



Universidad  
de La Laguna

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería  
Sección de Náutica, Máquinas y  
Radioelectrónica Naval



# **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Curso 2016-2017**

## **Reparación de Plataformas Petrolíferas en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife**

**Tutor: Juan Antonio Rojas Manrique**

**Alumno: Borja García Roqué**

**Grado: Náutica y Transporte Marítimo**



## ÍNDICE

1. Introducción .....	5
2. Abstract .....	7
3. Objetivos .....	9
4. Puerto de Santa Cruz de Tenerife .....	11
5. Las Plataformas Petrolíferas .....	23
5.1 Origen de las plataformas .....	24
5.2 Tipos de Plataformas .....	27
6. Mantenimiento y reparaciones que se realizan en las plataformas .....	32
6.1 Cold Stack .....	33
6.2 Warm Stack .....	37
6.3 Reactivation Project .....	39
6.4 Mantenimiento de motores .....	42
6.5 Reparaciones .....	44
7. Empresas que trabajan en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife .....	47
7.1 Hidramar .....	48
7.2 Tenerife Shipyards .....	51
7.3 Canarship .....	53
8. Conclusiones .....	56
9. Bibliografía .....	58

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1. Puerto de Santa Cruz de Tenerife
2. Distribución Dársena de Los Llanos
3. Distribución Dársena de Anaga
4. Distribución Dársena del Este
5. Distribución Dársena de Pesca
6. Distribución Puerto de la Hondura
7. Floatel Reliance
8. ENSCO 7500
9. ENSCO DS-3 y DS-5
10. West Eminence
11. West Taurus
12. West Leo
13. West Saturn
14. Vista de los campos de petróleo en Summerland, antes de 1906.
15. Las fortalezas marinas Maunsell en 2006.
16. Funciones de las diferentes plataformas.
17. Plataforma Habitacional Floatel Reliance. Dársena de Los Llanos, Puerto de Santa Cruz.
18. Tipos de plataformas según su anclaje.
19. Busques Perforadores de la Cía. Enscó en el Puerto de Santa Cruz.
20. Plataforma West Taurus en Cold Stack. Dique del Este, Puerto de Santa Cruz.
21. Plataforma West Eminence en Cold Stack. Dique del Este, Puerto de Santa Cruz.
22. Buques perforadores ENSCO DS-3 y DS-5 en Cold Stack. Dársena de Anaga, Puerto de Santa Cruz.
23. Extracción de propulsor azimutal de la plataforma Floatel Reliance. Dársena de Anaga, Puerto de Santa Cruz.
24. Drilling Pipe del buque perforador ENSCO DS-7
25. Instalaciones de Tenerife Shipyards. Dársena del Este, Puerto de Santa Cruz.

# 1. Introducción

Desde la llegada de la primera plataforma petrolífera, la SEDCO 710, el día 13 de marzo de 2014 al Puerto de Santa Cruz de Tenerife para su reparación, se ha observado un auge en la cantidad de plataformas que arriban a la isla para obtener servicios de diferentes tipos, desde pequeñas reparaciones hasta grandes trabajos de reactivación, pasando por las plataformas fuera de servicio a la espera de contratos. Las empresas petrolíferas dueñas de las plataformas y buques perforadores han visto en las Islas Canarias una situación privilegiada en el océano Atlántico desde la cual acceder a servicios de reparación y mantenimiento bajo los estándares más altos, al lado del continente africano donde se están realizando numerosas prospecciones en sus costas occidentales, es por ello que el número de plataformas que llegan al Puerto de Santa Cruz de Tenerife ha ido aumentando año tras año desde el 2014, encontrándose en sus aguas tres buques perforadores y cinco plataformas obteniendo servicios y reportando beneficios al puerto.

Este aumento significa un gran impacto en la economía del puerto y de las empresas relacionadas ya que en cada plataforma se suelen realizar varias labores implicando a diferentes compañías para llevar a cabo el mantenimiento de los equipos y maquinaria, así como reparaciones más específicas, como trabajos submarinos. Esto hace que se creen nuevos empleos debido al alto volumen de trabajos que se requieren.

En este escrito hablaremos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife y su crecimiento en el mercado de las reparaciones navales y servicios a plataformas petrolíferas. También nos encontraremos con la historia de estas y sus diferentes tipos según su función y su anclaje o soporte. Luego el siguiente punto a tratar será los trabajos que se realizan en las plataformas o buques perforadores, definiendo qué es el Cold Stack y el Warm Stack o de qué se trata un Reactivation Project, pasando por el mantenimiento de los motores principales y auxiliares, y reparaciones que se han realizado en el puerto de Santa Cruz. Por último, trataremos las empresas e instalaciones que se encuentran en el puerto que realizan las operaciones señaladas anteriormente.

## **2. Abstract**

Since the arrival of the first oil platform, SEDCO 710, on 13 March 2014 to the Port of Santa Cruz de Tenerife for repair, there has been a boom in the number of platforms that arrive to the island to obtain services of different types, from small repairs to large works of reactivation, going through the platforms out of service waiting for contracts. The oil companies that own platforms and drilling vessels have seen in the Canary Islands a privileged situation in the Atlantic Ocean from which they can access to repair and maintenance services with the highest standards, next to the African continent where there are numerous surveys in its western coasts, that is why the number of platforms that reach the Port of Santa Cruz has been increasing year after year since 2014, locating in its waters three drilling vessels and five platforms obtaining services and reporting benefits to the port.

This increase means a great impact on the economy of the port and related companies, since in each platform there are usually several jobs involving different business to carry out the maintenance of equipment and machinery, as well as more specific repairs, such as underwater works. This creates new jobs due to the high volume of works that are required.

In this essay we will talk about the Port of Santa Cruz de Tenerife and its growth in the market of naval repairs and services to oil platforms. We will also find the history of the rigs and their different types according to their function and their anchorage or support. Then the next item to be discussed will be the works performed on drilling platforms or vessels, defining what is the Cold Stack and Warm Stack or what is a Reactivation Project, going through maintenance of main and auxiliary engines, and works that have been carried out in the port of Santa Cruz. Finally, we will deal with the companies and facilities that are in the port that carry out the works indicated above.

# 3.Objetivos

Los objetivos perseguidos con la realización de este trabajo son los citados a continuación:

- 1 • Conocer el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, sus dimensiones e infraestructuras.
- 2 • Saber el origen de las plataformas petrolíferas y sus diferentes tipos.
- 3 • Familiarización con los trabajos que se realizan en las plataformas estando en puerto.
- 4 • Conocer las empresas que realizan las labores relacionadas con las plataformas en el Puerto de Santa Cruz.

# **4. Puerto de Santa Cruz de Tenerife**



El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se extiende desde la Dársena Pesquera de San Andrés hasta el puerto de Hondura, con una extensión de doce kilómetros, esto lo convierte en el puerto con mayor extensión de las Islas Canarias.

Se ubica concretamente en la bahía de Santa Cruz (16°14'W 28°29'N). Tiene un régimen de vientos reinantes del noreste (alisios) y predominantes del suroeste y una diferencia de cota entre mareas de 2,70 metros.

En la actualidad, este puerto se caracteriza, entre otras cosas, por la especialización de sus puntos de atraque en cada una de dársenas, muelle de mercancías peligrosas y fondeadero, a lo largo de una línea de contacto con la ciudad de más de diez kilómetros. Se encuentra dividido en cuatro dársenas aparte del muelle de la Hondura.

Las Dársenas y muelles son:

- Dársena de Los Llanos

En la cual está el dique-muelle y el Muelle de Ribera II.

*Ilustración 2 Distribución Dársena de Los Llanos*

Dársena de Los Llanos.			
Orientación SE			
Calado bocana de entrada: 90 metros (B.M.W.E)			
NOMBRE	LONGITUD	CALADO	USO
Primera Alineación L-2 Ribera	400 metros	8 metros	Contenedores
Primera Alineación: entre 1 y 2	138 metros	8 metros	Ro-Ro Contenedores Interinsular
Segunda Alineación	152 metros	8 metros	Marina Deportiva
Tercera alineación D-L1. Enlace sur	210 metros	8 metros	Marina Deportiva
Cuarta Alineación D-L2 Dique	233 metros	8 metros	Marina Deportiva
Quinta Alineación D-L3 Dique	525 metros	8 metros	Marina Deportiva y Polivalente
Sexta Alineación. D-L4 Dique	244 metros	12 metros	Polivalente
Séptima Alineación. Muelle Inter. Norte	75 metros	8 metros	Falúas de servicio
Octava Alineación. Muelle Int. Sur	75 metros	8 metros	
Novena Alineación. D-L5 Dique	424 metros	12 metros	Escalas técnicas
<b>TOTAL</b>	<b>2.579 METROS</b>		

*Fuente: www.puertosdetenerife.org (Página Web)*

- Dársena de Anaga

Situados en ella el Muelle Norte, el Muelle Sur, el Muelle Deportivo del Real Club Náutico de Tenerife, el Muelle de la Escuela de Náutica, el Muelle de Ribera y el Muelle de Enlace.

*Ilustración 3 Distribución Dársena de Anaga*

Dársena de Anaga			
Orientación NE			
Calado bocana de entrada: 120 metros (B.M.W.E)			
NOMBRE	LONGITUD	CALADO	USO
Primera Alineación- Tercera Muelle Sur	805 metros	12 metros	Grandes Cruceros
Segunda Alineación- 2ª Muelle Sur	546 metros	8,5-11 metros	Cruceros/ Ro-Ro
Tercera Alineación- 1ª Muelle Sur	247 metros	8 metros	Veleros y yates de gran porte
Cuarta Alineación-1ª Ribera A	269 metros	6,5 metros	Muelle de pasajeros Interinsular
Quinta Alineación- 2ª Ribera	397 metros	8 metros	Fruta y mercancía en general. Líneas regulares de pasaje
Sexta Alineación-3ª Ribera	382 metros	10 metros	Líneas regulares de pasaje y Ro-Ro. Graneles sólidos
Séptima Alineación. Muelle Norte	103 metros	8 metros	Terminal Jef-Foil
Pantalán	50 metros	2,5 metros	Pasajeros
Pantalán	200 metros	8 metros	Pasajeros/ Ro-Ro
Pantalán	200 metros	8 metros	Pasajeros/ Ro-Ro
<b>TOTAL</b>	<b>3.199 METROS</b>		

*Fuente: www.puertosdetenerife.org (Página Web)*

- Dársena del Este

Con el dique del Este, el Muelle de Contenedores y el Muelle de Bufadero

*Ilustración 4 Distribución Dársena del Este*

Dársena del Este			
Orientación NE			
Calado bocana de entrada: 110 metros (B.M.W.E)			
NOMBRE	LONGITUD	CALADO	USO
Primera Alineación. Muelle Bufadero	475 metros	14 metros	Contenedores
Duques de Alba Sur	130 metros	14 metros	Escalas técnicas. Tanqueros
Duques de Alba Norte	20 metros	14 metros	Escalas técnicas. Tanqueros
Segunda Alineación - Muelle de Contenedores	700 metros	16 metros	Contenedores /Ro-Ro
Tercera Alineación - 1ª Dique del Este	300 metros	12 metros	Graneles sólidos. Grandes líquidos
Cuarta Alineación - 2ª Dique del Este	700 metros	19 metros	Graneles sólidos, barcasas y combustibles
Quinta Alineación - 3ª Dique del Este	325 metros	16 metros	Escalas técnicas
<b>TOTAL</b>	<b>2.650 METROS</b>		

*Fuente: www.puertosdetenerife.org (Página Web)*

- Dársena de pesca

*Ilustración 5 Distribución Dársena de Pesca*

Dársena de Pesca.			
Orientación NE			
Calado bocana de entrada: 40 metros (B.M.W.E)			
NOMBRE	LONGITUD	CALADO	USO
Primera Alineación Ribera	622 metros	8 metros	Pesqueros (Frescos + congelados. Hielo.
Segunda Alineación (Fondo)	151 metros	6 metros	Pequeñas embarcaciones pesca. Reparación.
Tercera Alineación - Dique	1.010 metros	6 metros	240 m. muelle deportivo con 150 m de pantalanes.
<b>TOTAL</b>	<b>1.783 METROS</b>		

*Fuente: www.puertosdetenerife.org (Página Web)*

- Muelle de la Hondura

*Ilustración 6 Distribución Puerto de la Hondura*

Puerto de la Hondura.			
Orientación NE			
Calado bocana de entrada:			
NOMBRE	LONGITUD	CALADO	USO
Muelle ciego	155 metros	7,5 metros	Productos petrolíferos
Duques de Alba-Campo de boyas		14 metros	Productos petrolíferos
<b>TOTAL</b>	<b>155 METROS</b>		

*Fuente: www.puertosdetenerife.org (Página Web)*

Actualmente en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentran atracados o fondeados las siguientes plataformas y buque perforadores. <sup>2,8</sup>

- Dársena de los Llanos

- Floatel Reliance

Se trata de una plataforma habitacional y se encuentra en Warm Stack a la espera de un contrato mientras se le realizan labores de mantenimiento. <sup>4</sup>

Desplazamiento Máximo: 18.038 T

Eslora Total x Manga Máxima: 109 m × 68 m

Calado Máximo: 16,7 m

Año de construcción: 2010

*Ilustración 7 Floatel Reliance*



*Fuente: Elaboración Propia*

○ ENSCO 7500

Se halla esperando un comprador ya que no puede aceptar contratos de perforación debido a que tiene fallos en el sistema de posicionamiento dinámico. <sup>5</sup>

Desplazamiento Máximo: 40.007 T

Eslora Total x Manga Máxima: 88,39 m × 73,2 m

Calado Máximo: 18,3 m

Año de construcción: 2000

*Ilustración 8 ENSCO 7500*



*Fuente: Elaboración Propia*

- Dársena de Anaga

- ENSCO DS-3 y DS-5

Ambos buques perforadores se están en Cold Stack a la espera de nuevos contratos para rentabilizar su reactivación. <sup>5</sup>

ENSCO DS-3	ENSCO DS-5
Desplazamiento Máximo: 96.273 T	Desplazamiento Máximo: 96.000 T
Eslora Total x Manga Máxima: 227,8 m × 42 m	Eslora Total x Manga Máxima: 229 m × 42 m
Calado Máximo: 12 m	Calado Máximo: 12 m
Año de construcción: 2010	Año de construcción: 2011

*Ilustración 9 ENSCO DS-3 y DS-5*



*Fuente: Elaboración Propia*

- Dársena del Este

- West Eminence

Como los buques ENSCO, esta plataforma se encuentra en Cold Stack. <sup>6</sup>

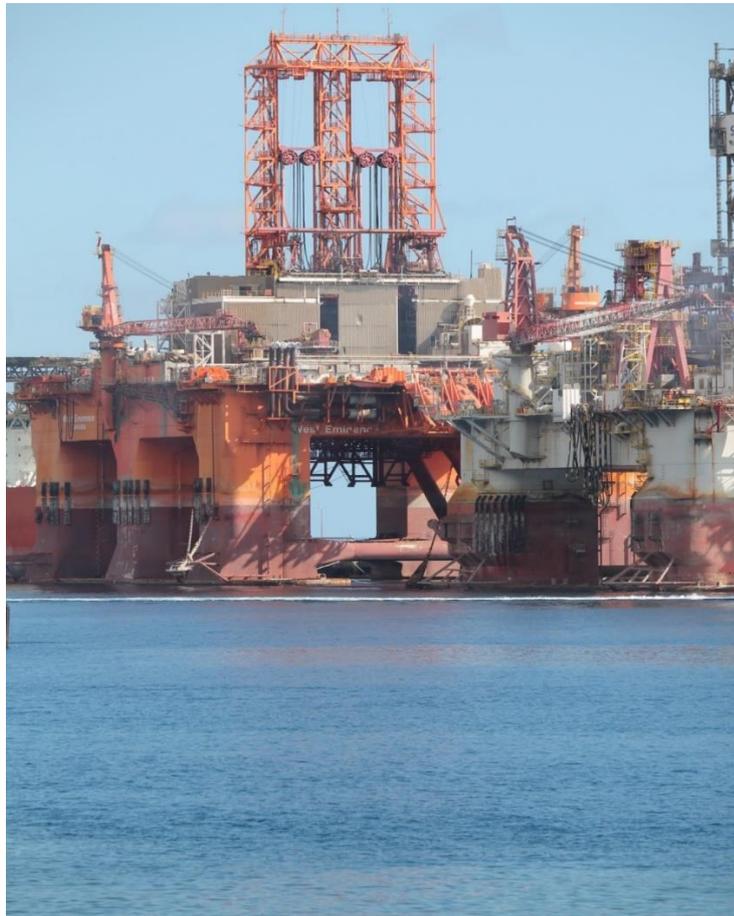
Desplazamiento Máximo: 54.600 T

Eslora Total x Manga Máxima: 118,6 m × 89 m

Calado Máximo: 23,5 m

Año de construcción: 2009

*Ilustración 10 West Eminence*



*Fuente: Elaboración Propia*

○ West Taurus

Al igual que la West Eminence, se halla en Cold Stack esperando un nuevo contrato.

6

Desplazamiento Máximo: 46.700 T

Eslora Total x Manga Máxima: 115,7 m × 90,4 m

Calado Máximo: 20 m

Año de construcción: 2008

*Ilustración 11 West Taurus*



*Fuente: Elaboración Propia*

- Zona de Fondeo

- West Leo

Se sitúa fondeada en frente de la playa de las Gaviotas, su estado es Warm Stack, estando disponible según la compañía para Julio de 2018. <sup>6</sup>

Desplazamiento Máximo: 58.967 T

Eslora Total x Manga Máxima: 118 m × 75 m

Calado Máximo: 23,5 m

Año de construcción: 2011

*Ilustración 12 West Leo*



*Fuente: Elaboración Propia*

○ West Saturn

Se localiza fondeado en la misma zona que la West Leo, su estado también es Warm Stack, en abril se encontraba recibiendo servicios en el Puerto de La Luz y Las Palmas y a finales de ese mes realizó pruebas de mar en el norte de Gran Canaria. Está a la espera de un contrato de perforación. <sup>67</sup>

Desplazamiento Máximo: 96.241 T

Eslora Total x Manga Máxima: 228 m × 42 m

Calado Máximo: 12 m

Año de construcción: 2014

*Ilustración 13 West Saturn*



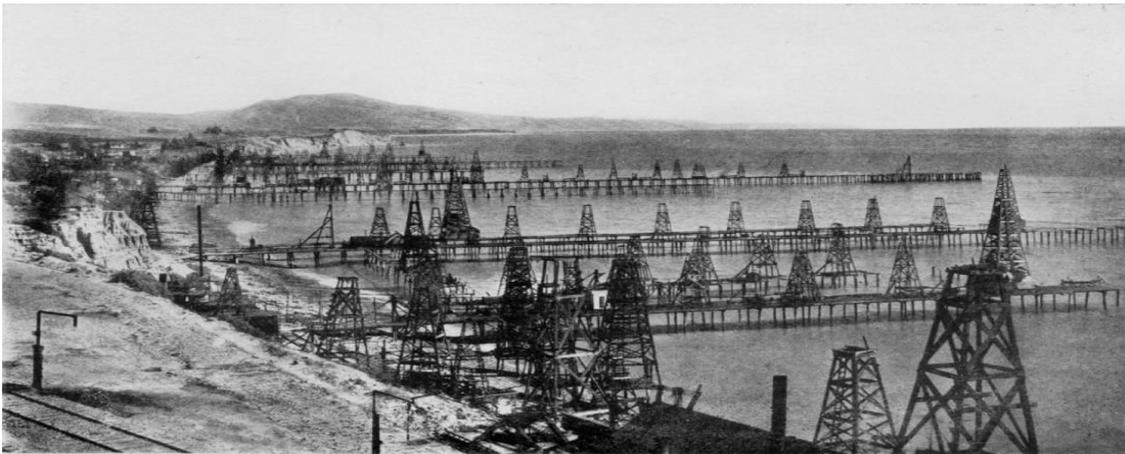
*Ilustración 14 Fuente: [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com) (Página web)*

# **5. Las Plataformas Petrolíferas**

# **5.1 Origen de las plataformas**

Los primeros pozos de petróleo bajo la superficie que se perforaron en Estados Unidos se encontraban en el Gran Lago St. Marys 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. La primera planta petrolífera de este estilo se construyó en 1897. 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.

*Ilustración 15 Vista de los campos de petróleo en Summerland, antes de 1906.*



*Fuente: Wikipedia.es (Página web)*

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 perteneciente a Texas del Golfo de México y Luisiana. 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 era una subsidiaria controlada por la empresa Shell 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 en el proceso. 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 cemento. 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 tuvo que ser dejada de utilizar por su 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 y radares. Un grupo de torres fue desmantelado en 1959, aunque otros se mantienen en la actualidad.<sup>28</sup>

*Ilustración 16 Las fortalezas marinas Maunsell en 2006.*



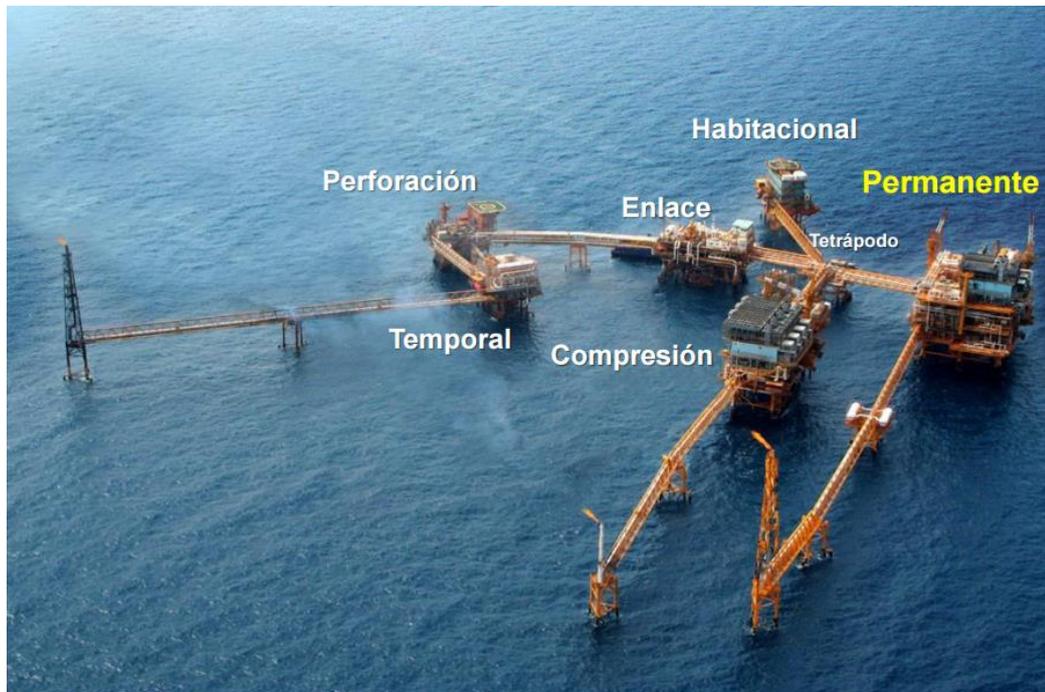
*Fuente: Wikipedia.es (Página web)*

# **5.2 Tipos de Plataformas**

En la actualidad existen varios tipos de plataformas petrolíferas; según su función o atendiendo su sistema de soporte o anclaje.

- **Función**

*Ilustración 17 Funciones de las diferentes plataformas.*



*Fuente: [www.youblisher.com/p/1112166-pemex/](http://www.youblisher.com/p/1112166-pemex/)*

- 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. <sup>29</sup>

- Producción / Compresión

Este tipo de plataforma tiene como función alojar los equipos compresores que suministran al gas la presión necesaria para su transporte, así como su acondicionamiento. <sup>29</sup>

○ Enlace

Tiene la misión de recolectar el crudo con gas procedente de las plataformas de producción y lo distribuye para su procesamiento; también en ella se unen los conductos que recolectan el crudo con los oleoductos que lo transportan a tierra. En estas plataformas se instalan los cabezales de recepción y envío de petróleo crudo y gas. <sup>29</sup>

○ Habitacional

En estas plataformas se aloja el personal que trabaja en las plataformas, sirven como hotel flotante para los trabajadores al disponer de los camarotes, comedores, incluso gimnasios y cines en algunos casos. <sup>29</sup>

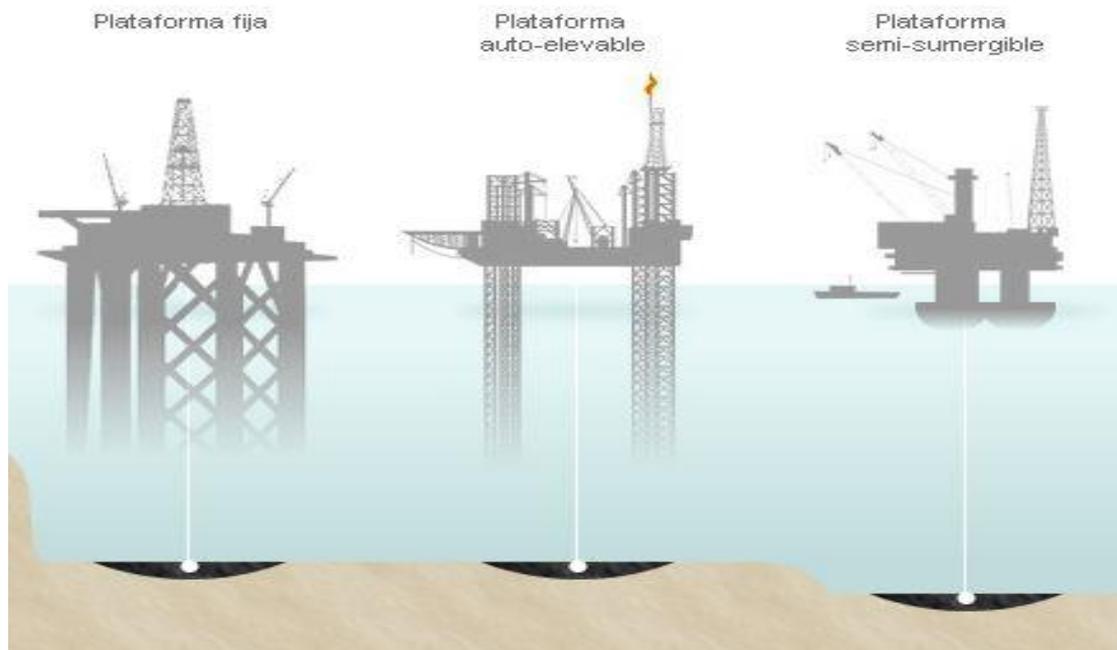
*Ilustración 18 Plataforma Habitacional Floatel Reliance. Dársena de Los Llanos, Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: Elaboración Propia*

## • Anclaje o Soporte

*Ilustración 19 Tipos de plataformas según su anclaje.*



*Fuente: galpennergia.com (Página web)*

### ○ Fijas

Consisten en plataformas apoyadas en puntales, normalmente de hormigón o acero, sobre los 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 dan flotabilidad, motivo por el cual son utilizados para construir estas plataformas cerca de la costa y hacerlas flotar hasta la posición en la que finalmente la plataforma será anclada. Este tipo de plataformas son utilizadas para aguas poco profundas. <sup>2</sup>

### ○ Auto elevables (jack-up)

Disponen de varias patas verticales según el tamaño y disposición de la plataforma. El centro de gravedad se encuentra en una posición elevada debido a la altura que alcanzan las patas cuando están fuera del agua, lo cual es necesario para su remolque, por esto es necesario cuidar la estabilidad del conjunto durante su transporte. Una vez en su posición las patas bajan, mediante un sistema de piñón-cremallera adosado a cada pata, hasta llegar al fondo; una vez ahí la plataforma se empieza a elevar hasta alcanzar la altura prevista según el tamaño del oleaje. <sup>2</sup>

○ Semisumergibles

Tienen una configuración parecida a las sumergibles, pero están construidas para trabajar flotando sin apoyarse sobre el fondo. Estas plataformas se fijan en una posición gracias a anclas o con un sistema de posicionamiento dinámico que actúa sobre hélices convencionales o azimutales para mantener la plataforma inamovible de un punto designado. <sup>2</sup>

○ Buques Perforadores

El buque perforador es un buque proyectado para perforar pozos submarinos. Su torre de perforación está ubicada en el centro del buque, donde una abertura en el casco permite el paso de la columna de perforación. Estos navíos se mueven por sí mismos, y lo hacen a mayor velocidad gracias a su diseño en forma de barco. Sin embargo, su forma es una de sus debilidades, al ser susceptible de ser desplazado por la fuerza de las olas, el viento o las corrientes marinas mientras se perfora. Mientras que en aguas poco profundas esto puede evitarse mediante el fondeo por medio de anclas (de 6 hasta 12), en aguas mucho más profundas estos buques dependen de sus sistemas de posicionamiento dinámico, formados por una serie de propulsores colocados en la proa y popa, que responden a las órdenes de un sistema informático que monitoriza la posición del barco, las corrientes o el viento constantemente y activa los propulsores para mantener la nave en posición. <sup>10</sup>

*Ilustración 20 Busques Perforadores de la Cía. Ensko en el Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: shipspotting.com (Página web)*

# **6. Mantenimiento y reparaciones que se realizan en las plataformas**

# 6.1 Cold Stack

En términos generales, poner una plataforma o buque perforador en el estado de Cold Stack es dejarla fuera de servicio en un puerto, astillero o fondeadero. La función de esta etapa es reducir los costes de mantenimiento debido a que las perspectivas de contratación de la plataforma no justifican la inversión necesaria para una puesta a punto para su correcto funcionamiento. También incluye la reducción de personal a cero o a un mínimo para las funciones esenciales como contraincendios o vías de agua, que más adelante veremos cómo estas funciones pueden ser monitorizadas desde tierra según las necesidades de la empresa encargada de la plataforma, reduciendo la tripulación a cero.

La duración del Cold Stack puede variar según varios factores, el más habitual suele ser la falta de demanda en el mercado, las plataformas en este estado suelen estar fuera de servicio por un periodo significativo.

*Ilustración 21 Plataforma West Taurus en Cold Stack. Dique del Este, Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: Elaboración Propia*

Para poner un ejemplo de la reducción de costes una plataforma Jack-up del Golfo de México ve como sus costes de mantenimiento se ven reducidos de 30,000 dólares americanos diarios a 2,000 dólares diarios cuando se encuentra en Cold Stack. La reducción de coste proviene principalmente de la reducción de personal. Los pasos tomados para proteger las instalaciones de la plataforma incluyen, la aplicación de recubrimientos protectores, el llenado de los motores con líquidos para conservar su estado, la instalación de deshumidificadores y la utilización de luces de navegación para indicar la posición de la plataforma.

Otro de los pasos utilizados para el mantenimiento de las plataformas en Cold Stack es la instalación de sistemas de monitorización, este paso es opcional según los costes que la empresa quiera asumir. Estos medios se encargan de la vigilancia de elementos críticos de la plataforma desde una estación base en tierra, normalmente las oficinas de la Autoridad Portuaria del Puerto, y de su alimentación, según la empresa que lo instale puede ser solar o eólica, o utilizar los motores auxiliares de la plataforma en cuyo caso se aumentarían los costes por consumo de combustible y por la necesidad de supervisión de la maquinaria por parte de un operario. Los elementos controlados son los siguientes:

- Posición de la plataforma

El sistema transmite los datos de posición de la plataforma a la estación base. Se pueden establecer alarmas de situación para cuando la plataforma se mueva de la situación designada en caso de que este fondeada, este movimiento activará la alarma.

- Intrusos

Se colocan sensores en los puntos clave de la plataforma para detectar polizones a bordo.

- Incendios

Pueden instalarse sensores en áreas sensibles como la sala de máquinas, sala electrónica, generadores de emergencia o la zona de alojamiento. Los sensores pueden ser autónomos instalados por la empresa o se puede utilizar el sistema de detección de incendios propio de la plataforma, pero este aumentaría el consumo siendo necesario el aumento del tamaño de la instalación de producción energía solar.

- Alarma de sentina

La utilización de sensores para la supervisión de los pontones de la plataforma permite conocer su estanqueidad. También se pueden instalar detectores de fugas en los espacios vacíos o en las sentinas para asegurarse de que no haya vías de agua.

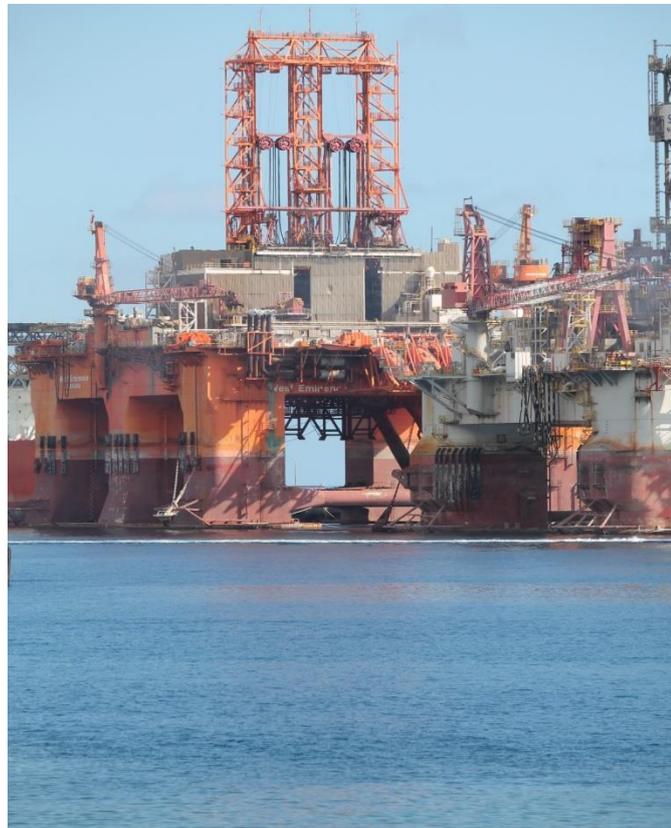
- Tensión del cabestrante o cabestrantes del ancla

El sistema de monitorización se utiliza también para supervisar la tensión de los cabestrantes de todas las anclas utilizadas para el fondeo. La tensión puede ser mostrada en la estación base configurando alarmas para alta o baja tensión.

- AIS: Sistema de identificación automático

El AIS es utilizado para proporcionar la posición de la plataforma, así como para avisar a otros buques equipados con un AIS de los peligros de la navegación.<sup>11 16 18</sup>

*Ilustración 22 Plataforma West Eminence en Cold Stack. Dique del Este, Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: Elaboración Propia*

## **6.2 Warm Stack**

El estado de Warm Stack, hace referencia a plataformas o buques perforadores que se encuentran listos para realizar trabajos de perforación en cualquier momento a la espera de un nuevo contrato. Si se encuentran en puerto en Warm Stack estarían listas para abandonarlo a su nuevo destino en cuanto tengan la autorización debido a que se encuentran realizando las labores de mantenimiento como si se encontraran realizando operaciones normales.

Las características de una plataforma en Warm Stack son:

- La mayoría, si no toda, la tripulación se encuentra a bordo.
- Toda la maquinaria se encuentra lista para su funcionamiento sin necesidad de reparaciones ni reactivaciones.
- Todos los trabajos que se realizan en la plataforma en este estado son los mismos que si estuviera operando, esto es mantenimiento y conservación para evitar la corrosión, y las pruebas y revisiones que se realizan normalmente.

Para resumir el Warm Stack es un estado de espera operacional, con la plataforma o buque listo para partir a realizar un nuevo contrato. <sup>18</sup>

# **6.3 Reactivation Project**

La finalidad del Reactivation Project no es otra que dejar la plataforma a punto para volver a trabajar, o bien para salir del estado de Cold Stack o para realizarle un mantenimiento exhaustivo después de varios años operando con el consiguiente desgaste en los equipos e instalaciones.

Estos tipos de proyectos suelen ser de larga duración y requerir el empleo de gran cantidad de mano de obra, como ejemplo para ilustrar lo que engloba un Reactivation Project tenemos el buque perforador ENSCO DS-4 el cual duró aproximadamente 8 meses involucrando a 200 personas con un gasto de 28 millones de dólares americanos. Los trabajos realizados en el buque fueron desde el cambio de sillones hasta montaje de hélices, el DS-4 se encontraba en Cold Stack, por ello hubo que retirar de todos los conductos y máquinas el líquido utilizado para preservarlos.

Durante el Reactivation Project se suelen realizar gran cantidad de trabajos entre ellos podemos encontrar:

- Montaje de Hélices
- Puesta a punto de la maquinaria, tanto principal como auxiliar
- Reactivación de todos los sistemas auxiliares
- Reforma de la habilitación
- Revisión del casco para detectar grietas
- Soldadura de grietas
- Limpieza de cubiertas y casco
- Inspecciones submarinas
- Revisión y reparación/sustitución de los elementos de perforación

Uno de los pasos más importantes de un Reactivation Project es la recertificación de los elementos de seguridad y protección del buque como los sistemas contra incendios, los sensores de la maquinaria, las alarmas de sentina y demás elementos relacionados.

Al finalizar todos los trabajos y realizar todas las pruebas necesarias para verificar la correcta finalización de un Reactivation Project, a la plataforma o buque se le realizan diferentes inspecciones para verificar su estado, inspecciones de las capitanías, de las empresas y de las sociedades clasificadoras.

*Ilustración 23 Buques perforadores ENSCO DS-3 y DS-5 en Cold Stack. Dársena de Anaga, Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: Elaboración Propia*

Los buques ENSCO DS-3 y DS-5 son gemelos del buque DS-4 al que se le realizó el Reactivation Project, el 3 y el 5 se encuentran ahora mismo en Cold Stack a la espera de un contrato para la compañía ENSCO que haga rentable la reactivación de los buques para volver a funcionar en condiciones normales, mientras que el DS-4 partió en junio con dirección a Nigeria para realizar prospecciones después de haber pasado por un Reactivation Project. <sup>16</sup>

# **6.4 Mantenimiento de motores**

El mantenimiento de motores es un trabajo muy importante realizado en las estancias de las plataformas en el Puerto de Santa Cruz, ya sea para reparaciones puntuales, mantenimiento programados de la maquinaria o para la puesta a punto en los Reactivation Projects. Los mantenimientos programados suelen ser lo más importantes por su amplitud, ya que engloban gran cantidad de trabajos, y reciben el nombre de Overhaul. Según el número de horas que lleve el motor en funcionamiento el Overhaul será medio, aproximadamente a las 12.000 horas, o mayor, aproximadamente 24.000 horas. Hay empresas como Caterpillar que realiza otro tipo de Overhaul llamado Top End entre el medio y el mayor, sobre las 18.000 horas, que consiste en la reparación de la parte alta del motor (culatas, enfriadores, etc.). En cambio, en el medio y en el mayor se trabaja en todo el motor, siendo el mayor el más exhaustivo, de ahí su nombre, ya que en él se desmonta todo el motor para su inspección y para el mantenimiento o reparación de las diferentes partes.

Estos valores de horas para la realización de los Overhails son referencias, los mantenimientos programados siempre dependerán de las indicaciones del fabricante y de las decisiones de las empresas.

También en el mantenimiento de motores se incluyen dos trabajos básicos que son el cambio de aceite y el cambio del agua destilada para refrigeración, pero trasladado a motores marinos que sus capacidades son del orden de miles de litros por motor tanto de aceite como de agua.<sup>17</sup>

# **6.5 Reparaciones**

Algunas reparaciones/trabajos realizados en plataformas o buques perforadores en el Puerto de Santa Cruz:

- Desmontaje, limpieza y montaje de propulsores azimutales de la plataforma habitacional Floatel Reliance por parte de Tenerife Shipyards.

La plataforma dispone de 4 propulsores de 3.352 caballos de potencia y 30 toneladas de peso cada uno utilizadas para su posicionamiento dinámico. Para la extracción de las hélices se llevó a cabo un complicado procedimiento mediante el cual había que garantizar la estanqueidad de la plataforma durante el desmontaje de los propulsores.

16 13

*Ilustración 24 Extracción de propulsor azimutal de la plataforma Floatel Reliance. Dársena de Anaga, Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: tenerifeshipyards.com (Página web)*

- Reparación o sustitución de Drilling Pipes (tubos de perforación) del buque perforador ENSCO DS-7 a cargo de Canarship.

Debido a un nuevo contrato de la compañía ENSCO el buque perforador se dirigió a realizar labores de perforado en las aguas de Costa de Marfil, por ello se le hicieron las reparaciones o sustituciones de los Drilling Pipes para ponerlos a punto para el contrato. <sup>16 13</sup>

*Ilustración 25 Drilling Pipe del buque perforador ENSCO DS-7*



*Fuente: Francisco Bravo de Laguna, empleado en Canarship.*

# **7. Empresas que trabajan en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife**

# **7.1 Hidramar**



Hidramar es una empresa de servicios con sede en Las Palmas de Gran Canaria que también opera en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife a través de su subsidiaria Tenerife Shipyards.

Hidramar fue creada en 1989. Al comienzo la compañía empezó a especializarse en hidráulica. Hasta 2011, Hidramar operaba como una empresa auxiliar, expandiendo la gama de servicios de acuerdo a las necesidades de sus clientes. Es en 2011 cuando Hidramar se convierte en una empresa de reparación naval, contratada directamente por armadores. De 2011 a 2015, la compañía experimenta un crecimiento de sus actividades, transformando sus procesos de producción y adquiriendo un alto grado de especialización en el sector de la reparación naval, así como en el sector Offshore y en el sector Oil & Gas, lo que la conduce a la aprobación como proveedor de todas las principales empresas de este entorno.

En 2015 Hidramar llevo a cabo el proyecto de convertirse en astillero con la intención de ampliar sus servicios.

A través de su subsidiaria, Tenerife Shipyards, participó en la reactivación del ENSCO DS-4.

Instalaciones de Hidramar en el Puerto de la Luz y Las Palmas:

- Instalación de reparación y pruebas hidráulicas
- Área de taller submarino y rectificación de equipos submarinos
- Taller mecánico de precisión
- Taller electro mecánico
- Muelle de reparación

Lista de servicios para plataformas ofertadas por Hidramar:

- Mantenimiento de todos los sistemas Hidráulicos o neumáticos de cualquier tamaño o complejidad. (Grúas, cabrestantes de fondeo y amarre, etc.)
- Diseño e instalación de tuberías de alta y baja presión de cualquier tamaño. (Agua dulce y salada, lastre, contra incendios, etc.)
- Soldadura de casi cualquier tipo de material y procedimiento. (Acero inoxidable, aluminio, etc.)
- Mecánica, reparación industrial y ensamblado. (Motores marinos, propulsores de paso variable, sistema de aire acondicionado, reparaciones de calderas, etc.)
- Servicios de mecanizado. (Taladrado, lijado, afilado, roscado, etc.)
- Inspecciones de todo tipo. (Inspecciones no destructivas, inspección por partículas magnéticas, certificados Gas Free, medición de espesor del caso por ultrasonidos, etc.)

# **7.2 Tenerife**

## **Shipyards**



Tenerife Shipyards es una compañía de servicios que pertenece a Hidramar y está situada en la Dársena del Este, Puerto de Santa Cruz de Tenerife. La empresa ofrece servicios y asistencia técnica al sector naval.

Fue una de las empresas contratadas por Canarship para la puesta a punto en el Reactivation Project del ENSCO DS-4. También se encargó de las reparaciones realizadas en los propulsores de la plataforma Floatel Reliance.

Sus instalaciones se encuentran en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en la primera alineación del Dique del Este, entre ellas se encuentran:

- Edificio de Producción
- Edificio de Tratamientos Superficiales
- Edificio de Mecanizado
- Edificio de Oficinas <sup>13 16</sup>

*Ilustración 26 Instalaciones de Tenerife Shipyards. Dársena del Este, Puerto de Santa Cruz.*



*Fuente: [www.canaryports.es](http://www.canaryports.es) (Página web)*

## **7.3 Canarship**



Canarship es una agencia marítima y operador logístico creada en el año 2000 para proporcionar servicios de logística en los principales puertos españoles. Cuenta con el respaldo de dos grandes corporaciones del sector marítimo (Romeu y Bolloré) gracias al cual se ha convertido en un punto de referencia en el sector logístico.

Canarship cuenta con oficinas en Valencia, Las Palmas, Tarragona, Zaragoza, Vigo, Algeciras, Cádiz y Tenerife. También cuenta con socios estratégicos que les permite ofrecer una red logística completa que opera en todos los continentes.

Compañías que usan los servicios de Canarship:

Líneas Marítimas:

- Evergreen Line
- CMA GGM
- DAL (Deutsche Africa-Linien)
- Marguisa
- Delmas

Compañías petroleras y gasísticas:

- CGG Veritas
- SDV Logistics
- PGS
- Polarcus
- ENSCO

Canarship actúa como consignataria de la compañía ENSCO, siendo una de las empresas clave en el Reactivation Project del ENSCO DS-4, encargándose de los envíos de material para los trabajos a bordo y de la contratación de las compañías encargadas de las diferentes reparaciones realizadas en el DS-4. <sup>15 16</sup>

## Más empresas que trabajan en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife:

- Hamilton y cía: Consignataria, actualmente se encarga de la plataforma West Leo y el buque perforador West Saturn.
- Ferroher: Reparaciones navales e industriales. Se encargó de la realización de Overhauls en varios motores de la plataforma Floatel Reliance.
- Mercaflote: Reparaciones navales e industriales.
- Trident: Trabajos submarinos.
- Subservices: Trabajos submarinos.
- Barloworld Finanzauto. Mantenimiento de motores y distribuidor Caterpillar

# 8. Conclusiones

El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se ha convertido a lo largo de los últimos años en uno de los puntos clave para las navieras con buques perforadores y plataformas para la reparación y mantenimiento de su flota, con ello podemos sacar las siguientes conclusiones:

- El puerto de Santa Cruz cuenta con las instalaciones necesarias para llevar a cabo tanto pequeñas reparaciones como grandes proyectos en las plataformas como son los Reactivation Projects
- Debido a la situación privilegiada en el océano Atlántico y su cercanía con África, el puerto es un destino para plataformas y buques perforadores a la espera de nuevos contratos de perforación que en los últimos años han sufrido un aumento en la costa oeste del continente africano.
- Gracias a lo citado anteriormente el puerto de Santa Cruz está recibiendo grandes beneficios económicos y creando nuevos puestos de trabajo para el creciente mercado de las reparaciones navales en plataformas petrolíferas y buques perforadores.
- Muchas veces las empresas dueñas de las plataformas tienen que valorar como se encuentra el mercado del petróleo y los contratos que les llegan para decidir si poner las plataformas en Warm Stack o en Cold Stack con lo que ello supone, o en cambio realizar un Reactivation Project.
- Las empresas canarias encargadas de los trabajos en las plataformas y buques perforadores cuentan con mano de obra altamente cualificada para la gran mayoría de trabajos y con las instalaciones y equipamiento fundamentales para realizar las reparaciones necesarias sin necesidad de apoyo externo. También hay casos en las que son esenciales empresas extranjeras debido a la alta especialización exigida de algunos proyectos.

# 9. Bibliografía

## Bibliografía

1. AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE. (2009). Los Puertos de Santa de Tenerife: Una Historia en Imágenes.
2. CLUB INTERNACIONAL DEL LIBRO. (2010). Gran Enciclopedia del Mar.

## Webgrafía

3. <http://www.puertosdetenerife.org>
4. <http://www.floatel.se/fleet/floatel-reliance>
5. <http://www.enscoplc.com/global-operations/rig-fleet/default.aspx>
6. <http://www.seadrill.com/our-fleet.aspx>
7. <http://www.canaryports.es/texto-diario/mostrar/715109/perforador-west-saturno-abandona-puerto-palmas-realizar-pruebas-mar>
8. [http://www.academia.edu/7422094/INTRODUCCI%C3%93N\\_A\\_LAS\\_PLATAFORMAS\\_OFFSHORE](http://www.academia.edu/7422094/INTRODUCCI%C3%93N_A_LAS_PLATAFORMAS_OFFSHORE)
9. <http://www.lacomunidadpetrolera.com/forumdisplay.php/70-Glosario-Petrolero>
10. <https://vadebarcos.net/2015/01/10/buques-perforacion-discoverer-enterprise-drillship/>
11. <http://oilpro.com/post/18546/warm-stack-vs-cold-stack-may-wrong-question>
12. [http://www.monitor-systems-engineering.com/marking\\_monitoring\\_systems\\_stacked\\_rigs.html](http://www.monitor-systems-engineering.com/marking_monitoring_systems_stacked_rigs.html)
13. <https://www.tenerifeshipyards.com/>
14. <https://www.hidramar.com/>
15. <http://canarship.eu>

## Otras fuentes consultadas

16. Óscar Mena, consignatario Ensco en la empresa Canarship.
17. Samuel Bonilla, Graduado en Tecnologías Marinas
18. Jacek Binek, OIM/Cpt. Catarina