Observación y Actuación en caso de Avistamiento de mamíferos marinos, incluyendo procedimientos de detección visual y acústica pasiva.

*Perfilador acústico:*

- El inicio de la actividad en horas diurnas, siempre que sea posible, con un procedimiento de «soft-start».
- La presencia de un MMO acreditado (requisitos de formación incluidos en el Protocolo de Observación y Actuación de Avistamiento de Mamíferos Marinos) en el lugar en el que se sitúe la fuente de ruido.
- El establecimiento de un área de exclusión de 500 m, durante el periodo de tiempo que dure la realización del perfilador acústico en cada uno de los sondeos que podrá aumentarse a 1.000 m si se observan especies de interés.

No se sobrevolarán zonas catalogadas como especialmente sensibles para las aves, no previéndose vuelos nocturnos y volando siempre a un mínimo de 1.500 pies (500 m) [25]

- **“PECMAR” Plan Específico de Contingencias por Contaminación Marina Accidental de Canarias**

El Plan Específico por Contaminación Marina Accidental de Canarias, es un Plan Territorial de Contingencias según se establece en el Plan Nacional de Contingencias por Contaminación Marina Accidental, aprobado por Orden del Ministerio de Fomento de 23 de febrero de 2001, de acuerdo con el artículo 87.3 de la Ley 27/1992, de Puertos del estado y de la Marina Mercante.

Por otro lado, el PECMAR responde a lo demandado desde el Gobierno de Canarias para dotarse de un instrumento de respuesta a una posible emergencia por contaminación marina accidental en las costas del archipiélago.

El objetivo principal del PECMAR es definir y coordinar la actuación de los diferentes agentes involucrados, tanto de las administraciones públicas como de las instituciones públicas y privadas, para la obtención del máximo rendimiento en el caso de la lucha contra la contaminación marina derivada de un accidente

En consecuencia tiene como funciones básicas:

Potenciar los medios de lucha contra la contaminación marina accidental

Establecer un marco de colaboración para luchar contra la contaminación marina accidental, respetando los convenios y acuerdos suscritos.

Facilitar y agilizar la movilización de los recursos disponibles haciendo un uso racional de ellos.

Establecer la coordinación adecuada de las operaciones necesarias, con independencia de la titularidad de los medios utilizados

Establecer los procedimientos de comunicación entre los organismos implicados.

Promover la formación oportuna al personal especializado y facilitar la realización de los ejercicios y simulacros mediante planes específicos. [28]

## ➤ Promotor

El promotor del proyecto es Repsol Investigaciones Petrolíferas, S.A. (RIPSA) y el órgano sustantivo competente para la autorización del proyecto es la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

### - Objetivo

El objeto del proyecto es investigar el potencial de hidrocarburos, frente a las costas de Lanzarote y Fuerteventura, mediante la realización de dos sondeos de exploración de hidrocarburos dentro de los permisos de investigación denominados «Canarias 1-9», otorgados a través del Real Decreto 547/2012 de 16 de marzo, por el que se convalida el Real Decreto 1462/2001, de 21 de diciembre, por el que se otorgaron los permisos de investigación de hidrocarburos denominados «Canarias-1», «Canarias-2», «Canarias-3», «Canarias-4», «Canarias-5», «Canarias -6», «Canarias-7», «Canarias-8» y «Canarias-9» (en adelante RD 547/2012 y RD 1462/2001).

- **Fases de la actividad de exploración**

Cada actividad de exploración contempla tres fases principales:

**1. Movilización y posicionamiento de la unidad de perforación**

La unidad de perforación seleccionada ha sido el barco de perforación de posicionamiento dinámico Rowan Renaissance. Éste navegará por sus propios medios hasta situarse en el área de los permisos y, una vez localizado en las coordenadas del sondeo a perforar, se realiza el posicionamiento mediante sistemas de posicionamiento por satélite (GPS) y propulsores orientables. No es necesario realizar ningún anclaje al fondo marino.

**2. Perforación del pozo**

iii) Los sondeos que se pretende ejecutar son los denominados Sandía y Chirimoya, situados respectivamente en los permisos «Canarias 4» y «Canarias 3». La distancia entre ambas localizaciones es de unos 14 km.

Sondeo exploratorio	Características		Coordenadas UTM*	
	Tipo de sondeo	Profundidad (m)	X	Y
SANDÍA 1	Somero/desviado	885	676718	3160517
CHIRIMOYA 1	Somero/desviado	1.109	664882	3153198

Fig. nº 20. Tabla zonas de sondeo, Sandía y Chirimoya.  
European Datum

**Duración**

La duración máxima prevista para la perforación de cada uno de los sondeos exploratorios se estima en un periodo de 45 días para cada sondeo y un periodo de unos dos días de traslado del barco de perforación entre las dos localizaciones. En total sería alrededor de 100 días para ejecutar todo el proceso.

El promotor expone que según los resultados de los sondeos anteriores podría proceder a la perforación de un tercer sondeo, denominado Zanahoria-1, que al ser un sondeo profundo el periodo de perforación se ampliaría otros 180 días. El periodo total de operaciones sería en este caso de unos 280 días.

Cada perforación contempla una serie de fases denominadas «riserless» o de sistema de circulación abierto; (**Riserless o sistema de circulación abierto:** la perforación se realiza sin tubería de retorno de fluidos de perforación).

Seguidamente, le siguen una serie de fases, denominadas fases «riser» o de sistema de circulación cerrado; (**riser o sistema de circulación cerrado:** la perforación se realiza con tubería de retorno de fluidos de perforación entre la cabeza de pozo y la superficie).

Previamente a las fases de perforación con sistema de circulación cerrado se instala en la cabeza de pozo el preventor de erupciones (**Blow out preventer**) o **BOP**, cuya principal función es impedir que los fluidos de las formaciones lleguen a la superficie de manera incontrolada. Al BOP se acopla la tubería de conexión («riser») que sirve como guía para la perforación y camino de retorno para el fluido de perforación. Una vez conectado el BOP. La perforación continúa en diámetros decrecientes.

### 3. Retirada de la unidad de perforación

Tras el abandono de los pozos se comunicará el estado mecánico de los mismos al Ministerio de Industria, Energía y Turismo y se procederá a la retirada del barco de perforación. Las instalaciones logísticas durante el proyecto se localizarán en el Puerto de La Luz de Las Palmas de Gran Canaria donde se dispondrá de un almacén temporal de material en tierra, que servirá de centro logístico para el suministro de material de operación, actividades de mantenimiento o reparación que se requiera en la unidad de perforación. Durante el proyecto Canarias se emplearán dos embarcaciones de apoyo encargadas de labores logísticas: transporte de equipos, materiales, residuos, etc., entre la base logística y la unidad de perforación realizando un viaje, aproximadamente, cada tres días entre la unidad de perforación; y labores de seguridad, asegurándose en todo momento que una de ellas permanezca en las proximidades de la unidad de perforación. Las embarcaciones de apoyo serán del tipo «Platform Supply Vessel, PSV»

#### - Peligrosidad sísmica

En relación con la peligrosidad sísmica natural, se concluye que la zona donde se enmarcan los permisos de investigación de «Canarias 1-9» es de baja actividad sísmica, tanto a nivel regional, como a nivel local. Según los estudios más recientes y completos realizados hasta la fecha, el máximo sismo esperable en la zona causado por fenómenos naturales, en los próximos dos años sería de magnitud 5,2 con una probabilidad de ocurrencia muy baja (0,0008). No obstante, el conocimiento sobre la tectónica regional en la zona de detalle es aún escaso, lo que genera cierta incertidumbre en las causas que generan algunos de los sismos que se han producido.

En relación con la peligrosidad sísmica inducida, el estudio presentado por el promotor informa, entre otros aspectos, que la sismicidad inducida no está relacionada históricamente con la perforación convencional, que es la que se evalúa con este proyecto, aunque sí con la producción de hidrocarburos, y, en este caso, los

casos relacionados estarían asociados a operaciones de recuperación secundaria con inyección y extracción de fluidos en las etapas de madurez del yacimiento.

Con fecha 4 de febrero el órgano ambiental consultó al Instituto Geológico y Minero de España (IGME) sobre la adecuación de los estudios de sismicidad natural y el riesgo esperado; y sismicidad inducida y los riesgos asociados a la perforación y exploración, presentados por el promotor.

En el informe recibido con fecha 9 de mayo, el IGME facilita dos estudios, uno denominado «Adecuación de los Estudios de Sismicidad Natural e Inducida» y el otro «Adecuación de la Caracterización Geológico-Geofísica del proyecto “Perforación de Sondeos Exploratorios en los Permisos de Investigación de Hidrocarburos Denominados Canarias 1 a 9”».

Las principales conclusiones de dicho informe serían las siguientes:

1. La zona está catalogada como de sismicidad baja, pero hay que tener en cuenta que es una zona poco investigada.
2. No se ha contemplado por el promotor la sismicidad asociada al volcanismo.
3. La caracterización de las fallas es muy resumida y solo se centran en las principales y, en general, muy alejadas de la zona de los posibles emplazamientos, se debería de haber completado con una caracterización de las fallas en zonas más próximas al emplazamiento. cve: BOE-A-2014-6167 BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 140 Martes 10 de junio de 2014 Sec. III. Pág. 44217
4. No conocen ningún caso de sismicidad inducida achacable a este tipo de actividad y, en ese aspecto, están de acuerdo con lo que expone el promotor.
5. Consideran que en la documentación presentada por el promotor en esta fase no se señalan, en los detalles de las operaciones y fases del mismo, datos sobre parámetros como presiones de agua involucradas, estado tensional, etc., que permitirían hacer una evaluación más completa. [25]

## ➤ Proyecto de investigación en Canarias

En este apartado se recoge la información relevante por medio de la compañía Repsol anterior al proceso del sondeo, en la etapa del proyecto de investigación de las Islas.

### - El alcance del proyecto

El objetivo del proyecto de investigación en aguas próximas a Canarias es determinar la existencia de hidrocarburos en la zona y, en caso de comprobarse, valorar su viabilidad

de extracción. La probabilidad de éxito en la industria para proyectos similares es 2 de cada 10 exploraciones. En Repsol, 2 de cada 5 exploraciones realizadas en los últimos años ha sido exitosa, una cifra muy superior a la media del sector.

- **Objetivo**

Determinar la existencia de hidrocarburos en la zona y, en caso de comprobarse, valorar su viabilidad de extracción

- **¿Cuándo?**

La fase de exploración comenzaría a finales de 2014 y duraría alrededor de cuatro meses.

- **¿Dónde?**

Aproximadamente a 60 km de las islas, muy próximo a la frontera con Marruecos, país que ya ha realizado más de una decena de prospecciones en la zona.



Fig. nº 21. Mapa zona futura de exploración.



Fig. nº 22. Mapa pozos de prospección en las Islas Canarias.

[www.diariovasco.com](http://www.diariovasco.com)

- **¿Cómo?**

Los sondeos exploratorios se realizarán desde el oceanográfico “Rowan Renaissance”, el más avanzado, eficiente y seguro de su categoría.

La profundidad total aproximada de exploración será de 3.100 metros, una profundidad muy inferior a muchas otras exploraciones realizadas por Repsol (por ejemplo, Estados Unidos asciende a más de 8.324 metros y Brasil a más de 7.625 metros)

La probabilidad de éxito de la compañía Repsol es del 33%, superior a la media de la industria, gracias a su experiencia y tecnología.

- **¿Cuáles son los beneficios para Canarias?**

Repsol invertirá más de 350 millones de dólares en los dos sondeos previstos a realizar.

Alrededor del 15% de la inversión se quedará en Canarias, generando oportunidades de desarrollo y creación de empleo en la zona.

- **Futuro**

En caso de éxito, se abriría una nueva etapa tanto para Canarias como para España, ya que se produciría una diversificación de la economía para Canarias y aumentará la autonomía energética para España, que se traduce en una reducción en un 10 % (entre los próximos 10 a 20 años) de la factura exterior derivada. [29]

## ➤ **Garantía de seguridad**

Las normativas medioambientales respecto a las perforaciones varían en función del país de origen. En este sentido, la normativa medioambiental española es muy garantista. La mayoría de los países tienen un gran interés por conocer su valor energético y para ello ponen en marcha proyectos de investigación que no requieren ningún tipo de informe de evaluación de riesgos. En el caso de España, sí es requerido un estudio detallado de impacto medioambiental, que Repsol ha desarrollado con un coste de 4 millones de euros y contando con más de 100 expertos.

La Declaración de Impacto Ambiental favorable emitida por el Ministerio de Medio Ambiente, determina que los tres principales escenarios de incidentes posibles durante la realización de los sondeos tienen una probabilidad de ocurrencia remota o nula:

**Derrame menor de diésel:** la probabilidad de que suceda es del 0,00092

**Derrame mayor de diésel derivado de un accidente por colisión entre el barco de seguridad y la unidad de perforación:** la probabilidad es del 0,000156

**Derrame accidental por pérdida de control de pozo:** la probabilidad es de un 0,0000282

Los estándares de protección del medio ambiente de Repsol están al nivel más alto de la industria: al nivel noruego, porque es en ese país donde la exigencia es máxima. En Repsol sostienen que se apoyan en la innovación y que se demuestra en su experiencia para garantizar la seguridad de los procesos. Su principal prioridad es minimizar los posibles impactos de todas las operaciones.

El Centro de Tecnología Repsol, ubicado en Móstoles (Madrid), cuenta con más de 400 investigadores que trabajan en proyectos pioneros en el mundo, entre ellos la detección temprana de derrames de manera automática a través de un sofisticado sistema de monitorización, filtrado y alerta.

Repsol es responsable de cualquier perjuicio económico que pudieran causar sus operaciones, compromiso que no todas las compañías energéticas asumen. Son los primeros interesados en hacer las cosas bien, aplicando los métodos más avanzados y los estándares más rigurosos para proteger a las personas y al medio ambiente.

La compañía está suscrita a acuerdos y convenios no vinculantes a nivel mundial.

La perforación está planificada de tal manera que evite periodos sensibles (migración, cría, etc.).

Cuentan con las cofradías del entorno para informarles sobre posibles afecciones a la pesca. Llegan incluso a acuerdos con ellas para determinar las medidas adecuadas para minimizar el impacto que puedan sufrir durante el proyecto.

Realizan una monitorización continua de las condiciones del sondeo gracias a la tecnología punta del buque. Por ejemplo, con detectores de H<sub>2</sub>S que se verificarán regularmente.

La compañía ha puesto en práctica estos métodos preventivos en numerosos proyectos de investigación. Cada año realiza 20 sondeos exploratorios en todo el mundo a diferentes profundidades.

En el caso de Canarias, la profundidad total de los pozos será de unos 3.100 metros, muy inferior a otras exploraciones realizadas.



Fig. nº 23. Profundidad total de los pozos en diferentes países.

### ➤ **Compromiso de Repsol con el medio ambiente**

El compromiso de Repsol con el medio ambiente, la seguridad y protección a la biodiversidad es un pilar fundamental en el desarrollo de las actividades de la compañía. En el caso del Proyecto Canarias, se ha regido por los máximos estándares de seguridad y medio ambiente, cuya exigencia va más allá de lo requerido por la legislación vigente.

Repsol ha seleccionado a Tecnoambiente, empresa pionera española en el estudio del medio ambiente y el fondo marino con más de 30 años de experiencia, para ser una de las compañías que participen en la realización del estudio de fondo marino en aguas próximas a Canarias. Koldo Díez-Caballero, Jefe de Proyectos del departamento marino de esta empresa, explica los exigentes criterios de seguridad y protección al entorno aplicados en el proyecto de exploración en las Islas Canarias.

La atención al medio ambiente y la protección de la biodiversidad son compromisos esenciales para Repsol. Con el objetivo de cumplirlos, tienen una Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente que recoge nuestros principios sobre estos aspectos.

El principal objetivo es identificar las mejores prácticas internacionales existentes, para prevenir y mejorar la respuesta ante los posibles incidentes en las operaciones. En el caso del Proyecto Canarias, Repsol evidencia su compromiso medioambiental al incluir voluntariamente los criterios del Convenio OSPAR (Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste) en la ejecución de estas operaciones, aun sin ser las Islas Canarias un ámbito geográfico regido por esta normativa.

### **Estudio del fondo marino: una iniciativa pionera en la industria**

Repsol ha contado con una decena de expertos para la realización de este estudio, un trabajo pionero que ha estudiado un área a la que hasta ahora no se había accedido nunca. Todo ha sido posible gracias al empleo de la tecnología más avanzada y el apoyo de profesionales altamente cualificados.

El estudio del fondo marino en aguas próximas a Canarias supuso una inversión de 5 millones de euros y es una evidencia del compromiso de Repsol con el respeto al medio ambiente y la biodiversidad. Seis canarios participaron en los trabajos de investigación y uno de los buques utilizados, el Atlantic Explorer, tiene base en el puerto de Las Palmas.

Para esta campaña científica se han utilizado dos buques: el barco oceanográfico Odin Finder y el buque Atlantic Explorer, encargado de las grabaciones submarinas de los puntos designados para los sondeos exploratorios. La grabación ha permitido comprobar la turbidez, la tipología de los sedimentos, la geología, la fauna, la flora y los obstáculos existentes a una profundidad de entre 800 y 1.600 metros.

Se han tomado 108 muestras de agua a tres niveles (superficie, medio y fondo) y 120 muestras de sedimentos de 20 puntos distintos. En total, la campaña ha supuesto más de 20.000 horas de trabajo acumulado.

Mediante una cámara subacuática se han inspeccionado los fondos marinos de las ubicaciones en las que se llevarán a cabo los sondeos exploratorios, lo que ha permitido determinar el hábitat al que pertenece el área de estudio. Éste tiene una gran homogeneidad y consiste en un lecho marino de fangos batiales, sin grandes desniveles y ausencia de rocas.

En cuanto a la macrofauna bentónica, la diversidad específica presenta valores entre medio-bajos y bajos en todos los puntos de muestreo. Se han detectado, por este orden, poliquetos, crustáceos y, en menor medida, sipuncúlidos y bivalvos. Ninguna de las especies detectadas está sometida a un régimen de protección comunitario, estatal o autonómico.

No hay arrecifes en las zonas estudiadas ni ningún indicio de la existencia de patrimonio arqueológico en los fondos marinos de las zonas estudiadas. [31]

## ➤ Proceso de exploración

Los sondeos exploratorios en aguas próximas a las Islas Canarias se realizarán con la más avanzada tecnología, que garantiza una operación con los más estrictos estándares de seguridad.

El buque Rowan Renaissance, embarcación encargada de realizar las actividades exploratorias, cuenta con un sistema de alta tecnología para realizar los sondeos de forma segura. El proceso de exploración se realizará bajo los siguientes parámetros, que garantizan en todo momento la fiabilidad del mismo y el riesgo nulo de vertido:

- i. Primeramente se envía una señal de posicionamiento al buque para indicar la ubicación exacta de la perforación.
  - ii. Luego desciende la cabeza perforadora para abrir el hueco para la guía.
  - iii. Las tuberías se conectan y desciende la guía de las mismas para que baje nuevamente la cabeza perforadora.
- b. Se sitúa la tubería de revestimiento e inicia el proceso de sellado para conectar las tuberías al fondo marino.
  - c. Posteriormente se inicia la parte fundamental que garantiza la seguridad de la operación: desciende y se conecta el sistema de seguridad BOP, que contiene válvulas de triple redundancia que regulan el flujo y taponan en caso de necesidad.
  - d. Nuevamente se sitúa la tubería de revestimiento para continuar con el proceso de sellado.

La exploración contempla 885 metros de lámina de agua más 1.995 metros de exploración en tierra y alcanza un diámetro máximo de 91 cm en superficie, que pasa luego a sólo 21 cm en el extremo del sondeo. Durante el proceso de exploración no habrá instalaciones permanentes en el área de los sondeos.

- **Vídeo sondeos de exploración de Repsol**  
<https://www.youtube.com/watch?v=CRPPXh33aEE> [32]

## ➤ Rowan Renaissance



Fig. nº 24. Interior del Rowan Renaissance, ABC.es / Canarias

El barco Rowan Renaissance es el más avanzado en su categoría, cuenta con un sistema de posicionamiento dinámico y realiza los sondeos de forma innovadora y respetando los más estrictos estándares de seguridad.

Este barco es de 7ª generación, el más avanzado de su categoría.

Es el barco que Repsol ha utilizado para llevar a cabo las prospecciones petrolíferas en las Islas Canarias, es un buque que puede mantenerse en una posición en mar abierto sin anclas.

### **CARACTERÍSTICAS:**

- Está provisto de un sistema de posicionamiento dinámico, lo que significa que funciona a través de satélites de comunicación que envían información a los ordenadores con los que cuenta el barco.
- Su eslora es de 230 metros de longitud, y su manga es de 36 metros.
- La embarcación dispone de seis hélices entre popa y proa.
- Su peso bruto es de 52.242 toneladas.
- Cuenta con más de 200 profesionales con la más alta cualificación, aunque puede albergar un total de 210 trabajadores.
- Cuenta con la innovación y experiencia que garantiza la seguridad en todas las operaciones.
- Tiene la mejor tecnología punta en sistemas de prevención
- Grúas con capacidad de carga de 1.250 toneladas (3 veces el Airbus A380, el avión más grande del mundo)
- 5 bombas de lodo.
- Motores diésel que mueven los motores eléctricos. Cada motor eléctrico mueve una hélice provista de aspas reversibles que funcionan con un sistema hidráulico (el cual maneja el ángulo de las aspas de las hélices).
- 1 helipuerto
- Puede perforar con olas de hasta 6 metros y resistir las de hasta 13 metros.
- Cuenta con una cubierta para almacenar 20.000 toneladas (dos veces el peso de la Torre Eiffel)
- Tiene capacidad para cargar 7.500 metros cúbicos de fuel (algo así como tres piscinas olímpicas), lo que le da una autonomía de 75 días en alta mar.
- Tiene capacidad para almacenar 1.400 metros cúbicos de agua dulce.
- Sus seis motores tienen una potencia superior a 10.000 CV cada uno (equivalente a más de 100 Ferrari de Fórmula 1)
- Cuenta con 6 botes salvavidas con capacidad para 70 personas cada uno.
- La embarcación dispone también de un robot acuático capaz de sumergirse a 3.000 metros de profundidad y realizar los trabajos técnicos en el fondo marino controlado por un operario del Rowan desde la cubierta (La mayor parte de los

trabajos a bordo están automatizados, en un intento de reducir al mínimo contacto entre el hombre y la máquina)

- El inglés es el idioma oficial de la nave, donde trabajan 194 personas de 18 nacionalidades
- La tripulación dispone de cine, gimnasio o sala de juegos para sus ratos de ocio.
- Además del sofisticado puente, el barco cuenta con otros dos centros neurálgicos; uno es el ROB, un habitáculo donde dos operarios controlan con un mando y una pantalla que recuerda a un juego de vídeo el robot submarino que se encarga de gobernar las cuatro balizas que permiten al barco estar anclado sin apenas movimiento. El robot, que tiene el tamaño de una furgoneta, cuenta con dos brazos mecánicos con los que operan si es necesario remotamente.
- La perforadora actúa como una especie de catalejo, de manera que va de mayor a menor. Comienza con un ancho de 95 centímetros y termina con uno de 18. A medida que cambia de ancho, la propia perforadora va encofrando el agujero para consolidar las obras realizadas.



Fig. nº 25. Operario del buque contemplando la torre de perforación.

#### EXTRAS:

- La única forma de acceder a la embarcación mientras esté en la zona es a través de helicóptero, mediante un vuelo corto de unos 20 minutos de duración desde el aeropuerto de Lanzarote.
- Al igual que con el idioma, el comedor de la embarcación sirve un menú internacional a base de pasta, arroz y carne cocinada de distintas maneras para satisfacer los diversos gustos de la tripulación.
- Repsol ha contratado el buque hasta el año 2017, con un coste diario de 500.000 euros. Al acabar los sondeos canarios, el barco regresará a Angola y luego emprenderá rumbo al golfo de México.
- Los empleados hacen turnos de 28 días seguidos y 12 horas por jornada

- La construcción del 'Rowan Renaissance' finalizó este año y lleva bandera de las Islas Marshall. El barco fue botado una vez terminado en Corea del Sur y tiene capacidad para perforar en "aguas ultra profundas". Construido por la coreana Hyundai Heavy Industries.
- El buque no está solo durante las prospecciones, ya que cuenta con otro barco y un helicóptero de apoyo logístico, lo que significa que les proporcionan suministros diversos, como es el caso de víveres para los trabajadores.
- El 'Rowan Renaissance' está contando con la colaboración de un barco de la Marina Española, que tiene como objetivo evitar que ninguna embarcación ajena a los trabajos se acerque (algo que ocurrió con Greenpeace).
- El personal más destacado es el siguiente:
  - o El capitán, Mark Gardner
  - o John McGovern, supervisor de seguridad del Rowan Renaissance
  - o Johnny Pérez, encargado de la supervisión por parte de Repsol
  - o José Pinto, ingeniero de explotación
  - o El otro puesto clave es la cabina de perforación, donde otros dos profesionales supervisan los progresos y reciben impertérritos a los visitantes.
- Tardó 14 días en llegar desde Angola y clavarse en el campo Sandía [33, 34]

## ➤ **Cronología del contencioso por las prospecciones petrolíferas**

A continuación nos encontramos con la cronología del contencioso por las prospecciones petrolíferas realizadas en Canarias entre los años 2000 al 2015.

.....AÑO 2000.....

- **2 de noviembre:** Repsol solicita al Gobierno que le proporcione los permisos de investigación de hidrocarburos marinos en aguas canarias.

.....AÑO 2001.....

- **21 de diciembre:** El Gobierno español concede, a través del Real Decreto 1462/2001, los permisos solicitados a Repsol para que pueda efectuar nueve prospecciones petrolíferas frente a las costas de Lanzarote y Fuerteventura.

.....AÑO 2002.....

- **23 de marzo:** El Cabildo Insular de Lanzarote interpone un recurso contencioso-administrativo contra el Ejecutivo central por conceder los permisos a Repsol para iniciar la búsqueda de hidrocarburos en aguas del archipiélago.

.....AÑO 2004.....

- **9 de marzo:** El Tribunal Supremo rechaza la autorización concedida por el Gobierno central a Repsol para realizar sondeos petrolíferos en Canarias, ya que no cumplirían las medidas de protecciones medioambientales ni el plan de restauración exigidas por la Ley del Sector de los Hidrocarburos.

.....AÑO 2008.....

- **25 de abril:** El Tribunal Constitucional admite un nuevo recurso del Gobierno de Canarias contra uno de los artículos que recoge la Ley del Sector de los Hidrocarburos, que otorga la competencia sobre las autorizaciones relacionadas con las prospecciones en el subsuelo marino al Gobierno central y no a las autonomías.

.....AÑO 2012.....

- **3 de febrero:** El ministro de Industria, Energía y Turismo, José Manuel Soria, anuncia su intención de «reactivar» el Real Decreto de 2001 sobre las prospecciones petrolíferas de Canarias.
- **6 de marzo:** El Parlamento de Canarias aprueba una resolución contra las prospecciones en el archipiélago, la misma posición del Gobierno de Canarias, los cabildos de Lanzarote y Fuerteventura y numerosos ayuntamientos.
- **16 de marzo:** El Consejo de Ministros autoriza a Repsol a que realice prospecciones frente a las costas de Fuerteventura y Lanzarote, retomando los permisos que se le concedieron en 2001, pero condicionados a una evaluación de impacto. Repsol asegura que los indicios que maneja señalan que en Canarias puede realizarse «el mayor descubrimiento de hidrocarburos de la historia de España».
- **16 de marzo:** El presidente de Canarias, Paulino Rivero (CC), anuncia que su Gobierno emprenderá todas las acciones legales para frenar el proyecto.
- **19 de marzo:** Greenpeace ofrece al Gobierno de Canarias su apoyo para oponerse a los proyectos de Repsol.
- **21 de marzo:** El ministro de Industria, Energía y Turismo señala que en Canarias pueden existir reservas como para cubrir el 10 % del consumo de crudo de España, lo que ahorraría al país 28.000 millones de euros en importaciones de petróleo.
- **21 de marzo:** El eurodiputado de IU Willy Meyer denuncia ante la Comisión Europea las prospecciones.

- **23 de marzo:** La Federación de Turoperadores del Reino Unido (FTO) y la Asociación Británica de Agencias de Viaje (ABTA) expresan al Gobierno español su preocupación por los sondeos petrolíferos, por su impacto sobre el turismo. En cambio, desde Berlín, el mayor turoperador de Europa, TUI, pina que los sondeos no van a tener una repercusión directa sobre el turismo, aunque conlleven riesgos.
- **24 de marzo:** Miles de personas se manifiestan en las siete islas, Madrid y Barcelona en protesta por las prospecciones petrolíferas.
- **13 de abril:** Paulino Rivero se reúne en Rabat con el rey de Marruecos. A la salida de la reunión, el presidente canario dice que Mohamed VI le ha transmitido que su país no ha detectado crudo en la zona y, por tanto, “no hay ninguna expectativa de una próxima explotación de petróleo”.
- **25 de mayo:** La organización ecologista WWF se suma a las instituciones canarias y recurre ante el Tribunal Supremo los permisos petrolíferos en las islas.
- **4 de junio:** El Tribunal Supremo rechaza la solicitud del Gobierno canario y del Cabildo de Lanzarote de suspender los permisos concedidos a Repsol para hacer sondeos petrolíferos en aguas próximas a Canarias por aplicación de la sentencia que declaró nulas las autorizaciones otorgadas en 2001.
- **5 de junio:** El Tribunal Supremo rechaza, por segunda vez en 24 horas, suspender los permisos por posible impacto sobre el medio ambiente. Su auto dice que no se aprecia riesgo de que vaya a producirse un daño irreparable y que, en cambio, “no cabe eludir” la relevancia que puede tener para el país el hallazgo de petróleo.
- **4 de julio:** La Comisión Europea pide a España explicaciones ante las denuncias que ha recibido por los sondeos petrolíferos, pero adelanta que, por ahora, no observa que esas prospecciones vulneren la legislación comunitaria
- **6 de septiembre:** El Gobierno de Canarias acuerda presentar una queja ante la Comisión Europea, al estimar que la autorización a Repsol vulnera el derecho comunitario.
- **1 de octubre:** El presidente de Canarias se dirige por carta al Secretario General de la ONU, Ban Ki-moon, para pedirle que exija a España la suspensión de las prospecciones, apelando a su condición de máximo responsable de la red de Reservas de la Biosfera, del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y del Consejo Global de Turismo Sostenible.

.....AÑO 2013.....

- **5 de febrero:** El Tribunal Constitucional publica su sentencia sobre el recurso del Gobierno canario contra la Ley de Hidrocarburos de 2007 y determina que la competencia para autorizar prospecciones o explotaciones petrolíferas

submarinas en las aguas bajo jurisdicción española corresponde en exclusiva al Estado y no a las autonomías.

- **4 de abril:** A través de su embajador, el Gobierno de Marruecos dice que no prevé que los derechos sobre la eventual explotación de recursos petrolíferos submarinos en las aguas que separan sus costas de las de Canarias generen problema alguno con España.
- **29 de abril:** Paulino Rivero vuelve a acusar al Gobierno central de estar tratando a Canarias “como a una colonia” en el conflicto de las prospecciones petrolíferas y le reprocha que pretenda “esquilmar sus recursos naturales” contra el deseo de su sociedad.
- **9 de mayo:** Greenpeace, Amigos de la Tierra, Ecologistas en Acción, SEO/Birdlife y WWF, expresan en Lanzarote su rechazo a los sondeos petrolíferos.
- **29 de mayo:** El Supremo rechaza, por tercera vez, suspender los permisos a Repsol y descarta que, por ahora, sea necesario involucrar a la Justicia europea en este litigio.
- **11 de junio:** El Instituto Geográfico Nacional (IGN) detecta dos seísmos de magnitud 3,7 y 2,4 frente a las costas de Lanzarote y Fuerteventura, en el área del Atlántico que Repsol pretende explorar en busca de hidrocarburos. El Cabildo de Fuerteventura asegura que el riesgo sísmico es un argumento más para rechazar los sondeos.
- **18 de septiembre:** La petrolera escocesa Cairn Energy confirma que se prepara para empezar en semanas los sondeos petrolíferos que el Gobierno de Marruecos le ha autorizado a hacer en el Atlántico, en emplazamientos situados al lado de las cuadrículas que Repsol pretende perforar frente a Canarias.
- **25 de septiembre:** Se cierra el plazo de presentación de alegaciones tras 45 días de exposición pública. La Delegación del Gobierno registra más de 2.600 objeciones contra el proyecto.
- **25 de septiembre:** El consejo científico del Comité Español del programa Hombre y Biosfera (MaB) de la Unesco advierte en un informe de graves daños ambientales. El Ministerio de Industria resta valor a ese informe y niega que pueda atribuirse a la Unesco, porque el Comité Español de MaB no llegó a votarlo.
- **25 de septiembre:** Se cierra el plazo de presentación de alegaciones tras 45 días de exposición pública. La Delegación del Gobierno registra más de 2.600 objeciones contra el proyecto, la mayoría de ellas copia de las alegaciones tipo distribuidas por los ecologistas y los cabildos de Fuerteventura y Lanzarote para que los ciudadanos se sumaran a su postura.
- **3 de octubre:** El presidente de la Mesa de Turismo en España, Abel Matutes, se pronuncia en contra de las prospecciones en el Mediterráneo por su daño para el sector, pero dice que en Canarias el problema es diferente, porque existen sondeos en la misma zona por parte de otro país, Marruecos.

- **14 de noviembre:** El presidente de Repsol, Antonio Brufau, anuncia que su compañía está lista para empezar a perforar en mayo de 2014, si obtiene las autorizaciones ambientales, y ofrece a las dos islas donde mayor rechazo suscita su proyecto, Lanzarote y Fuerteventura, acoger su base logística.
- **14 de noviembre:** Paulino Rivero replica que Repsol ofende «gravemente» a Canarias y que puede olvidarse de «comprar voluntades». Además, El presidente de Repsol, Antonio Brufau, anuncia en Las Palmas de Gran Canaria que su compañía está lista para empezar a perforar en mayo de 2014, si obtiene las autorizaciones ambientales, y ofrece a las dos islas donde mayor rechazo suscita su proyecto, Lanzarote y Fuerteventura, acoger su base logística.
- **22 de diciembre:** Cairn Energy revela que sus primeras prospecciones petrolíferas en la costa atlántica marroquí, al noreste de Lanzarote, han concluido sin que se hayan encontrado reservas de hidrocarburos y que ahora sondeará otro punto más al sur, cercano a las cuadrículas de Repsol

.....AÑO 2014.....

- **8 de enero:** El presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, recibe a Rivero en La Moncloa, en una reunión que corrobora su desacuerdo respecto a las prospecciones. De hecho, Rajoy comunica al presidente canario que los sondeos comenzarán “muy probablemente” entre julio y septiembre de este año, como corrobora luego Soria.
- **23 de enero:** Cairn Energy hace su segundo intento en el pozo denominado “Cap Juby I”, situado junto al este de Fuerteventura, en aguas bajo jurisdicción de Marruecos, que semanas más tarde se revela también fallida.
- **5 de febrero:** El presidente de Baleares, José Ramón Bauzá, del PP, se opone tajantemente a que se hagan prospecciones petrolíferas en su archipiélago, por sus riesgos para el medio ambiente y el turismo. El Gobierno canario pide al PP de las islas que siga su ejemplo y también rechace los sondeos en Lanzarote y Fuerteventura.
- **10 de febrero:** El Gobierno canario decide pedir autorización al Consejo de Ministros para promover una consulta popular sobre las prospecciones petrolíferas autorizadas en aguas próximas a Fuerteventura y Lanzarote, con esta pregunta: “¿Está usted de acuerdo con las prospecciones de petróleo autorizadas a la multinacional Repsol frente a las costas de nuestras islas? El Congreso de los Diputados ha rechazado esta posibilidad.
- **7 de mayo:** La polémica llega al Senado, donde rompe la unidad de voto del PP. Cuatro de los cinco senadores populares por Baleares votan a favor de suspenderlas.
- **22 de mayo:** El Tribunal Supremo anuncia que el 10 de junio fallará los recursos interpuestos por el Gobierno de Canarias, los cabidos de Fuerteventura y Lanzarote y las asociaciones ecologistas.
- **29 de mayo:** El Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente aprueba, con

condiciones, la declaración de impacto ambiental.

- **7 de junio:** Manifestación del 7 de junio de 2014 contra las prospecciones de Repsol frente a las costas canarias. Se puede leer en la pancarta: *¡Fuera petroleras! Canarias limpia y libre.*



Fig. nº 26. Manifestación en Canarias [07.06.14]

- **24 de junio:** El Tribunal Supremo desestima los siete recursos planteados contra el decreto de marzo de 2012 que autorizaba la realización de prospecciones petrolíferas en aguas del archipiélago canario.
- **2 de octubre:** El Gobierno canario convoca para el 23 de noviembre una consulta, basada en la Ley autonómica de Participación Ciudadana, con esta pregunta: "¿Cree usted que Canarias debe cambiar su modelo medioambiental y turístico por las prospecciones de gas o petróleo?"
- **18 de octubre:** Miles de personas se manifiestan en todas las islas de Canarias en contra de las prospecciones petrolíferas y a favor de que este asunto sea sometido a una consulta ciudadana.
- **24 de octubre:** El Consejo de Ministros impugna ante el Tribunal Constitucional la consulta convocada por el Gobierno canario.
- **4 de noviembre:** El Tribunal Constitucional suspende cautelarmente la consulta.
- **15 de noviembre:** Una voluntaria de Greenpeace resulta herida en un accidente entre lanchas de la organización ecologista y de la Armada España, en una protesta en alta mar realizada junto al barco contratado por Repsol para los sondeos.
- **18 de noviembre:** El barco "Rowan Renaissance" comienza a perforar para Repsol el denominado pozo "Sandía".
- **1 de diciembre:** La Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, desaconseja las prospecciones sísmicas de la petrolera Cairn Energy en el Golfo de Valencia por su potencial afección negativa a la fauna marina de la zona.
- **3 de diciembre:** Paulino Rivero anuncia acciones penales contra algunos de los funcionarios y cargos públicos que han participado en la autorización de las prospecciones, por arbitrariedad y por el diferente trato dado a los proyectos planteados en el Golfo de Valencia y en Canarias.

- **9 de diciembre:** El Tribunal Superior de Justicia de Canarias desestima la petición del Gobierno canario para que las perforaciones se suspendan cautelarmente.

.....AÑO 2015.....

- **11 de enero:** Repsol termina la perforación en el pozo Sandía. El barco perforador Rowan Renaissance alcanza casi 2.900 metros en los 51 días transcurridos de trabajo en el pozo Sandía.

[35,36, 37]

## ➤ Resumen del sondeo en las Islas Canarias

En el año 2000, Repsol optó a la concesión pública de investigación de dominio minero en la zona del archipiélago canario, regulada por el real decreto 2362/1976 y la ley de hidrocarburos 34/1988, y en enero de 2002 obtuvo el permiso tras presentar un proyecto que cumplía con todos los requisitos exigidos y ofrecía la mayor inversión.

Repsol anunció en el año 2013 que empezaría a realizar sondeos para buscar petróleo en aguas cercanas al Archipiélago Canario. El anuncio generó un debate en la población de Canarias por los riesgos que pudiera conllevar la realización de tales sondeos. El Gobierno de España aprobó los sondeos, movilizándolo aún más a la oposición.

Varias plataformas y ONG como WWF (*World Wildlife Fund for Nature*), Greenpeace, etc., se sumaron a esta oposición, recogiendo firmas por todo el archipiélago. Esta movilización la apoyaron muchas más organizaciones en todo el mundo. Se mencionaban la protección de una zona de especial importancia medioambiental, los estándares de seguridad empleados y supuestos errores de cálculo en los efectos de la contaminación acústica, consiguiendo que la Comisión Europea se interesara por el asunto.

Ante esta movilización, Repsol puso en marcha un plan publicitario en favor de las prospecciones dirigido a la población canaria. Entre los argumentos que esgrimieron están, por ejemplo, la «lejanía» del lugar donde realiza las operaciones el barco dedicado a las prospecciones, la necesidad de aprovechar los recursos naturales ya que Marruecos está haciendo lo mismo o el desarrollo de una web corporativa para difundir las características de las prospecciones.

El Gobierno de Canarias planteó una consulta para poder parar las prospecciones petrolíferas. La consulta se paralizó para estudiar su legalidad por el Tribunal Constitucional, decisión que ha sido recurrida. La fecha inicial de la consulta era el 23 de noviembre, pero por ahora se encuentra paralizada. En su lugar, diversas asociaciones y colectivos convocaron una consulta ciudadana simbólica para la misma fecha.

El día 15 de noviembre, fecha de inicio de las operaciones, el barco Arctic Sunrise -de la organización Greenpeace- se mantenía ocupando la zona de exclusión de navegación marítima que las autoridades habían establecido para garantizar la seguridad de la operación. Tras realizar diferentes advertencias de las que los activistas hicieron caso omiso, la Armada Española intervino y en las maniobras de disuasión una activista resultó herida de consideración aunque esta fue rescatada por los militares y llevada a un hospital. Posteriormente, a su llegada al puerto de Arrecife (España), el barco de la organización ecologista fue retenido tras la apertura de un procedimiento sancionador a su capitán por una presunta infracción contra la ordenación del tráfico marítimo, hechos tipificados como infracción muy grave en el artículo 308 de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

El día 11 de enero alcanzan la profundidad de 3.093 metros completando la recolección de datos, los cuales arrojaron como resultado el hallazgo de petróleo y gas en la cuenca, pero sin que estos cumplan con la calidad y volumen adecuado para su explotación, dando fin a los sondeos realizados en Canarias. [38]

## ➤ Cronología del sondeo

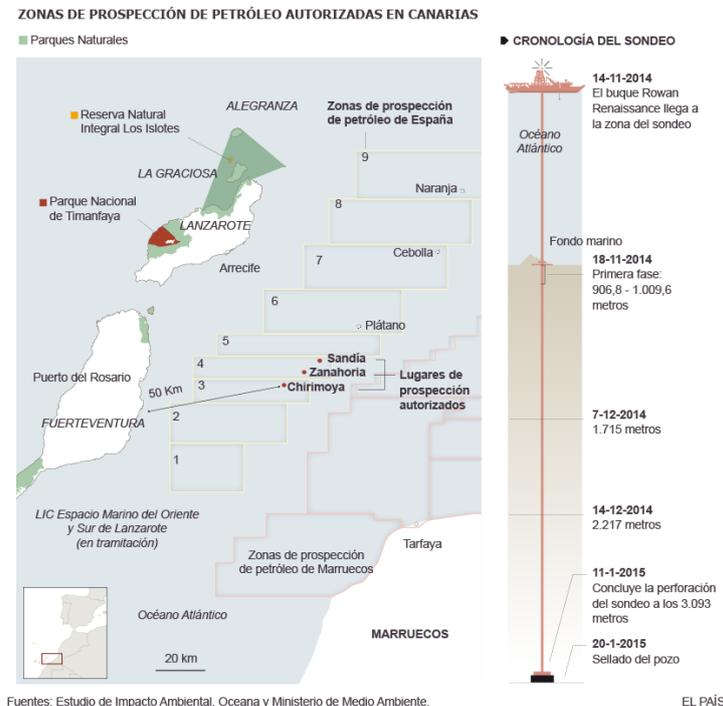


Fig. nº 27. Mapa zonas de prospección autorizadas en Canarias  
Cronología del sondeo.

## SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

- **14 de noviembre del 2014:** El buque Rowan Renaissance llega a las 23:50 horas a la zona del sondeo.  
Los barcos de apoyo Troms Lyra, Troms Artemis y Esvagt Don, con una dotación de 16, 14 y 10 tripulantes, respectivamente, se encuentran con el Rowan Renaissance.

### Troms Lyra y Troms Artemis

Tienen por objetivo dar apoyo logístico durante la operación, abastecer el suministro de agua y combustible al Rowan Renaissance y transportar materiales y equipos entre el buque principal y la base de logística.

### Esvagt Don

Cuenta con tres especialistas responsables del avistamiento de cetáceos que velan por el cumplimiento del protocolo establecido por la Declaración de Impacto Ambiental, y que establece en 1 km el radio de exclusión alrededor del Rowan Renaissance. Entre sus tareas se encuentra la observación tortugas y aves durante los periodos diurnos, y la escucha de los cetáceos a través del PAM (Passive Acoustic Monitoring) en los periodos nocturnos y en los diurnos con baja visibilidad.

- **15 de noviembre:** Comienzan las operaciones de descarga de materiales y equipos.  
41 trabajadores suben a bordo del Rowan Renaissance para completar la dotación encargada de llevar a cabo el sondeo.
- **16 de noviembre:** Continúan las operaciones de descarga de materiales y equipos.  
Se realiza la inspección del fondo marino con un ROV (Remotely Operated Vehicle) en una operación similar a la llevada a cabo en 2013 durante el estudio de fondo marino.
- **18 de noviembre:** Comienza el sondeo Sandía, el primero que se realiza en España tras Lubina y Montanazo (2009), también a cargo de Repsol, y que obtuvieron éxito exploratorio.  
Se realizan labores de calibración del sistema de posicionamiento y se procede a la perforación de un sondeo piloto de control, cuya finalidad es ratificar la adecuación del terreno.

- **21 de noviembre:** Se ha superado la primera fase de perforación alcanzándose una profundidad de 110 metros desde el lecho marino. A continuación se ha descendido el conductor y posteriormente se ha completado el proceso de estanqueidad.
- **25 de noviembre:** Se ha superado la segunda fase de perforación alcanzándose una profundidad total de 1.475 metros, 600 metros desde el lecho marino. A continuación se ha descendido el conductor y posteriormente se ha completado el proceso de estanqueidad.
- **05 de diciembre:** Se ha conectado el BOP a la cabeza del pozo, y se han realizado todas las comprobaciones, con resultado satisfactorio, que han confirmado la estanqueidad del sistema de tuberías. El BOP con el que cuenta el Rowan Renaissance es un mecanismo de seguridad capaz de soportar una presión 4 veces superior a la que se va a encontrar en el sondeo Sandía. Consta de una triple válvula hidráulica que permite regular y controlar el pozo en cualquier circunstancia.
- **10 de diciembre:** Se ha confirmado la seguridad y el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de la unidad (BOP). Posteriormente se ha continuado la perforación hasta alcanzar una profundidad total de 1.883 metros.
- **15 de diciembre:** Se ha instalado el protector de la cabeza del pozo y se han realizado con éxito las pruebas de funcionamiento tanto en los sistemas de presión como en los ejercicios de control de pozo. Posteriormente se ha comenzado la siguiente fase de perforación, denominada 12-1/4, en la que se ha profundizado desde los 1.883 metros hasta los 2.217 metros.
- **19 de diciembre:** Se ha finalizado la fase de perforación 12- ¼ alcanzándose una profundidad media de 2.756 metros. Desde la llegada del Rowan Renaissance y los barcos de apoyo a la zona del sondeo se han realizado en todas las embarcaciones más de 60 simulacros en materias de seguridad y medio ambiente, funcionamiento de equipos y entrenamiento de los roles de emergencia.
- **29 de diciembre:** Se han realizado con resultados satisfactorio las pruebas del sistema de control de presión y del BOP y posteriormente se ha perforado hasta una profundidad de 2.740 metros.
- **09 de enero de 2015:** Se han continuado los trabajos de acondicionamiento y estanqueidad del pozo siguiendo estrictamente todos los protocolos de seguridad. Para ello se han realizado diferentes pruebas de presión e integridad del pozo hasta que se ha obtenido una evaluación positiva de las paredes de la

sección en la que se encuentra la perforación. Posteriormente se ha profundizado hasta los 2.900 metros.

- **13 de enero:** Se ha alcanzado la profundidad final del pozo, 3.093 metros, dándose por finalizado el proceso de perforación. Posteriormente se ha comenzado la siguiente fase del sondeo de investigación Sandía 1-X con la evaluación de las características correspondientes al segundo objetivo geológico del pozo.
- **16 de enero:** Tras el análisis de las muestras obtenidas en el sondeo denominado Sandía, se confirma la existencia de gas sin el volumen ni la calidad suficientes para considerar una futura extracción. Por lo que se han comenzado las operaciones de abandono del sondeo.
- **28 de enero:** A las 12:00 horas el Rowan Renaissance ha partido rumbo a Angola (sur de África) una vez se ha finalizado el proceso de sellado del pozo, y se ha recuperado todo el material utilizado durante el sondeo.

Dirección General  
de Comunicación  
Tel: 91 753 87 87  
[www.repsol.com](http://www.repsol.com)  
[prensa@repsol.com](mailto:prensa@repsol.com)



Comunicado de prensa  
Madrid, 16 de enero de 2015  
2 páginas

Encontradas trazas de gas insuficientes para una posible extracción

### REPSOL FINALIZA EL SONDEO EXPLORATORIO EN CANARIAS

- El análisis de las muestras obtenidas en el sondeo denominado Sandía confirma la existencia de gas sin el volumen ni la calidad suficientes para considerar una futura extracción.
- El buque de posicionamiento dinámico *Rowan Renaissance* regresará a Angola para continuar con el programa de exploración de hidrocarburos de Repsol en ese país.
- En el proyecto de investigación han trabajado unos 750 profesionales de más de 50 empresas, algunas con sede en Canarias, y se han aplicado los máximos estándares de seguridad y respeto medioambiental.

Repsol ha finalizado el sondeo exploratorio que inició el 18 de noviembre de 2014 en el Océano Atlántico, a unos 80 kilómetros de Lanzarote y Fuerteventura, para analizar la posible existencia de hidrocarburos. Tras el análisis de las muestras obtenidas, se ha concluido que hay gas (desde metano hasta hexano), pero sin el volumen ni la calidad suficientes para valorar una posible extracción.

El sondeo exploratorio ha confirmado que en el subsuelo de esta cuenca se han generado petróleo y gas, si bien los almacenes encontrados están saturados de agua y los hidrocarburos existentes se encuentran en capas muy delgadas no explotables.

No se realizarán actividades de investigación adicionales en esta zona y el buque de posicionamiento dinámico *Rowan Renaissance* regresará a Angola para continuar con el programa de exploración de hidrocarburos que Repsol realiza en ese país.

News Conoce aquí nuestro Newsletter

1

Dirección General  
de Comunicación  
Telf. 91 753 87 87  
www.repsol.com  
press@repsol.com



El pasado 11 de enero se alcanzó la profundidad total de 3.093 metros (882 metros de lámina de agua y 2.211 metros de subsuelo) y se ha completado la recolección de datos de las formaciones geológicas atravesadas.

Durante la próxima semana se realizarán las labores de sellado del pozo continuando con los protocolos de seguridad más estrictos, conforme se ha desarrollado el sondeo en su conjunto.

En el proyecto de investigación han trabajado unos 750 profesionales de más de 50 empresas y se han aplicado los máximos estándares de seguridad y respeto medioambiental. Desde el inicio de los trabajos, Repsol estimó para los mismos una posibilidad de éxito exploratorio de entre el 15% y el 20%. La compañía realizó el sondeo considerando que un posible hallazgo reportaría importantes beneficios para la economía española.

La excelencia en todas las operaciones vinculadas a esta investigación se ha logrado gracias al despliegue de los mejores profesionales –no sólo de Repsol, sino también de otras empresas contratadas, algunas de ellas canarias–, y al uso de medios de última generación, como el buque de posicionamiento dinámico Rowan Renaissance, que ha contado con el apoyo de otros cuatro barcos.

Repsol es reconocida como una de las compañías con mayor experiencia en exploración offshore. La tasa de reemplazo de reservas probadas (proporción entre el volumen de petróleo y gas producido y las reservas probadas de hidrocarburos de una compañía) se situó en el 204% en 2012 y el 275% en 2013, entre las más altas de la industria.

News Conoce aquí nuestro Newsletter

Fig. nº 28 y 29. [REPSOL] Comunicado de prensa  
Madrid, 16 de enero de 2015

## DOCUMENTACIÓN

La documentación respecto al proyecto de exploración cuenta con los siguientes documentos:

- Protocolo de observación y actuación en caso de avistamiento de mamíferos marinos
- Programa de vigilancia ambiental de los sondeos exploratorios marinos en Canarias
- Declaración de impacto ambiental
- Informes semanales:
  - o Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 1
  - o Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 2
  - o Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 3
  - o Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 4
  - o Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 5

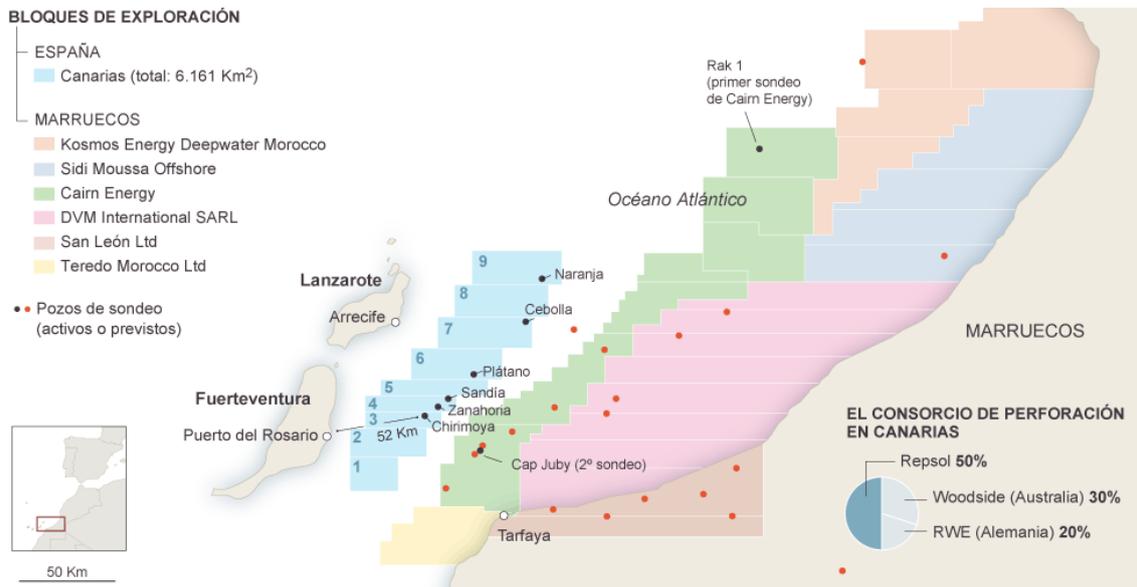
- Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 6
  - Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 7
  - Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 8
  - Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 9
  - Informe semanal del programa de vigilancia ambiental – Semana 10
- Informe final del programa de vigilancia ambiental

[39]

### ➤ **Conclusión final del especial proyecto de investigación de Canarias**

Con el objetivo de conocer la riqueza energética de España, Repsol abordó un proyecto de investigación en aguas próximas a las Islas Canarias para determinar la existencia, calidad y volumen de hidrocarburos en la zona. Las conclusiones del sondeo exploratorio, en el que han trabajado unos 750 profesionales de más de 50 empresas, indican que solo se ha hallado gas aunque en volumen y calidad insuficientes para considerar una futura extracción. [40]

# PARTE 5. SITUACIÓN CANARIAS- MARRUECOS



## SECCIONES

- ❖ **Protesta de Marruecos por la autorización a Repsol en 2001**
- ❖ **Exploración petrolífera de la República Árabe Saharaui Democrática (RASD)**
  - Intereses saharauis

## ❖ Protesta de Marruecos por la autorización a Repsol en 2001

El nuevo gobierno presidido por Mariano Rajoy anunció, a las pocas semanas de su toma de posesión (2011), su decisión de autorizar tareas de prospección petrolífera en un área marítima situada al Este de Lanzarote y Fuerteventura, entre las costas de ambas islas y la línea media equidistante (imaginaria) que divide este espacio marino entre Canarias y la costa de Marruecos.

Esta decisión fue finalmente adoptada por el Consejo de Ministros en el mes de marzo por medio de un Real Decreto\* que “convalidaba expresamente” la medida adoptada hace una década por el gobierno presidido por José M<sup>a</sup> Aznar.

En diciembre de 2001 se autorizó por vez primera a la compañía REPSOL\*\* a realizar investigaciones prospectivas offshore sobre las mismas áreas prospectivas definidas en 2012, algunas de ellas a un centenar de kilómetros de la costa marroquí, frente a la ciudad de Tarfaya\*\*\*. Esta decisión provocó en 2001 una rápida protesta formal por parte de Marruecos al considerar que el área prospectiva se encuentra situada en unas aguas cuyo título de soberanía a favor de España no ha sido reconocido formalmente por el gobierno marroquí.



Fig. nº 30.Abc (2.4.2012)

\* Real Decreto 547/2012, de 16 de marzo (BOE del 21.3.2012). “El gobierno autoriza a Repsol las prospecciones petrolíferas en Canarias”, El País (16.3.2012)

\*\*Real Decreto 1462/2001, de 21 de diciembre (BOE del 23.1.2001). La concesión se realizó a un consorcio (RIPSA) integrado por REPSOL (50%), la australiana Woodside (30%) y la alemana RWE (20%), que ha vuelto a recibir la autorización en 2012.

\*\*\* Se trata de nueve áreas de exploración, denominadas todas ellas con nombres de frutas. El proceso prospectivo se iniciará en las áreas 5 (Sandía) y 6 (Plátano), las que mejores perspectivas ofrecen, sobre una superficie de 6.100 Km<sup>2</sup> situada a un mínimo de 61 km de la costa de Fuerteventura y a una profundidad de entre 3.000 y 3.500 m (unos

900 de lámina de agua y otros 2.000 m de subsuelo marino). “Repsol apuesta por el petróleo de Canarias”, El Mundo (26.5.2012)

[41]

## ❖ Exploración petrolífera de la República Árabe Saharaui Democrática (RASD)

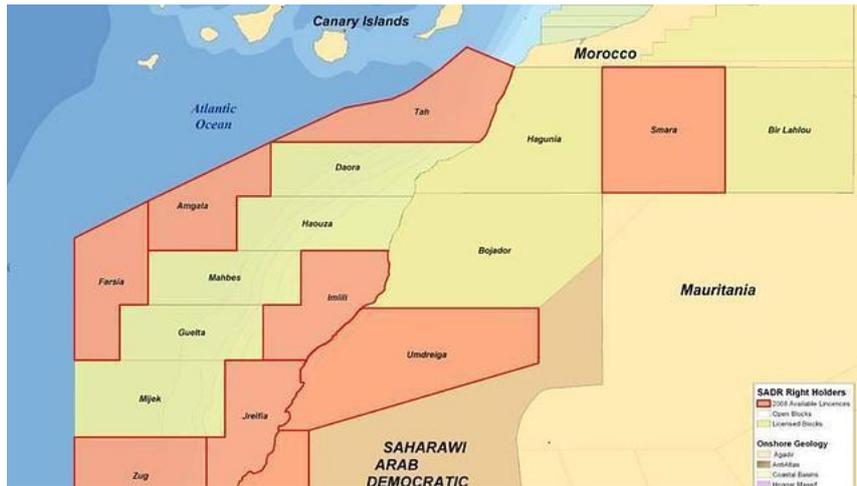


Fig. nº 31. Mapa de las licencias de exploración petrolífera ofertadas por la República Árabe Saharaui Democrática (RASD) en 2008

La posición geoestratégica de Canarias y su pujanza como plataforma intercontinental entre Europa, América y África, son conceptos comerciales lanzados al menos durante la última década por el Gobierno canario en su promoción de las Islas en el exterior. Paradójicamente, también la ha convertido por causas naturales en el balcón atlántico privilegiado desde el que asomarse, observar y vigilar, decenas de sondeos petrolíferos exploratorios autorizados no sólo por el Gobierno marroquí, sino por las autoridades de la denominada República Árabe Saharaui Democrática (RASD), controlada desde hace más de 30 años por el Frente Polisario.

"¿Conoce el Gobierno de Canarias los estudios de impacto medioambiental de las más de 150 autorizaciones para prospecciones petrolíferas autorizadas por el Reino de Marruecos a diferentes empresas dedicadas a actividades petrolíferas?", preguntó por escrito al Ejecutivo la diputada autonómica del PP, Astrid Pérez, ante lo que consideró una campaña y una consulta ciudadana impulsadas y dirigidas "contra" una compañía, Repsol.

"Todo es 'no' a Repsol; no a las prospecciones, ya no se habla de las de Marruecos", aseguró la parlamentaria. De hecho, recordó, la pregunta de la consulta ciudadana también se ha enfocado hacia esta empresa cuando la petrolera Kosmos Energy (KOS),

puso como ejemplo, anunció su intención de abrir una base de operaciones en Borjador para apoyar sus catas en el Sahara.

De hallar hidrocarburos comercialmente rentables, la multinacional tejana, como operadora (55% de participación en el bloque), junto a Cairn Energy (20%) y la Oficina Nacional de Hidrocarburos de Marruecos (25%), prevé explotar el polémico yacimiento de Bojador —los saharauis se oponen—, una vez la plataforma Atwood Achiever haga los correspondientes estudios marinos, según han publicado varios medios de comunicación, entre ellos los afines a la RASD, como WSRW.

Este bloque se encuentra situado a unos 70 kilómetros del litoral sahariano y a 50 kilómetros mar adentro al sur de Fuerteventura. Dada la cercanía a la isla, Kosmos Energy se planteó en 2009 implantar su base logística en Agando, Tuineje.

En la carrera de las prospecciones en la franja atlántica marroquí, la RASD no se queda atrás. Desde hace una década cuenta con un departamento, la llamada "Autoridad del Petróleo y la Minería de la RASD" (en inglés, SADR Petroleum and Mining Authority) que en 2006 concedió a ocho compañías licencias de exploración en nueve bloques dentro de su territorio, seis en alta mar y tres en tierra.

En 2008 volvió a ofertar otros tres permisos en tierra y seis "offshore", llamados Tah, Amgala, Farsia, Imlili Jreifia y Zug. La perforación en aguas saharauis podría alcanzar hasta un máximo de 3.600 metros de profundidad, según el permiso. En el caso del bloque Tah, se permiten profundidades de hasta 3.500 metros bajo el mar en un área de 20.892 kilómetros cuadrados localizado frente a Canarias.

#### **«Intereses» saharauis**

La posición de la RASD es diáfana: "Condena toda la exploración de recursos naturales y la explotación en virtud de la concesión de licencias de Marruecos, ya que esto va en contra de los deseos del pueblo saharauí. El Gobierno insta a las empresas de exploración a tomar licencias por el bien de los mejores intereses del pueblo saharauí a través de la Autoridad del Petróleo y de la Minería de la RASD".

En marzo de 2014 anunciaba la adjudicación del bloque Bir Lahlou a la compañía británica Red Rio Petroleum Limited, en cuyo contrato se le autoriza, entre otras cosas, a llevar a cabo la "estimulación por fracturamiento hidráulico", conocido como "fracking".

[42]

# CONCLUSIÓN

1. Con todo lo aquí detallado, podemos sacar en claro que las prospecciones han supuesto una gran controversia para Canarias.
2. Desde un principio, la mayoría de la población canaria ha estado en desacuerdo con este proyecto, puesto que sus pequeños o amplios conocimientos (sobre este tema) les daban para plantearse los posibles riesgos que las prospecciones podrían causar sobre las Islas, su mar, flora y fauna.
3. Muchos canarios nos preguntamos el por qué no se permitió al pueblo canario decidir en un Referéndum si estábamos a favor o en contra de las prospecciones en nuestro territorio, a pesar de las miles de firmas que se recogieron. Aunque hubo una votación, no fue aceptada, puesto que no cumplía con la legislación vigente. Esto nos lleva a plantearnos, de forma permanente, si es el actual gobierno es digno de presidir éstas nuestras Islas.
4. Un ejemplo de esto es el partido de gobierno que presidía durante las prospecciones, quien hace unos años, mientras se intentaba conceder el permiso a la compañía Repsol, no hizo reclamo alguno, mientras que en últimos meses no ha tenido reparo en gritar “NO” a las prospecciones, poniéndose de lado del ciudadano.
5. Con la evolución, los intereses políticos de los partidos se han convertido en la base del régimen de los países. A día de hoy, ya suspendidas las prospecciones, mejor escrito paralizadas, los canarios aún nos planteamos qué hubiera sido de nosotros en caso de que se hubiese encontrado petróleo en nuestras aguas. Realmente, aunque se dijese en un pasado que nuestro ahorro energético sería considerable (en torno a un 10 % en facturas energéticas, y que nuestra posición en España sería más importante), dudamos en que la mayor parte iría destinada a las empresas encargadas de las prospecciones, en vez de a nuestras manos.
6. Debido a que el petróleo es un recurso natural no renovable, la industria se enfrenta a un inevitable agotamiento de las reservas de petróleo en el mundo. Es relevante concluir que el petróleo es una base primordial en esta época, ya que constituye un alto porcentaje para la energía mundial. Hoy en día, existen varias energías potenciales, pero aun poco implantadas, aunque cada día más. Este es el caso de las energías renovables, como la eólica, solar, hidráulica, etc.
7. Cabe concienciarnos de que el buen uso de la energía puede hacer crecer el número de años que quedan para agotar las reservas de petróleo existentes, y contribuyamos así con la eficiencia de nuestro país.

8. Este punto de vista no pretende dar opinión en contra de búsqueda de yacimientos, sino la de contribuir al país. La búsqueda de yacimientos es importante para nuestro futuro, y debemos luchar por que se realice bajo las condiciones reglamentarias pertinentes, sin dejar que haga daño a nuestro planeta.

9. En conclusión, este tema ha sido de gran interés, y el haberme informado y realizado este trabajo ha supuesto una gran experiencia para mí, puesto que afecta a mi persona.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Industria Petrolera. WIKIPEDIA [página web]. Consulta [15.01.15]  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Industria\\_petrolera](https://es.wikipedia.org/wiki/Industria_petrolera)
- [2]. El futuro del Petróleo. LA OTRA OPINIÓN. [página web]. Consulta [02.03.15]  
<http://laotraopinion.net/recursos-naturales/futuro-del-petroleo/>
- [3]. El petróleo. Composición química del petróleo. MEDiateca. [página web]. Consulta [23.01.15]  
<http://mediateca.cl/500/540/quimica/petroleo/componentes%20quimicos%20del%20petroleo.htm>
- [4]. Hidrocarburos “El petróleo”. MONOGRAFÍAS. [página web]. Consulta [11.02.15]  
<http://www.monografias.com/trabajos10/petro/petro.shtml>
- [5]. Petróleo. WIKIPEDIA. [página web]. Consulta [03.06.15]  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Petr%C3%B3leo>
- [6]. Upstream. WIKIPEDIA. [Página web]. Consulta [03.06.15]  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Upstream>
- [7]. Midstream. WIKIPEDIA. [Página web]. Consulta [03.06.15]  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Midstream>
- [8]. Downstream. WIKIPEDIA. [Página web]. Consulta [03.06.15]  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Downstream>
- [9]. “El petróleo de Canarias y la dialéctica de estados”. *Julián Sánchez*. IZQUIERDA HISPÁNICA. Hacia la séptima generación de izquierda. [artículo]. Consulta [14.01.15]  
<http://izquierdahispanica.org/2012/petroleo-canarias/>
- [10]. Prospección. DEFINICIÓN.DE [página web]. Consulta [27.02.15]  
<http://definicion.de/prospeccion/>
- [11]. Prospección. MUNDO PETROLERO. [Página web]. Consulta [25.06.15]  
<http://mundopetroleo1.blogspot.com.es/2015/06/prospeccion-el-hallazgo-de-yacimientos.html>

- [12]. Explotación del petróleo. EL RINCÓN DEL VAGO. [página web]. Consulta [25.06.15]  
[http://html.rincondelvago.com/explotacion-del-petroleo\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/explotacion-del-petroleo_1.html)
- [13]. “Perforación Exploratoria y de Producción Costa Afuera”. *Magda Alejandra Cuevas*. LA COMUNIDAD PETROLERA. [artículo]. Consulta [04.03.15]  
<http://yacimientos-de-gas.lacomunidadpetrolera.com/2008/02/perforacion-exploratoria-y-de-produccion.html>
- [14]. “Petróleo. Prospección y Perforación”. *Richard S. Kraus*. ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. [PDF]. Consulta [10.06.15]  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/75.pdf>
- [15]. Plataforma Petrolífera. WIKIPEDIA. [Página web]. Consulta [27.05.15]  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Plataforma\\_petrol%C3%ADfera](https://es.wikipedia.org/wiki/Plataforma_petrol%C3%ADfera)
- [16]. “IMPACTO DEL PROYECTO DE CATA Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN FONDOS PROFUNDOS DE CANARIAS”. *Natacha Aguilar de Soto*. [PDF]. Consulta [21.12.15]  
[http://www.gobiernodecanarias.org/opencvms8/export/sites/presidencia/prospecciones/ficheros/doc/informe\\_001.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/opencvms8/export/sites/presidencia/prospecciones/ficheros/doc/informe_001.pdf)
- [17]. “Análisis y Modelación de una Plataforma Marina”. *Carlos Ahumada Hernández*. [PDF]. Consulta [27.05.15]  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6083/TESINA.pdf?sequence=1>
- [18]. “Introducción a las plataformas Offshore”. *Nil García Arboix*. Facultat de Nàutica de Barcelona. [PDF]. Consulta [27.05.15]  
[http://www.academia.edu/7422094/INTRODUCCI%C3%93N\\_A\\_LAS\\_PLATAFORMAS\\_OFFSHORE](http://www.academia.edu/7422094/INTRODUCCI%C3%93N_A_LAS_PLATAFORMAS_OFFSHORE)
- [19]. Cómo son y funcionan las plataformas petrolíferas. Superestructuras extremas. [página web]. Consulta [27.05.15]  
<http://www.todointeresante.com/2009/04/como-son-y-funcionan-las-plataformas.html>
- [20]. “Sistemas Estructurales: Plataformas Petrolíferas”. ITEA (Instituto Técnico de Estructuras de Acero) [PDF]. Consulta [16.04.15]  
[http://www.webaero.net/ingenieria/estructuras/metallica/bibliografia\\_documentacion/itea/TOMO17.pdf](http://www.webaero.net/ingenieria/estructuras/metallica/bibliografia_documentacion/itea/TOMO17.pdf)
- [21]. Práctica de Plataforma Petrolífera. *Elena Vera*. [artículo]. Consulta [16.04.15]

<http://es.scribd.com/doc/220498897/Practica-de-Plataforma-Petrolifera#scribd>

- [22]. Tesis: Ingeniería costa afuera orientada al modelo electrónico tridimensional inteligente (METI). Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Politécnico Nacional. [PDF]. Consulta [11.05.15]  
[http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4705/1/339\\_INGENIERIA%20COSTA%20FUERA%20ORIENTADA%20AL%20MODELO%20ELECTRONICO%20TRIDIMENSIONAL%20INTELIGENTE%20METI.pdf](http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4705/1/339_INGENIERIA%20COSTA%20FUERA%20ORIENTADA%20AL%20MODELO%20ELECTRONICO%20TRIDIMENSIONAL%20INTELIGENTE%20METI.pdf)
- [23]. Las plataformas petrolíferas que operan a mayores profundidades. REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO. INGENIERÍA NAVAL. [página web]. Consulta [03.03.15]  
[http://www.sectormaritimo.com/lista/detalle.asp?id\\_contenido=436](http://www.sectormaritimo.com/lista/detalle.asp?id_contenido=436)
- [24]. Cómo trabajar en una plataforma petrolífera. [página web]. Consulta [13.05.15]  
<http://es.wikihow.com/trabajar-en-una-plataforma-petrol%C3%ADfer>
- [25]. Resolución de 29 de mayo de 2014, de la Secretaría de Estado de 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. [página web]. Consulta [14.01.15]  
[http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6167](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6167)
- [26]. "PROSPECCIONES PETROLÍFERAS EN CANARIAS Y MEDIOS DE LUCHA DISPONIBLES". *Capt. Dr. Antonio J. Poleo Mora; Capt. Luis Méndez Concepción (ULL)*. [archivo PPT.] Consulta [22.01.15]
- [27]. Zona Marítima Especialmente Sensible de Canarias. Secretaría General de Transportes. DGMM "Dirección General de la Marina Mercante". [PDF]. Consulta [15.05.15]  
<https://no0ilcanarias.files.wordpress.com/2012/11/zmes-dossier.pdf>
- [28]. "PLAN ESPECÍFICO DE CONTINGENCIAS POR CONTAMINACIÓN MARINA ACCIDENTAL DE CANARIAS (PECMAR)" *Consejería de Medio Ambiente y Organización Territorial /Gobierno de Canarias*. [PDF] Consulta [25.03.15]  
<http://www.gobiernodecanarias.org/dgse/descargas/pecmar/PECMARDICIEMBRE2006.pdf>
- [29]. El alcance del proyecto. *REPSOL*. [página web]. Consultada [03.02.15]  
[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/alcance-proyecto/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/alcance-proyecto/)

- [30]. La seguridad, una garantía. *REPSOL*. [página web]. Consulta [03.02.15]  
[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/seguridad-garantia/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/seguridad-garantia/)
- [31]. Respeto al medio ambiente. *REPSOL*. [página web]. Consulta [03.02.15]  
[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/seguridad-garantia/respeto-medio-ambiente/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/seguridad-garantia/respeto-medio-ambiente/)
- [32]. Tecnología punta. *REPSOL*. [página web]. Consultada [03.02.15]  
[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/tecnologia-punta/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/tecnologia-punta/)
- [33]. Rowan Renaissance: el barco con la tecnología más avanzada. *REPSOL* [página web]. Consulta [03.02.15]  
[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/tecnologia-punta/barco-rowan-rennaissance/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/tecnologia-punta/barco-rowan-rennaissance/)
- [34]. Repsol trabaja a toda máquina. *Miguel Ángel Noceda*. EL PAÍS. [artículo]. Consulta [03.02.15]  
[http://politica.elpais.com/politica/2014/11/25/actualidad/1416945942\\_635836.html](http://politica.elpais.com/politica/2014/11/25/actualidad/1416945942_635836.html)
- [35]. Cronología de las controvertidas prospecciones petrolíferas de Repsol en Canarias. *20 MINUTOS*. [artículo]. Consulta [03.02.15]  
<http://www.20minutos.es/noticia/2348987/0/cronologia-prospecciones/petroliferas-repsol/canarias/>
- [36]. Cronología del contencioso por las prospecciones petrolíferas en Canarias. *ULTIMAHORA.ES* [artículo]. Consultada [19.12.15]  
<http://ultimahora.es/noticias/nacional/2014/06/24/127099/cronologia-del-contencioso-por-prospecciones-petroliferas-canarias.html>
- [37]. Cronología de las prospecciones petrolíferas autorizadas en Canarias. *EFE. VERDE*. [artículo]. Consultada [09.01.15]  
<http://www.efeverde.com/noticias/cronologia-de-las-prospecciones-petroliferas-autorizadas-en-canarias/#>
- [38]. Sondeos en las Islas Canarias/ Repsol. *WIKIPEDIA*. [página web]. Consulta [26.06.15]  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Repsol#cite\\_note-48](https://es.wikipedia.org/wiki/Repsol#cite_note-48)
- [39]. Documentación y seguimiento. *REPSOL*. [página web]. Consulta [03.02.15]

[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/documentacion/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/documentacion/)

- [40]. Especial proyecto de investigación Canarias. REPSOL. [Página web]. Consulta [14.05.15]  
[http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/prensa/publicaciones/especial-canarias/)
- [41]. Las prospecciones petrolíferas en aguas Canarias y su impactos en las relaciones hispano- marroquíes. Rafael García Pérez. [02.06.15]  
<https://sites.google.com/site/teimrevista/numeros/numero-13-julio-diciembre-2012/las-prospecciones-petroliferas-en-aguas-canarias-y-su-impacto-en-las-relaciones-hispano-marroquies>
- [42]. El PP pone coto al “apagón” en Canarias sobre las catas petrolíferas marroquíes. Mercedes Ramos. ABC. [artículo]. Consulta [09.04.15]  
<http://www.abc.es/local-canarias/20140420/abci-sahara-canarias-petroleo-201404201626.html>

