

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
SECCION DE NAUTICA, MAQUINAS Y RADIOELECTRONICA NAVAL**

**TRABAJO FIN DE GRADO.**

**CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMAS  
PETROLÍFERAS Y UNIDADES OFF-SHORE**

**UNIDADES EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

**LETICIA MARÍA PRIETO LUIS**

**JULIO 2015**

**DIRECTOR/ES**

**JOSÉ AGUSTÍN GONZÁLEZ ALMEIDA**

**JUAN I. GÓMEZ GÓMEZ**



D. José Agustín González Almeida, Profesor Asociado del área de conocimiento de Construcciones Navales, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Leticia María Prieto Luis, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: "CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMAS PETROLÍFERAS Y UNIDADES OFF-SHORE. UNIDADES EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE".

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 17 de julio de 2015.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Agustín González Almeida', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Director del trabajo.



D. Juan Imeldo Gómez Gómez, Profesor Titular del área de conocimiento de Ciencias y técnicas de la Navegación, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Leticia María Prieto Luis, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: "CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLATAFORMAS PETROLÍFERAS Y UNIDADES OFF-SHORE. UNIDADES EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE".

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 17 de julio de 2015.



Fdo.: Juan Imeldo Gómez Gómez.

Director del trabajo.



# ÍNDICE

---

<b>INDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>I</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
<b>2. TIPOS DE PLATAFORMAS .....</b>	<b>11</b>
2.1 PLATAFORMAS FIJAS .....	11
2.2 COMPLIANT TOWERS.....	14
2.3 PLATAFORMAS SEMI-SUMERGIBLES.....	15
2.4 PLATAFORMAS JACK-UP .....	16
2.5 BUQUES DE PERFORACIÓN .....	17
2.6 FPSO, FSO Y FSU.....	19
2.7 PLATAFORMA TENSION-LEG .....	20
2.7.1 SEASTAR .....	21
2.8 SPAR PLATFORMS.....	21
<b>3. REGULACIONES EN EL DISEÑO .....</b>	<b>23</b>
3.1 CÓDIGO “MODU” .....	23
3.2 REGLAMENTOS .....	25
3.2.2 OTROS ESTÁNDARES INTERNACIONALES .....	27
3.3 CERTIFICACIÓN E INSPECCIÓN .....	29
3.3.1 IACS “INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES” .....	29
<b>4. MATERIALES.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EL MEDIO MARINO.....</b>	<b>37</b>
4.1.2 FABRICACIÓN Y SOLDADURA .....	39
4.1.3 MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO .....	41
<b>4.2 ESTRUCTURAS DE CEMENTO PARA EL MEDIO MARINO.....</b>	<b>43</b>

4.2.1 MEZCLAS DE HORMIGÓN Y PROPIEDADES .....	44
4.2.2 BAJA DENSIDAD DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN .....	45
<b>4.3 ESTRUCTURAS HÍBRIDAS .....</b>	<b>45</b>
<b>5. PROYECTOS RELACIONADOS CON RECURSOS .....</b>	<b>47</b>
5.1 ACUERDOS ENTRE EMPRESAS.....	47
5.2 OPERATIVIDAD DE LA PLATAFORMA .....	50
<b>6. FACTORES DE LA ELECCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS PLATAFORMA .....</b>	<b>51</b>
<b>7. CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS CONDEEP .....</b>	<b>55</b>
7.1 CONSTRUCCIÓN EN DIQUE SECO .....	57
7.2 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE .....	57
7.3 REFLOTE (FLOAT-OUT) .....	59
7.4 AMARRE PARA SU CONSTRUCCIÓN .....	59
7.5 CONSTRUCCIÓN .....	60
7.6 CONSTRUCCIÓN DE EJES .....	63
7.7 REMOLQUE A AGUAS PROFUNDAS.....	64
7.8 CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA .....	65
7.9 TRANSPORTE DE LA CUBIERTA.....	65
7.10 INMERSIÓN DE LA SUBESTRUCTURA .....	67
7.11 ACOPLAMIENTO DE LA CUBIERTA .....	68
7.12 CONEXIÓN .....	68
7.13 REMOLQUE AL SITIO DE LA INSTALACIÓN.....	69
7.14 INSTALACIÓN EN EL SITIO .....	70
7.15 INSTALACIÓN DE CONDUCTOS.....	72
<b>8. CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS CONVENCIONALES.....</b>	<b>73</b>
8.2 DESCARGA Y TRANSPORTE .....	76
8.3 PUESTA A FLOTE .....	80
8.3.1 PUESTA A FLOTE CON GRÚA.....	81
8.3.2 DESLIZAR LA ESTRUCTURA.....	81
8.3.3 FLOTABILIDAD.....	83
8.3.4 TIPOS DE LANZAMIENTO .....	85
8.3.5 CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA.....	86
8.4 LEVANTAMIENTO DE JACKETS .....	88
8.5 INSTALACIÓN EN EL FONDO DE MAR.....	91

<b>8.6 INSTALACIÓN DE PILOTES Y CONDUCTOS .....</b>	<b>92</b>
8.6.1 CALIDAD DEL FONDO MARINO .....	95
8.6.2 CONDUCTOS .....	96
<b>8.7 INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA .....</b>	<b>96</b>
<b>9. PLATAFORMAS EN SANTA CRUZ DE TENERIFE .....</b>	<b>99</b>
<b>Nombre del Buque offshore: NOBLE PAUL ROMANO .....</b>	<b>99</b>
Características de la plataforma:.....	101
Historia.....	102
Remolcador .....	102
Propietario .....	102
Bibliografía .....	103
<b>Nombre del Buque offshore: SEDCO 710 .....</b>	<b>105</b>
Características del buque:.....	106
Condiciones de la entrada de la plataforma .....	106
Historia.....	107
Remolcador .....	107
Bibliografía .....	108
<b>Nombre del Buque offshore: GSF ARCTIC I .....</b>	<b>109</b>
Características del buque:.....	110
Historia.....	110
Remolcador .....	111
Propietarios.....	111
Bibliografía .....	112
<b>Nombre del Buque offshore: ENSCO DS-2 .....</b>	<b>113</b>
Características del buque:.....	114
Bibliografía .....	114
<b>Nombre de la plataforma: ENSCO 6000 .....</b>	<b>115</b>
Características de la plataforma:.....	116
Remolcador .....	116
Propietario .....	117
Bibliografía .....	117
<b>Nombre de la plataforma: ENSCO 7500 .....</b>	<b>119</b>
Características de la plataforma:.....	120
Bibliografía .....	120
<b>Nombre del Buque Off-shore: Rowan Renaissance .....</b>	<b>121</b>
Características del buque:.....	122
Seguimiento del sondeo .....	124
Buques de apoyo .....	125
Incidentes.....	125
Propietarios.....	126
Bibliografía .....	126
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>127</b>

<b>11. BIBLIOGRAFÍA DE CONTENIDO.....</b>	<b>129</b>
---	------------

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

---

<i>Ilustración 1. Distintos tipos de plataformas. Fuente: <a href="http://www.petrowiki.org">www.petrowiki.org</a> .....</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 2. Proyecto plataforma convencional. Fuente: <a href="http://www.pinterest.com/davicinpuntocom/infography/">www.pinterest.com/davicinpuntocom/infography/</a>.....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 3. Bosquejo plataforma Condeep. Fuente: <a href="http://www.norskolje.museum.no/modules/module_123/proxy.asp?l=2246&amp;C=230&amp;D=2">www.norskolje.museum.no/modules/module_123/proxy.asp?l=2246&amp;C=230&amp;D=2</a> .....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 4. Proyecto Compliant Tower. Fuente: <a href="http://www.budowle.pl">www.budowle.pl</a>.....</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 5. Plataforma semi-sumergible en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: <a href="http://www.diariodeavisos.com">www.diariodeavisos.com</a>.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 6. Plataforma jack-up. Fuente: <a href="http://www.atmosferis.com">www.atmosferis.com</a> .....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 7. Buque de perforación Rowan Renaissance. Utilizado para realizar los sondeos en aguas Canarias. Fuente: <a href="http://www.elperiodicodelaenergia.com">www.elperiodicodelaenergia.com</a>.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 8. Ilustración de buque FPSO. Fuente: <a href="http://www.bluewater.com/fleet-operations/what-is-an-fps/">www.bluewater.com/fleet-operations/what-is-an-fps/</a>.....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 9. Esquema de plataforma tension-leg. Fuente: <a href="http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/platform-tension-leg.htm">www.globalsecurity.org/military/systems/ship/platform-tension-leg.htm</a> .....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 10. Proyecto de plataforma Spar. Fuente: <a href="http://www.technip.com/en/press/technip-awarded-first-spar-platform-malaysia-kikeh-field">www.technip.com/en/press/technip-awarded-first-spar-platform-malaysia-kikeh-field</a> .....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 11. Código MODU. Código para la construcción y el equipo de unidades móviles de perforación mar adentro, 2009. Edición 2010. Fuente: <a href="http://www.librerianauticasanesteban.com">www.librerianauticasanesteban.com</a> .....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 12. Logo IACS. Fuente: <a href="http://www.iacs.org.uk">www.iacs.org.uk</a>.....</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 13. Logo Det Norse Veritas. Fuente: <a href="http://www.marineturbines.com">www.marineturbines.com</a> .....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 14. Logo Lloyd's Register Marine. Fuente: <a href="http://www.bio-uv.es">www.bio-uv.es</a> .....</i>	<i>32</i>

<i>Ilustración 15. Logo American Bureau of Shipping. Fuente: <a href="http://www.lakeeriershiprepair.com">www.lakeeriershiprepair.com</a> .....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 16. Logo Bureau Veritas. Fuente: <a href="http://www.seacarriers.es">www.seacarriers.es</a> .....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 17. Logo Germanischer Lloyd. Fuente: <a href="http://www.crwflags.com">www.crwflags.com</a> .....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 18. Logo DNV GL. Fuente: <a href="http://www.dnv.dk">www.dnv.dk</a> .....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 19. Disminución del grosor de la placa de acero para la soldadura. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 20. Plataforma Hondo. Se separó en dos mitades mediante grúas para el transporte. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 21. Prototipo estructura de hormigón. Fuente: <a href="http://blogs.larioja.com">blogs.larioja.com</a> .....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 22. Base de la estructura de hormigón en construcción. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 23. Paredes temporales para permitir llevar a cabo el proyecto durante las etapas tempranas a la construcción. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 24. Operarios extendiendo el acero de refuerzo. Fuente: <a href="http://nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS">nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS</a>.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 25. Inicio de la construcción de las cúpulas. Fuente: <a href="http://tectonicablog.com">tectonicablog.com</a>. 62</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 26. Construcción de cúpulas de la plataforma Statfjord B GBS. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 27. Construcción de los ejes de una plataforma Statfjord B. Fuente: <a href="http://nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS">nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS</a>.....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 28. Configuración de remolque para el transporte de la cubierta Statfjord B GBS. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 29. Remolque de Ekofisk (primer depósito de almacenamiento de combustible). Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>69</i>

<i>Ilustración 30. Partes principales de una plataforma convencional. Fuente:</i> <i>www.subctest.com</i> .....	73
<i>Ilustración 31. Elevación de barras mediante grúas a su posición de diseño. Fuente:</i> <i>www.southampton.ac.uk</i> .....	75
<i>Ilustración 32. Fuerzas que actúan en el levantamiento. Fuente:</i> <i>www.southampton.ac.uk</i> .....	76
<i>Ilustración 33. Descarga de un jacket a una barcaza de lanzamiento. Fuente:</i> <i>Construction of Marine and Offshore Structures</i> .....	77
<i>Ilustración 34. Parte superior de la plataforma Cognac. Fuente:</i> <i>www.southampton.ac.uk</i> .....	79
<i>Ilustración 35. Mitad de la plataforma Cognac. Fuente: www.southampton.ac.uk</i> .	79
<i>Ilustración 36. Parte inferior de la plataforma Cognac. Fuente:</i> <i>www.southampton.ac.uk</i> .....	80
<i>Ilustración 37. Levantar jacket con eslingas atadas debajo del centro de gravedad,</i> <i>con uno o dos grúas. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	80
<i>Ilustración 38. Deslizamiento de un jacket por una plataforma de lanzamiento.</i> <i>Fuente: www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg</i> .....	82
<i>Ilustración 39. Jacket a flote. Fuente: Fuente:</i> <i>www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg</i> .....	83
<i>Ilustración 40. Impacto del jacket en la fondo del mar tras la puesta a flote. Fuente:</i> <i>Construction of Marine and Offshore Structures</i> .....	84
<i>Ilustración 41. Dos barcasas de lanzamiento poniendo a flote un jacket de aguas</i> <i>profundas. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures</i> .....	85
<i>Ilustración 42. Lanzamiento del jacket parcialmente auto-flotante. Fuente:</i> <i>Construction of Marine and Offshore Structures</i> .....	86
<i>Ilustración 43. Prototipo de la unión del jacket de la plataforma Hondo. Fuente:</i> <i>www.southampton.ac.uk</i> .....	87

<i>Ilustración 44. Prototipo de union del jacket para la plataforma Cognac. Fuente: <a href="http://www.southampton.ac.uk">www.southampton.ac.uk</a> .....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 45. Levantamiento del jacket de la plataforma Thistle (secuencia de lastrado no mostrada). Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures. ....</i>	<i>90</i>
<i>Ilustración 46. Transporte de pilotes en una barcaza (es la misma barcaza en la que se transportó el jacket). Fuente: <a href="http://www.siemens.com">www.siemens.com</a> .....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 47. Introducción de los pilotes en los orificios. Fuente: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg">www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg</a> .....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 48. Unión entre el pilote y la pierna del jacket. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 49. Plataforma Noble Paul Romano. Fuente: <a href="http://www.offshoreenergytoday.com">www.offshoreenergytoday.com</a> .....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 50. Plataforma SEDCO 710 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: <a href="http://delacontecerportuario.wordpress.com">delacontecerportuario.wordpress.com</a>.....</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 51. Plataforma GSF ARCTIC I en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente propia .....</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 52. Plataforma ENSCO DS-2 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: <a href="http://www.marportactivities.com">www.marportactivities.com</a>.....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 53. Plataforma ENSCO 6000 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente propia .....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 54. Plataforma ENSCO 7500 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente propia .....</i>	<i>119</i>
<i>Ilustración 55. Buque Rowan Renaissance. Fuente: <a href="http://www.diariodeavisos.com">www.diariodeavisos.com</a>.....</i>	<i>121</i>

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

---

<b>FPSO</b>	Floating production, storage and offloading system
<b>FSO</b>	Floating storage and offloading system
<b>FSU</b>	Floating storage unit
<b>TLPS</b>	Tension leg platforms
<b>OMI</b>	Organización Marítima Internacional
<b>SOLAS</b>	“Safety of Life At Sea” Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar
<b>MODU</b>	Mobile Offshore Drilling Unit
<b>DoE</b>	Department of Energy
<b>NPD</b>	Norwegian Petroleum Directorate
<b>IACS</b>	International Association of Classification Societies
<b>ABS</b>	American Bureau of Shipping
<b>VDL</b>	Variable Deck Load
<b>API</b>	American Petroleum Institute
<b>HSE &amp; S</b>	Salud, seguridad, medio ambiente, y seguridad
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>DGPS</b>	Differential Global Positioning System
<b>AISC</b>	American Institute of Steel Construction
<b>Condeep</b>	Concrete Deep Water Structure
<b>GBS</b>	Gravity Base Structure
<b>UOS</b>	United Offshore Support
<b>E &amp; P</b>	Exploración y Producción
<b>BOP</b>	Blow Out Preventer
<b>ROV</b>	Remotely Operated Vehicle



# RESUMEN

---

Actualmente, la economía mundial se basa en el petróleo. Por ello el petróleo y todo lo que le rodea tiene un complejo sistema de funcionamiento. En primer lugar, se debe conseguir los permisos apropiados del país competente, además de los acuerdos entre empresas participantes en la explotación del pozo.

Una vez reunidos todos los requisitos de explotación, se analiza profundamente la zona y se elige la plataforma petrolífera más favorable teniendo en cuenta las características de la misma.

Posteriormente, para la colocación de las plataformas petrolíferas hay que tener en cuenta su principal particularidad, a diferencia de las estructuras que están en tierra o cerca de la costa, no se pueden construir en su ubicación final. Una estructura offshore debe ser construida en un astillero, luego transportada al sitio en el que operará, puesto a flote o elevada, y finalmente instalado. Además en la construcción tienen que considerar las condiciones ambientales y lugar geográfico en las que se encontrarán.

En las características de las plataformas intervienen muchos aspectos que consiguen que las plataformas tengan éxito. Por ello, existen normas internacionales que regulan estos procesos. El uso del material, por ejemplo, está muy estudiado ya que, un error en el espesor de las planchas utilizadas puede provocar el hundimiento de la plataforma. Para prevenir que no ocurran accidentes por el incumplimiento de la normativa, se controlan mediante certificaciones e inspecciones.



## ABSTRACT

---

Currently, the world economy based on oil. The oil and everything that surrounds are a complex system of operation. First, should get country competent appropriate permissions, in addition get agreements between participants exploitation.

When we have all operational requirements, deep scan surroundings and choose the oil rig more favorably for the area.

Subsequently, for placing oil platforms must know, structures offshore or near shore, you can not build in final location. A structure offshore is built in one shipyard, then transported to the site in which it will operate, refloated or hoist, and finally installed. Also in the building they need to consider the environmental conditions and geographic location in which they are found.

Characteristics oil rig platforms involved many aspects that get succeed. Therefore, there are international regulations governing all construction. Use of the material, for example, is studied because by mistake in thickness plates cause sinking of the platforms. To prevent accidents do not occur for breach of the Regulations, they are controlled by certifications and inspections.



# OBJETIVOS

---

Los objetivos perseguidos a la hora de desarrollar este trabajo de fin de grado, son los recogidos a continuación:

- 1
  - Profundizar en los tipos de plataformas existentes
- 2
  - Características los materiales utilizados en la construcción
- 3
  - Normativa en el diseño y en la construcción de plataformas
- 4
  - Indagar en la construcción de plataformas fijas
- 5
  - Conocer las plataformas que llegan al puerto de Santa Cruz de Tenerife



# 1. INTRODUCCIÓN

---

Los océanos dominan la mayor superficie terrestre, consta con más de dos tercios de su superficie, que estabilizan la temperatura para que la vida tal como la conocemos pueda existir. Los océanos han sido, en un principio, una barrera entre países hasta conseguir a lo largo del tiempo ser un puente de culturas y mercancías. El océano es inhóspito, haciéndonos dependientes de bases terrestres de apoyo. Estas bases terrestres son finitas por las que el ser humano innova más la tecnología para acceder a los lugares más inaccesibles y extraer allí los recursos. De este modo, se han construido estructuras de muchos tipos que son capaces de acceder a kilómetros de profundidad.

Estas estructuras llamadas plataformas petrolíferas tienen la función de extraer petróleo y gas natural de los yacimientos del lecho marino y luego será transportado hacia la costa para su uso. Desde el primer pozo de petróleo perforado en el mar fue en Azerbaiyán en 1846, hasta la actualidad se han creado más métodos de extracción. Las plataformas petrolíferas han avanzado en seguridad y en rapidez de instalación y estructuras con otras características como son los propios buques pueden realizar la misma función que una gran plataforma.

Las plataformas fijas que son las primeras utilizadas en alta mar, debido a la cercanía de los pozos a la costa y a la poca profundidad, tienen un proceso de construcción muy laborioso que va a ser investigado en este trabajo. Además de otros aspectos fundamentales que rodean a las plataformas.



# METODOLOGÍA

---

A la hora de desarrollar los contenidos de éste Trabajo de Fin de Grado, en base a los objetivos expuestos anteriormente, decidimos llevar a cabo el siguiente plan de trabajo:

Lo primero que planteamos era conocer los tipos de plataformas petrolíferas y sus características principales. Una vez conocidos, se profundizó en las regulaciones internacionales más importantes que competen en la decisión del diseño, y se realizó una breve reseña de otros que pueden influir.

En la búsqueda de los estándares más importantes de diseño, destacamos la importancia de la certificación e inspección de las plataformas, ya que un visto bueno significa que se han cumplido las normas. Además, destacar la presencia de IACS, esta sociedad de sociedades de clasificación que vela por el cumplimiento de las normas de diseño.

A posteriori se investigarían las características de los materiales utilizados en las estructuras offshore, debido a que los reglamentos nombrados anteriormente hacen hincapié en ello y en su importancia, como es el reglamento API-RP2A respecto al acero.

Otro de los aspectos importantes que se tienen en consideración, son las competencias de empresas en referencia a las plataformas, esto se debe a que se realizó una revisión ante la creciente visita de plataformas a los puertos de Canarias (operando también en sus inmediaciones) y concretamente al Puerto de Santa Cruz de Tenerife; resultando en una gran cantidad de empresas las que intervienen para la explotación de cualquiera de estas unidades.

A partir de ahí, nos interesamos por saber qué tipos de plataformas existen, donde sin duda las plataformas fijas tienen mayor complejidad de construcción debido a que son ancladas al fondo del mar. Se tiene pues en consideración, dos tipos

principales de plataformas, revisando desde los materiales empleados para formar la base hasta la instalación en su ubicación final.

En la búsqueda de información de este trabajo se recopila información técnica de las plataformas que han venido al puerto de Santa Cruz de Tenerife, por la implicación que tienen las mismas para la economía del archipiélago.

## 2. TIPOS DE PLATAFORMAS

---

En el siguiente capítulo, veremos los tipos de plataformas existentes. Si bien existen diversas formas de clasificar las plataformas, hemos realizado una primera división de las mismas atendiendo a los siguientes criterios:

1. Profundidad del fondo marino y
2. Características básicas que las diferencian.

En la clasificación, vemos el avance de la tecnología en las técnicas de extracción empezando por las plataformas fijas.

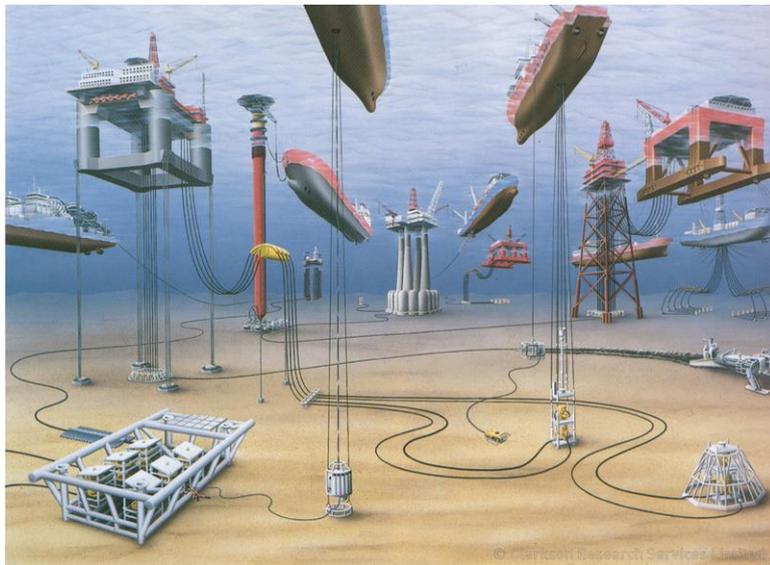


Ilustración 1. Distintos tipos de plataformas. Fuente: [www.petrowiki.org](http://www.petrowiki.org)

### 2.1 PLATAFORMAS FIJAS

---

Las plataformas fijas son plataformas construidas sobre enormes patas de hormigón y/o acero ancladas directamente en el fondo del mar, posee en sus cubiertas: espacio para equipos de perforación, instalaciones de producción y alojamientos para la tripulación. Estas plataformas son, debido a su inmovilidad, diseñado para su uso a muy largo plazo. A continuación nombraremos dos tipos de plataformas fijas,

teniendo en cuenta que están ancladas al fondo marino y que su estructura no cede ante los movimientos del agua y del viento: [1]

- **Plataforma convencional:** estructura vertical llamada jacket compuesta por tubos de acero que van desde el fondo del mar hasta más arriba de la línea de flotación. Su método de anclaje son unos pilotes que se aferran al fondo del mar. Este tipo de plataforma puede alcanzar hasta unos 520 metros.



Ilustración 2. Proyecto plataforma convencional. Fuente: [www.pinterest.com/davicinpuntocom/infography/](http://www.pinterest.com/davicinpuntocom/infography/)

- **Plataforma condeep:** estructura de hormigón que se basa en la gravedad para la ubicación en el fondo del mar. Esta plataforma puede almacenar el petróleo en los tanques por debajo de la superficie del mar, estos tanques se utilizan a menudo como una capacidad de flotación, lo que les permite ser construidos cerca de la costa. Respecto a la altura que puede alcanzar, la plataforma Troll Condeep construida en 1995 tiene una altura de 303 metros, es la más alta fabricada.

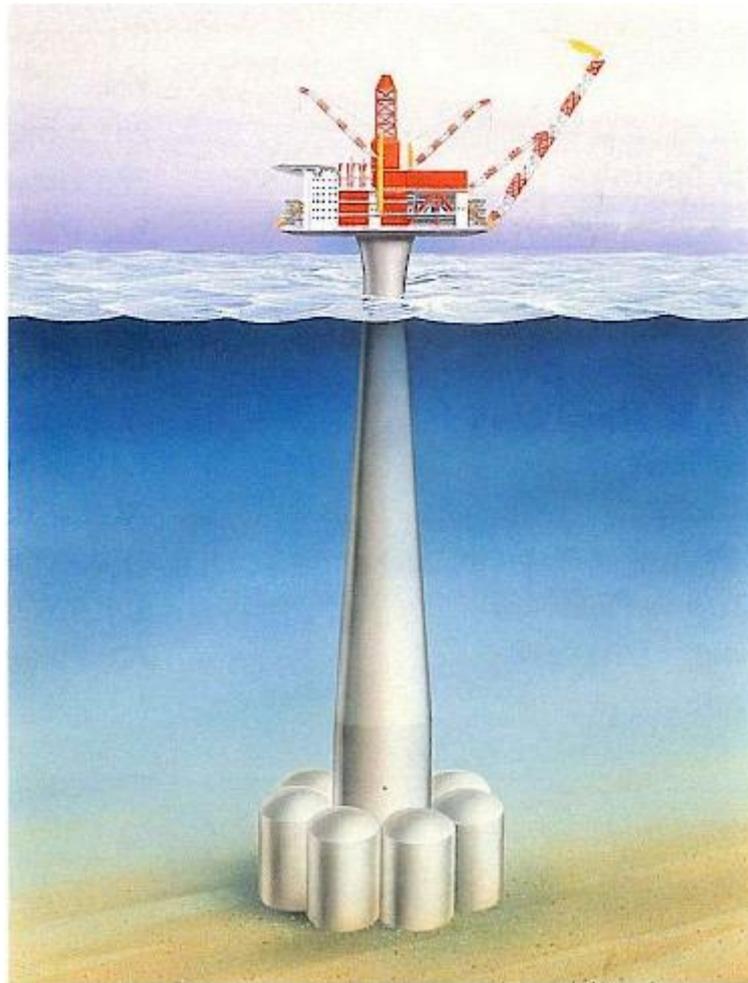


Ilustración 3. Bosquejo plataforma Condeep. Fuente: [www.norskolje.museum.no/modules/module\\_123/proxy.asp?I=2246&C=230&D=2](http://www.norskolje.museum.no/modules/module_123/proxy.asp?I=2246&C=230&D=2)

## 2.2 COMPLIANT TOWERS

---

Son plataformas compuestas por un conjunto de torres flexibles estrechas que soporta operaciones de perforación y producción. Estas plataformas están diseñadas para soportar las fuerzas laterales significativas, y se utilizan normalmente en profundidades que van desde 450 a 900 m.

Son similares a las plataformas fijas en que tienen una camisa tubular de acero que se utiliza para apoyar las instalaciones de superficie. A diferencia de las plataformas fijas, las torres ceden a los movimientos del agua y el viento de una manera similar a las estructuras flotantes. Los jackets de este tipo de plataforma tienen dimensiones más pequeñas que las de una plataforma fija y puede consistir en dos o más secciones. Una vez que la torre inferior está fijada al fondo del mar, actúa como una base para instalar el jacket y la superficie superior. Estas diferencias con una plataforma convencional permiten que estas plataformas lleguen hasta una profundidad de 900 metros. [2]



Ilustración 4. Proyecto Compliant Tower. Fuente: [www.budowle.pl](http://www.budowle.pl)

## 2.3 PLATAFORMAS SEMI-SUMERGIBLES

---

Tienen grandes patas con la suficiente flotabilidad para hacer que la estructura flote, y para que se mantenga la estructura en posición vertical. Las plataformas semi-sumergibles se pueden mover de un lugar a otro; y pueden hundirse más o menos mediante la alteración de la cantidad de agua en los tanques de flotación. Las plataformas están aseguradas generalmente por anclajes de cable durante las operaciones de perforación. Pueden anclarse, aunque también se pueden mantener en un lugar por el uso de propulsores orientables. Las plataformas semi-sumergibles pueden ser utilizadas en profundidades de 180 a 1800 metros.

A veces se refiere como un buque "estabilizado por columnas". Su calado permite que olas choquen al casco afectándole un mínimo de energía. Con la cubierta de trabajo por encima de las crestas de las olas este diseño es una plataforma de trabajo muy capaz en ambientes severos.

Durante el diseño de un semi-sumergible, el análisis de movimiento del casco en relación con las olas rompiendo en la cubierta superior es fundamental. Bajo ninguna circunstancia debe una plataforma semi-sumergible del ser diseñado o tasado para las condiciones ambientales en las que las olas van entrar en contacto con el casco superior. Además, deben ser analizados los límites superiores de movimiento en el que las tripulaciones y equipos pueden operar con balance, cabeceo, balanceo, guiñada y sobretensiones. [3]



Ilustración 5. Plataforma semi-sumergible en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: [www.diariodeavisos.com](http://www.diariodeavisos.com)

## 2.4 PLATAFORMAS JACK-UP

---

Las plataformas Jack-up o también conocidas como plataformas autoelevables, pueden ser elevadas por encima del nivel del mar, mediante la fuerza de sus patas. Estas plataformas, utilizadas en profundidades relativamente bajas, están diseñadas para moverse de un lugar a otro, y luego anclarse mediante el accionamiento de las patas. Esta estructura se transporta en buques semi-sumergibles hasta su ubicación final.

La principal ventaja del diseño jackup es que es una plataforma estable y con un relativo movimiento libre en la posición de perforación. A pesar de que originalmente fueron diseñados para operar en aguas muy poco profundas, algunas unidades más nuevas, como el "ultra-harshenvironment" Maersk MSC C170-150 MC, es enorme y puede funcionar a 170 metros. Las "patas" de esta plataforma miden 205 metros de longitud, y un VDL<sup>1</sup> de 10.000 toneladas.

El espacio de aire o la distancia desde el nivel medio del agua a la parte inferior del casco mientras la unidad está en funcionamiento, es un tema crítico. La parte inferior del casco debe tener un espacio de aire lo suficientemente grande para que la cresta de la ola más grande no golpee en el casco y provoque la vuelta a la plataforma. Este espacio de aire por lo general son de 10 a 15 metros. [4]

---

<sup>1</sup> VDL: Carga de cubierta variable, se refiere a la capacidad de carga de una plataforma petrolífera. Es una medida del peso muerto (consumibles y producto extraído) que la plataforma puede contener.



Ilustración 6. Plataforma jack-up. Fuente: [www.atmosferis.com](http://www.atmosferis.com)

El jackup es el tipo de plataforma que se selecciona en ciertas profundidades de agua debido a su:

- Plataforma de trabajo estable
- Costos de movilización relativamente baratos
- Disponibilidad

## **2.5 BUQUES DE PERFORACIÓN**

---

Los buques de perforación son embarcaciones marítimas que han sido equipadas con aparatos de perforación. Se utiliza con mayor frecuencia para la perforación exploratoria de nuevos pozos de petróleo o de gas en aguas profundas, pero también puede ser utilizado para la perforación científica. A menudo se basa en un casco de buque tanque modificado y equipado con un sistema de posicionamiento dinámico para mantener su posición sobre el pozo.

Las actividades offshore se han trasladado a aguas cada vez más profundas, han sido necesarios nuevos tipos de unidades de perforación para hacer frente a las condiciones que se encuentran en estos lugares.

Los buques de perforación ultra-profundas son el resultado de las unidades con Posicionamiento Dinámico de segunda generación construido a mediados o finales de 1970. Estas unidades proporcionan avances tecnológicos que dieron lugar a unidades nuevas.

Las unidades más nuevas cuentan con un sistema de seguridad "D3" nominal. En otras palabras, si cualquier componente del sistema falla, otro se inicia inmediatamente en línea; y si luego este sistema falla, el tercer sistema se pone en línea. Este enfoque es un esfuerzo para aumentar la fiabilidad del sistema.

El atractivo de estas unidades ultra-profundas, es la profundidad que pueden alcanzar. Estas unidades suelen costar más de \$ 400.000.000. Es un método de perforación novedoso en comparación con los demás y se ha demostrado que puede alcanzar unas profundidades de 3.650 metros y capacidad de perforación de más de 12.000 m de profundidad, esto no se imaginaba en los comienzos de las perforaciones offshore.



Ilustración 7. Buque de perforación Rowan Renaissance. Utilizado para realizar los sondeos en aguas Canarias.  
Fuente: [www.elperiodicodelaenergia.com](http://www.elperiodicodelaenergia.com)

## 2.6 FPSO, FSO Y FSU

---

FPSO (Floating Production, Storage, and Off-Loading System), FSO (Floating Storage and Off-Loading System) y FSU (Floating Storage Unit) son grandes buques que funcionan como sistemas de producción flotantes, equipados con instalaciones de procesamiento y amarrados en un lugar por un largo período. Los principales tipos de sistemas de producción flotantes son:

- **FPSO:** producción, almacenamiento y descarga de sistema flotante
- **FSO:** almacenamiento flotante y el sistema de la descarga
- **FSU:** unidad flotante de almacenamiento.

FPSO y FSO se han convertido en el método principal para muchas regiones de petróleo y gas costa a fuera produciendo en todo el mundo.

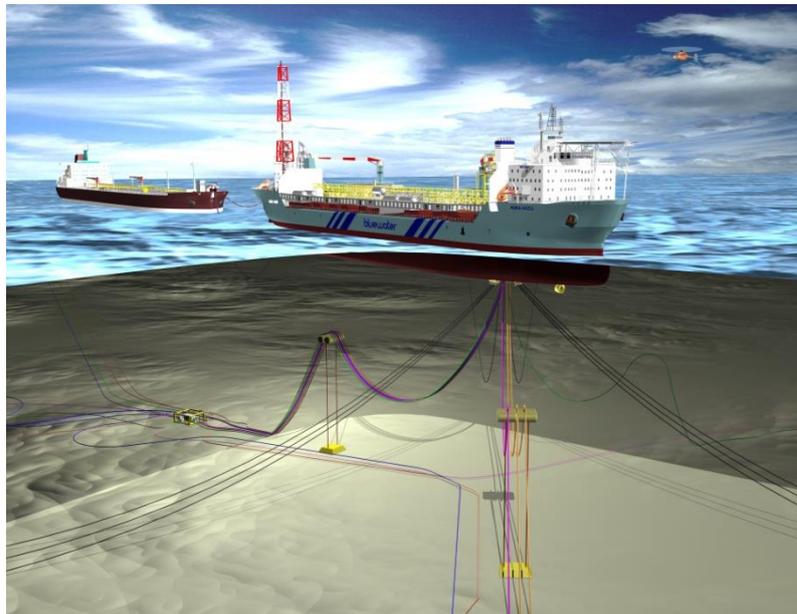


Ilustración 8. Ilustración de buque FPSO. Fuente: [www.bluewater.com/fleet-operations/what-is-an-fpso/](http://www.bluewater.com/fleet-operations/what-is-an-fps/)

FPSO es un sistema de producción flotante que recibe líquidos (petróleo crudo, agua y otros productos) de un depósito submarino. La mayoría de los FPSO son anclados. En aguas más tranquilas el amarre amplio es a menudo suficiente. En entornos en los que se producen los ciclones o huracanes, se recurren a sistemas

de amarre desconectables para que el buque pueda ser sacado del camino de la tormenta y se reemplaza cuando la tormenta haya pasado. FPSO puede ser una conversión de un petrolero o puede ser un barco construido especialmente para este cometido.

Con los años, los sistemas de amarre avanzados, así como avances en equipos submarinos han hecho su uso más popular en aguas más profundas. En la actualidad, aproximadamente 160 FPSO y 100 FSO están en funcionamiento en todo el mundo. [5]

## **2.7 PLATAFORMA TENSION-LEG**

---

Son plataformas flotantes amarradas al fondo del mar de tal manera que elimina el mayor movimiento vertical de la estructura. TLPS se utilizan en profundidades de agua de hasta unos 2.000 m. Estos utilizan líneas de anclaje verticales unidos a grandes pesos o pilotes submarinos para tirar de la plataforma hacia abajo, un poco por debajo del nivel en el que normalmente flotan. Al tirar de la plataforma hacia abajo, se crea una gran fuerza de flotación que ayuda a mantener estable el recipiente. Las líneas en tensión en alta mar, se compone por una pluralidad de tendones alargados que sujetan el casco al fondo del océano. El casco está configurado para minimizar las cargas en los tendones. Los tendones están dispuestos en grupos desde el cuerpo del casco para resistir cargas de vuelco de la plataforma y prevenir los movimientos de la plataforma.

Los pozos se perforan antes de la instalación del casco utilizando maquinaria de perforación. Después de la instalación de la plataforma, todas las operaciones necesarias en los pozos se llevan a cabo de forma autónoma desde la plataforma. [6]

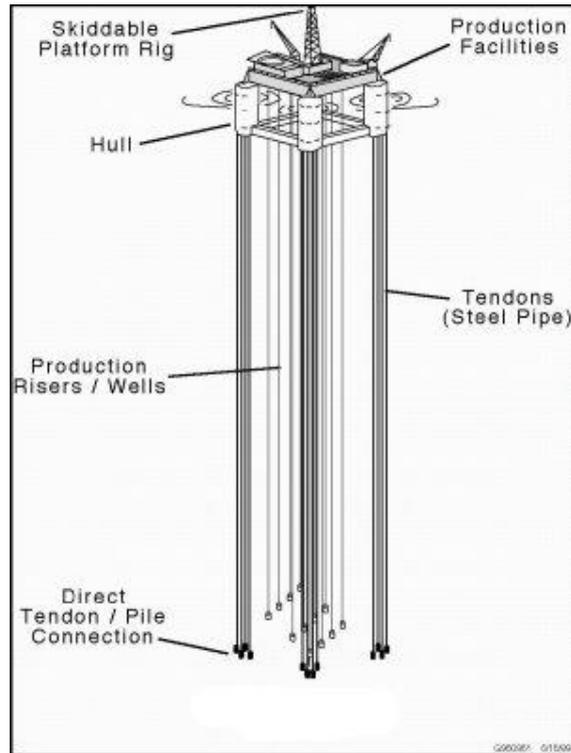


Ilustración 9. Esquema de plataforma tensión-leg. Fuente: [www.globalsecurity.org/military/systems/ship/platform-tension-leg.htm](http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/platform-tension-leg.htm)

### 2.7.1 SEASTAR

Podemos destacar dentro de las plataformas Tension-leg Platforms las plataformas Seastar. Son de costo relativamente bajo, que se utilizan en profundidades de 200 a 1.100 m. Se caracterizan por tener en su base forma de estrella. También pueden ser utilizados como plataformas de servicios públicos, por satélite o de producción temprana para descubrimientos en aguas profundas más grandes.

El tamaño relativamente pequeño del Seastar y su bajo coste son ventajas importantes.

### 2.8 SPAR PLATFORMS

Una plataforma SPAR es un cajón de gran calado flotante, tiene forma cilíndrica y es hueca similar a una boya muy grande. Sus cuatro sistemas principales son casco, amarres, superestructuras y elevadores. El mástil se basa en un sistema de amarre

tradicional hasta el fondo para mantener su posición. Alrededor del 90 por ciento de la estructura está bajo el agua. El diseño SPAR ahora está siendo utilizado para la perforación, producción, o ambos. Tiene una capacidad de profundidad de 3.050 metros.

Son plataformas amarradas al fondo del mar como el TLP, pero mientras que el TLP tiene fijadores verticales, este tipo de plataformas tiene líneas de amarre más convencionales. Los mástiles se han diseñado en tres configuraciones:

- **"Classic SPAR"**: una sola pieza del casco cilíndrico "convencional".
- **"Truss SPAR"**: la sección del medio se compone de elementos que conecta el casco flotante superior (llamado un depósito duro) con el depósito inferior que contiene lastre permanente
- **"Cell SPAR"**: se construye a partir de múltiples cilindros verticales.

Tiene más estabilidad que un TLP debido a un gran contrapeso en la parte inferior. Hay que destacar que no depende del amarre para mantenerlo en posición vertical. También tiene la capacidad de moverse en el campo petrolero. [7]



Ilustración 10. Proyecto de plataforma Spar. Fuente: [www.technip.com/en/press/technip-awarded-first-spar-platform-malaysia-kikeh-field](http://www.technip.com/en/press/technip-awarded-first-spar-platform-malaysia-kikeh-field)

## 3. REGULACIONES EN EL DISEÑO

---

Como todo, el diseño también en alta mar está normalizado con una gran variedad de regulaciones. Los diseñadores de barco recurren a las normas de la OMI y a las Reglas del Convenio SOLAS en sus proyectos de diseño; en el caso de las estructuras offshore también hay una serie de regulaciones que tienen que ser consideradas.

### 3.1 CÓDIGO “MODU”

---

Los diversos códigos en alta mar guían al diseñador en las mismas áreas que en el diseño de la nave. La OMI tiene una guía particular para los diseños offshore: Código MODU “Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Unit” (Código para la construcción y el equipo de la unidad móvil de perforación mar adentro)

Código MODU, cuya primera publicación fue en 1989, se escribió para dar una norma internacional para las unidades de perforación de nueva construcción. Esto simplifica el movimiento internacional, el funcionamiento de las estructuras y garantiza un nivel de seguridad adecuado para estructuras y para el personal de a bordo, equivalente a la exigida por el Convenio (OMI Código MODU 2009, preámbulo).

El propósito del Código es establecer normas internacionales para las unidades móviles de perforación mar adentro de nueva construcción, recomienda criterios de proyecto, normas de construcción y otras medidas de seguridad para las unidades móviles de perforación mar adentro de manera que se minimice el riesgo para dichas unidades, el personal de a bordo y el medio ambiente.

La última edición publicada fue el Código MODU 2009 es equivalente al Convenio SOLAS de 1974 y el Protocolo de 1988 relativo al Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966.

Las estructuras offshore construidas antes del 1 de enero de 2012, aplicarán las disposiciones del Código MODU 1989.

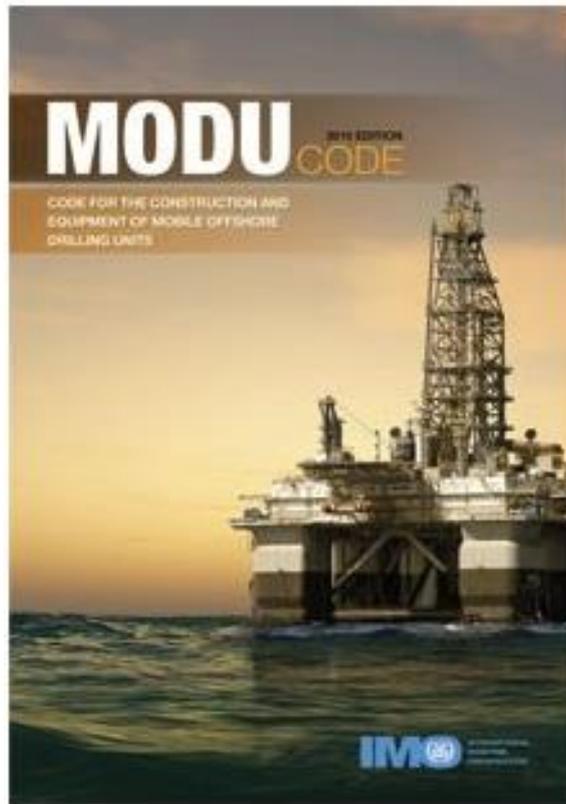


Ilustración 11. Código MODU. Código para la construcción y el equipo de unidades móviles de perforación mar adentro, 2009. Edición 2010. Fuente: [www.librerianauticasanesteban.com](http://www.librerianauticasanesteban.com)

Esta última publicación del Código MODU es una inspección y actualización de Código MODU de 1989.

Esta publicación incluye los siguientes capítulos:

- **Capítulo 1.** Generalidades.
- **Capítulo 2.** Construcción, resistencia y materiales.
- **Capítulo 3.** Compartimentado, estabilidad y francobordo.
- **Capítulo 4.** Instalaciones de máquinas para todos los tipos de unidades.

- **Capítulo 5.** Instalaciones eléctricas para todos los tipos de unidades.
- **Capítulo 6.** Instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas en áreas potencialmente peligrosas para todos los tipos de unidades.
- **Capítulo 7.** Instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas para las unidades autopropulsadas.
- **Capítulo 8.** Espacios de máquinas sin dotación permanente para todos los tipos de unidades.
- **Capítulo 9.** Seguridad contra incendios.
- **Capítulo 10.** Dispositivos y equipo de salvamento.
- **Capítulo 11.** Radiocomunicaciones y navegación.
- **Capítulo 12.** Dispositivos de izada y transbordo de personal y de prácticos.
- **Capítulo 13.** Instalaciones para helicópteros.
- **Capítulo 14.** Operaciones [8]

## 3.2 REGLAMENTOS

---

El diseño estructural de una plataforma ha de cumplir ciertas directrices específicas. El reglamento principal de ámbito mundial es el API- RP2A. Las reglas de Lloyds y las reglas DnV también son importantes. [9]

Dependiendo de la ubicación, han de cumplir requisitos estatales específicos; como por ejemplo, los contenidos en las Reglas del DoE y NPD. [10]

### 3.2.1 API RP 2A

---

API RP 2A es un reglamento de ámbito mundial, estas siglas significan American Petroleum Institute Recommended Practice 2A. Este reglamento es una guía para aquellos que están preocupados por la planificación, diseño y la construcción de nuevas plataformas fijas y para la reubicación de las plataformas existentes que se utilizan para la perforación, el desarrollo y almacenamiento de hidrocarburos en áreas de alta mar.

La publicación de API RP 2A representa un importante acontecimiento por varias maneras. Presenta una base técnica para construir, y un foro establecido para que la industria se reúna y debata cuestiones. Además, este reglamento se caracteriza por el nivel de detalle técnico que refleja el desarrollo de la tecnología de la industria en general. Para gestionar estos cambios, se estableció un proceso de actualización sistemático y muy afectivo que llevó a un gran número de actualizaciones; actualmente contamos con la edición nº 22.

También, se utilizarán estas directrices en conjunto con 2SIM API (Recommended Practice for Structural Integrity Management) para la evaluación de las plataformas existentes en el caso de que sea necesario hacer una determinación de la aptitud para el propósito de la estructura. [11]

API RP 2A es la guía más conocida de API relacionada con las plataformas petrolíferas, no obstante tiene más recomendaciones como las siguientes:

- **API-RP2G:** Práctica recomendada para el diseño e Instalación de sistemas de tuberías en plataformas petrolíferas.
- **API-RP14C:** Práctica recomendada para el diseño, instalación y pruebas de los sistemas básicos de seguridad de superficie para las plataformas de producción costa a fuera.

- **API-RP 2 FPS 01:** Práctica Recomendada para la planificación, diseño y construcción de sistemas de producción flotantes.

### 3.2.2 OTROS ESTÁNDARES INTERNACIONALES

---

- **API RP-2A WSD:** Planning, designing and constructing fixed offshore platforms.
- **API RP 2L:** Recommended practice for planning, designing, and constructing heliports for fixed offshore platforms.
- **API RP 14 F:** Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Offshore Production Platforms.
- **AISC:** “American Institute of Steel Construction”. Manual de construcción de acero.
- **AWS D1.1:** “American Welding Society”. Código de soldadura para estructuras de acero.
- **AWS-A5.1:** Specification for carbon steel electrodes for shielded metal arc welding.
- **IMCA:** “Instituto mexicano de la construcción en acero”. Manual de construcción en acero.
- **API RP 2X:** Recommended practice for ultrasonic and magnetic examination of offshore structural fabrication and guidelines for qualification of technicians.
- **API SPEC 5L:** Specification for line pipe.
- **API SPEC 2B:** Specification for the Fabrication of Structural Steel Pipe.

- **ASTM A 6/A 6M-04A:** Standard for specification for general requirements for rolled structural steel BARS, PLATES, SHAPES AND SHEET PILING.
- **ASTM A 307-04:** Standard for specification for carbon steel bolts and nuts 60 000 psi tensile strength.
- **ASTM A 325-04B:** Standard for specification for structural bolts, steel, head treated 120/105 ksi minimum.
- **ASTM D 624-00:** Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers.
- **NFPA 10:** Standard for portable fire extinguishers.
- **NFPA 14:** Standard for the installation of standpipe and hose systems.
- **NFPA 15:** Standard for water spray fixed systems for fire protection.
- **NFPA 20:** Standard for the installation of stationary pumps for fire protection.
- **NFPA 24:** Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances.
- **NFPA 25:** Standard for the inspection, testing, and maintenance of water-based fire protection systems.
- **NFPA 72:** National fire alarm code.
- **NFPA 221:** Standards for fire walls and fire barrier walls.
- **NFPA 1961:** Standard on fire hose.
- **NFPA 1963:** Standard for fire hose connections.

## 3.3 CERTIFICACIÓN E INSPECCIÓN

---

Las autoridades estatales exigen que las entidades evalúen la validez estructural y pronuncien un certificado que lo exprese. Por ello, tienen que ser clasificados por una sociedad de clasificación. El propósito de la clasificación de unidades de perforación es comprobar la resistencia estructural, la integridad del casco, la fiabilidad y la función de todos equipos y acondicionamientos. Las sociedades de clasificación son de propiedad privada y normalmente tienen un objetivo que obtener. Las sociedades de clasificación trabajan en estrecha colaboración con empresas de diseño y gobiernos.

### 3.3.1 IACS “INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES”

---

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), es una organización de base técnica compuesta por doce sociedades de clasificación con sede en Londres.



Ilustración 12. Logo IACS. Fuente: [www.iacs.org.uk](http://www.iacs.org.uk)

IACS proporciona un foro en el que las sociedades miembros pueden discutir, la investigación y la adopción de criterios técnicos que mejoran la seguridad marítima.

Aunque IACS es una organización no gubernamental, también desempeña un papel en la Organización Marítima Internacional (OMI), para los que el IACS proporciona apoyo técnico y orientación y se desarrolla interpretaciones unificadas de las disposiciones legales internacionales desarrolladas por los Estados Miembros de la OMI. Una vez aprobadas, estas interpretaciones son aplicadas por cada sociedad miembro de la IACS. [12]

Los miembros de IACS son:

- Lloyd's Register (LR)
- Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL)
- Bureau Veritas (BV)
- American Bureau of Shipping (ABS)
- China Classification Society (CCS)
- Croatian Register of Shipping (CRS)
- Indian Register of Shipping (IRS)
- Korean Register of Shipping (KR)
- Nippon Kaiji Kyokai (NK/Class NK)
- Polish Register of Shipping (PRS)
- Registro Italiano Navale (RINA)
- Russian Maritime Register of Shipping (RS)

A continuación, las sociedades de clasificación más importantes:

## ***DNV (Det Norske Veritas)***



Ilustración 13. Logo Det Norse Veritas. Fuente: [www.marineturbines.com](http://www.marineturbines.com)

DNV es una fundación independiente con el propósito de salvaguardar la vida, la propiedad y el medio ambiente. Desde 1864 inspecciona y evalúa las condiciones técnicas de los buques mercantes. El principal objetivo es identificar, evaluar y asesorar la forma correcta de gestionar el riesgo. A modo de ejemplo, asesora sobre la mejor manera de prevenir el envejecimiento de una plataforma petrolera.

La certificación del sistema de gestión y responsabilidad corporativa son unas de sus responsabilidades y puede ser aplicado con éxito en cualquier industria, no obstante la industria marítima y la del petróleo, gas y energía son dos de las principales industrias con las que trabaja. [13]

## ***Lloyds Register of Shipping (LRS)***



Ilustración 14. Logo Lloyd's Register Marine. Fuente: [www.bio-uv.es](http://www.bio-uv.es)

Lloyd's Register es la primera y más antigua sociedad de clasificación, actualmente incluye la certificación, validación, verificación y formación, cuenta con el reconocimiento de más de 50 organismos de acreditación.

Históricamente, Lloyd's Register of Shipping, era una organización exclusivamente de ámbito marítimo. A finales del siglo XX la compañía se diversificó en otros sectores.

Al igual que la famosa compañía de seguros: Lloyd's of London, Lloyd's Register se crea en la cafetería londinense del siglo XVII frecuentada por mercaderes, agentes de seguros y armadores, todos ellos unidos por sus intereses. El propietario Edward Lloyd, inventó un sistema de intercambiar información circulando una hoja informativa con las noticias que recibía. En 1760, la «sociedad de registro» se formó con los clientes de la cafetería.

Aparte de esta conexión histórica, Lloyd's Register no tiene ninguna otra relación con la agencia de seguros Lloyd's of London.

## ***American Bureau of Shipping***



Ilustración15. Logo American Bureau of Shipping. Fuente: [www.lakeerishiprepair.com](http://www.lakeerishiprepair.com)

Desde su fundación en 1862, la American Bureau of Shipping (ABS), una corporación sin ánimo de lucro, se ha comprometido con el establecimiento de normas para la seguridad y la excelencia como una de las principales sociedades de clasificación de buques del mundo.

La misión de ABS es cubrir las necesidades de sus socios y clientes mediante la promoción de la seguridad de vidas y bienes y la preservación del entorno natural.

Como reseña histórica, hay que destacar que esta corporación certificó el buen estado al petrolero Prestige cuyo naufragio causó una catástrofe medioambiental en España, Portugal y Francia en 2002, la empresa ABS fue demandada por España a través de la vía civil en EE.UU., y por lo penal en España por la plataforma ciudadana Nunca Más.

Los inspectores, ingenieros, investigadores y especialistas de regulación que forman el equipo de trabajo ABS en más de 200 oficinas en 70 países de todo el mundo, proporcionan servicios de clasificación. [14]

## **Bureau Veritas**



Ilustración 16. Logo Bureau Veritas. Fuente: [www.seacarriers.es](http://www.seacarriers.es)

Bureau Veritas es líder en ensayo, inspección y certificación. Fundada en Amberes en 1828, en lo que hoy es Bélgica, la Oficina de Información de Seguros Marítimo tenía como misión dar a los suscriptores información del estado de los buques y sus equipos.

Bureau Veritas ofrece soluciones innovadoras que van más allá del cumplimiento de las regulaciones y norma: reducir riesgos, mejorando el rendimiento y la promoción del desarrollo sostenible. [15]

## **Germanischer Lloyd**



Ilustración 17. Logo Germanischer Lloyd. Fuente: [www.crwflags.com](http://www.crwflags.com)

Germanischer Lloyd es una sociedad de clasificación fundada en la ciudad de Hamburgo, Alemania. Sus servicios incluyen la consultoría de diseño, evaluaciones de rendimiento energético, gestión de proyectos, permisos y más trabajos relacionados con las energías renovables.

Como una organización técnica de supervisión Germanischer Lloyd lleva a cabo encuestas de seguridad en más de 7.000 barcos. Sus servicios técnicos y de ingeniería también incluyen la mitigación de riesgos y aseguramiento de la conformidad técnica de petróleo, gas, y de las instalaciones industriales, así como los parques de energía eólica.

En septiembre de 2013, Germanischer Lloyd se fusionó con DNV (Det Norske Veritas) para convertirse DNV GL. La Fundación DNV posee el 63,5 % de DNV GL, mientras Mayfair posee 36.5 %.



Ilustración 18. Logo DNV GL. Fuente: [www.dnv.dk](http://www.dnv.dk)

DNV GL entre otros ámbitos es asesor técnico de la industria global del petróleo y gas. Ofrecen servicios de asesoramiento, gestión del riesgo y la clasificación offshore.



## 4. MATERIALES

---

Los principales materiales para estructuras offshore son el acero y el hormigón. Los compuestos de plásticos son una adición reciente. El fabricante y/o contratista de la construcción es generalmente responsable del control de adquisiciones y de calidad, aunque en algunos casos, sobre todo en el de acero de los conductos, el material básico puede ser comprado por separado por el cliente (operador) y puesto a disposición del constructor. Estos materiales deben soportar un ambiente hostil, con exposición a las muchas acciones corrosivas y erosivas del mar, en condiciones de impacto cíclicas y dinámicas sobre un amplio rango de temperaturas. La fabricación es especialmente crítica, tanto para el acero como para el hormigón con el fin de asegurar que la estructura llevará a cabo correctamente el servicio y soportará las cargas extremas. [16]

El trabajo constante de la plataforma combinada con el ambiente corrosivo tiende a propagar las grietas; por lo tanto, los detalles y la fabricación inadecuada puede convertirse en serios problemas. La fabricación también se hace más difícil debido a los grandes tamaños de estructuras offshore.

### 4.1 ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EL MEDIO MARINO

---

La durabilidad es de primordial importancia en el medio marino. El acero estructural está expuesto a la corrosión externa, tanto generales como picaduras, mientras que la corrosión interna puede ocurrir dentro de los tubos. La corrosión es especialmente grave en las grietas y fracturas. El interior de los tanques de acero pueden sufrir la corrosión de los líquidos almacenados y otras sustancias, como H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) pueden ser liberados de secciones de perforación, lo que lleva a la fragilidad. La tasa de corrosión puede ser amplificada por abrasión la corriente marina, aumento de la temperatura, aumento de oxígeno y presencia de cloruros. La corrosión es mayor en la zona de salpicadura, especialmente cuando la corriente

es alta y la temperatura del agua es baja, ya que el agua fría contiene más oxígeno disuelto. La zona de salpicadura acumula sal debido a la evaporación del agua.

#### 4.1.1 MATERIALES DE ACERO

---

Los materiales de acero se caracterizan por los siguientes parámetros:

- Resistencia mínima de rotura
- Alargamiento mínimo a la rotura
- Tenacidad<sup>2</sup> a bajas temperaturas
- Soldabilidad
- Resistencia a la fatiga<sup>3</sup>
- Composición química
- Resistencia a la corrosión

El Instituto Americano del Petróleo (API), el Instituto Americano de Construcción en Acero (AISC) y Det Norske Veritas (DNV) han preparado documentos con las clasificaciones de materiales de acero, así como limitaciones en su uso.

El contratista es responsable de su adquisición y se preocupa por minimizar los costos de fabricación e instalación, por lo que el constructor está especialmente interesado por las tolerancias en grosor, longitud y soldabilidad. Respecto a las tuberías, el contratista se responsabiliza de la longitud de las mismas, ya que los procesos semi-automatizados a bordo de un buque de tendido de tuberías submarinas no permiten las variaciones de longitud.

---

<sup>2</sup> Tenacidad: capacidad que tiene un metal para absorber energía antes de su rotura o deformación, lo que le permite soportar bien los golpes y tensiones.

<sup>3</sup> Fatiga: se refiere a un fenómeno por el cual la rotura de los materiales bajo cargas dinámicas cíclicas se produce más fácilmente que con cargas estáticas

Los aceros utilizados en las estructuras o componentes que están expuestos a climas fríos debe tener la resistencia necesaria a esas temperaturas. Los materiales para soldadura son igualmente importantes para asegurar la fuerza adecuada y ductilidad<sup>4</sup> en el servicio. El metal de soldadura tiene que ser compatible con el material de base en cuanto a tratamiento de calor y la corrosión. Las pruebas de grietas u otras pruebas de fracturas se realizan normalmente para la selección de los materiales de soldadura.

Pernos de alta resistencia y tuercas utilizados como elementos estructurales, deben tener valores de tenacidad Charpy V, como se requiere para los miembros estructurales de acero que se utilicen.

El ensayo de impacto Charpy, también conocida como la prueba de “Charpy V-notch”, es una prueba de alta velocidad de deformación normalizada que determina la cantidad de energía absorbida por un material durante la fractura. Esta energía absorbida es una medida de tenacidad y actúa como una herramienta para estudiar la secuela de la temperatura. Se aplica en la industria, ya que es fácil de preparar y llevar a cabo. Los resultados se pueden conseguir de forma rápida y barata.

#### **4.1.2 FABRICACIÓN Y SOLDADURA**

---

Los procedimientos de soldadura deben tener en cuenta una serie de características para realizar un óptimo trabajo, como son: tipos de acero, diseño de la conjunta, rango de espesor, procesos de soldadura, materiales de soldadura, el precalentamiento/temperatura de trabajo y el tratamiento térmico posterior a la soldadura. Aliviar las tensiones que sufre el material normalmente no se requiere para el rango de espesor utilizado en los jackets que se ubican en ambientes moderados, como el Golfo de México; pero con frecuencia se requiere para las estructuras de las plataformas del Mar del Norte.

---

<sup>4</sup> Ductilidad: propiedad del metal que admite grandes deformaciones mecánicas en frío sin llegar a romperse.

Se eliminan las tensiones de los materiales cuando las estructuras están en lugares fríos ya que por las bajas temperaturas los materiales son más frágiles. Dichas tensiones pueden derivar en deformaciones en las piezas, pero pueden eliminarse mediante un calentando el metal entre 550 y 650°C y manteniendo la temperatura durante 30-120 minutos. Después se refrigera de forma lenta.

Los procedimientos de soldadura se basan en ensayos no destructivos y ensayos mecánicos. Estos últimos incluyen ensayos de tracción, pruebas de flexión, pruebas “Charpy V-notch” y pruebas de dureza. Una macro sección cortada a través de la soldadura debe mostrar un perfil regular. Las grietas y la falta de fusión no son aceptables. Porosidad y escoria son limitadas. La dureza de las uniones soldadas debe ser verificada mediante pruebas.

Ensayos que se pueden realizar que no perjudican al material pueden ser: radiografías rayos X, pruebas de ultrasonido (UT), y pruebas con partículas magnéticas (MP). Tanto la propia soldadura como la zona afectada por el calor deben tener propiedades de tenacidad.

Que las piezas cuadren se debe comprobar antes de soldar. La desalineación entre los miembros paralelos no debe exceder de 10% del espesor o 3 mm. Si el espesor de los miembros colindantes difiere en más de 3 mm, el miembro más grueso debe disminuirse mediante trituración o realizando una pendiente como vemos en la siguiente imagen. Cada fase de soldadura y la soldadura final pasan por la fase de limpiado. Ciertas soldaduras críticas para la resistencia de fatiga pueden ser obligadas a ser pulidas a una curva suave. Esto también reduce la probabilidad de fractura frágil.

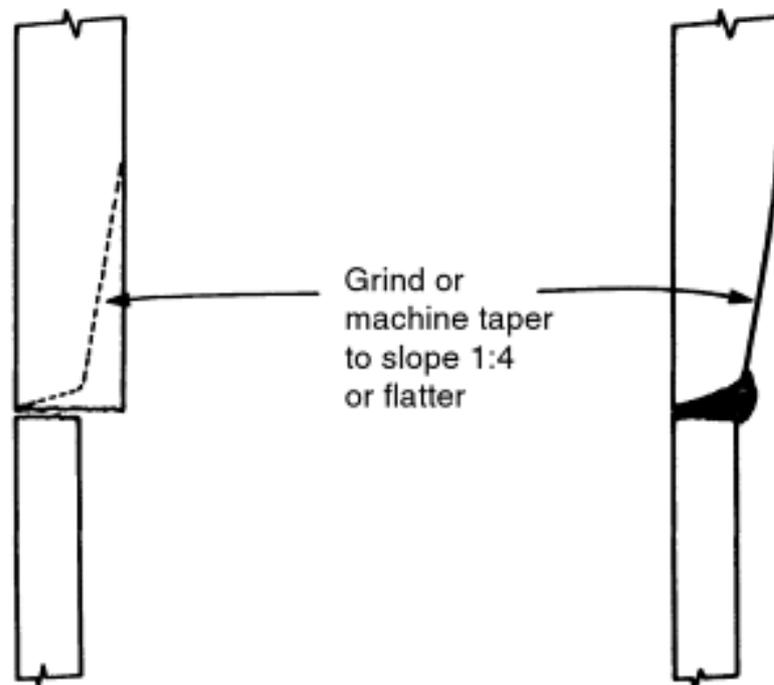


Ilustración 19. Disminución del grosor de la placa de acero para la soldadura. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

### 4.1.3 MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

---

La relación espacial de los elementos estructurales es fundamental para formar estructuras offshore. API-RP2A proporciona tolerancias específicas para la fabricación.

Un láser se utiliza para nivelar y alinear las piezas. El montaje de grandes estructuras significará que los cambios térmicos serán significativos. Las diferencias de temperatura en las zonas de soldadura pueden abarcar de 208°C a 308°C desde antes del amanecer hasta la tarde, y la baja temperatura del resto de la estructura entra en conflicto y resulta en una distorsión significativa (por ejemplo, 30 a 40 mm). En la plataforma Cerveza, los miembros fueron cortados y moldeados acorde a las dimensiones de la estructura por la mañana ya que está frío y luego calentado por el sol del mediodía se suelda.

Las flexiones son también una fuente de dificultades para mantener la estructura en la ubicación correcta. Los desplazamientos de las vigas de arrastre temporales para la construcción deben ser calculados y controlados cuidadosamente. Los jackets se suelen colocar tumbados y luego ruedan por múltiples grúas sobre orugas. Como vemos en la imagen siguiente:

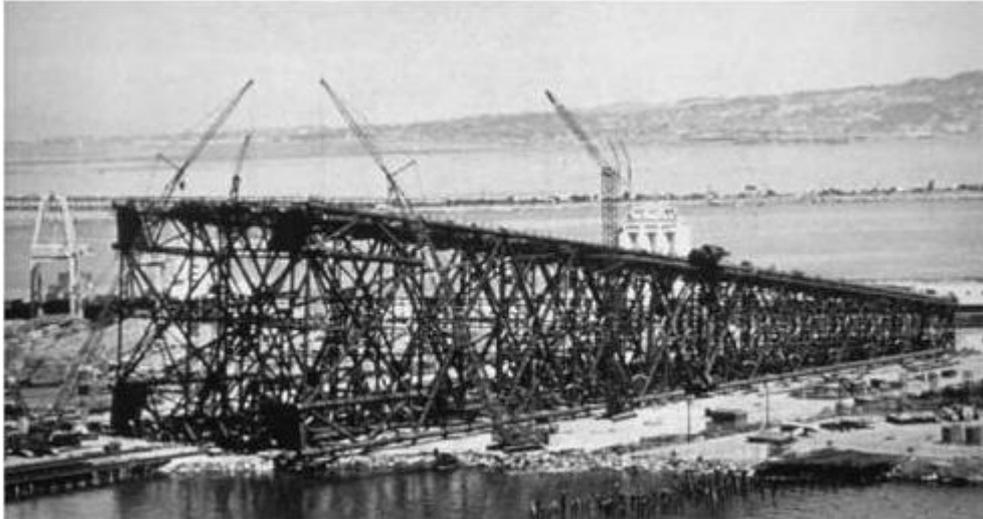


Ilustración 20. Plataforma Hondo. Se separó en dos mitades mediante grúas para el transporte. Fuente: *Construction of Marine and Offshore Structures*.

Debido a las grandes distancias y alturas involucradas, algunas de las grúas caminan con la carga. Coordinar estas operaciones de elevación requiere:

1. Desarrollado minucioso de los diseños tridimensionales
2. Reforzar, igualar los cimientos de las grúas
3. Los operadores tienen que estar capacitados y entrenados
4. Comunicaciones adecuadas
5. Control central

## 4.2 ESTRUCTURAS DE CEMENTO PARA EL MEDIO MARINO

---

Hormigón pretensado<sup>5</sup> y reforzado ha sido utilizado por plataformas en alta mar, principalmente del Mar del Norte. El hormigón actúa como una caja de la gravedad, el cual puede tener un sistema de almacenamiento en alta mar. Recientemente, ha sido diseñada una gran plataforma de hormigón para resistir el impacto de icebergs, así como olas de tormentas del Atlántico Norte en Terranova. Plataformas de producción de petróleo más pequeñas han sido instaladas fuera de Australia y Brasil. El hormigón estructural también se ha utilizado en el Océano Ártico al norte de Alaska y Canadá.

Cajones de hormigón se han utilizado para el rompeolas, malecones, terminales de carga, y los muelles para el atraque de los barcos. El hormigón también se utiliza en conjunción con el acero estructural en diseños híbridos y compuestos.

El hormigón estructural es un material compuesto por cemento pretensado y acero de refuerzo. El hormigón estructural debe ser conforme a los códigos que se exponen. Al igual que en el caso de estructuras de acero en alta mar, las duras condiciones y los requisitos de operación hacen necesario complementar las obligaciones con las prácticas y normas recomendadas para estructuras de hormigón offshore .

El hormigón estructural en su conjunto y sus componentes individuales se debe diseñar para trabajar juntos eficazmente. Debe ser perdurable en el tiempo ya que se encuentra bajo la exposición a la mar y del aire. Se hace hincapié en la calidad del diseño y construcción para que garantice una larga vida útil con un mínimo mantenimiento.

La zona de salpicadura, con su constante humedecimiento y secado, calentamiento y enfriamiento, es la zona más vulnerable a los ataques de agua de mar, mientras

---

<sup>5</sup> Pretensado: tecnología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos intencionadamente a esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio para superar la debilidad estructural del hormigón. Dichos esfuerzos se consiguen mediante barras, alambres o cables de alambres de acero que son tensados y anclados al hormigón.

que la zona sumergida tiene poco riesgo. Las zonas afectadas por la meteorología y por las salpicaduras tienen alta susceptibilidad al cloruro y a la corrosión del acero de refuerzo.

#### **4.2.1 MEZCLAS DE HORMIGÓN Y PROPIEDADES**

---

Para las modernas construcciones offshore, las propiedades deseadas son a menudo complejas, exigentes, y en ocasiones contradictorias hasta cierto punto, por lo que se requiere de una solución óptima. Resistencia a la compresión ha sido el parámetro de control mediante el cual la calidad del hormigón se ha medido.

Resistencia a la tensión, resistencia a la cizalladura<sup>6</sup> y las influencias de la resistencia a la fatiga determina la aparición de grietas.

Cuando se sumerge el hormigón convencional (no pretensado) muestra una reducción de la resistencia a la fatiga, al parecer debido a las altas presiones de poros generados dentro de las micro-grietas.

Afortunadamente, las estructuras de hormigón pretensado de peso normal son todavía completamente adecuadas para profundidades de agua de interés actual. Para mayores profundidades, cargas cíclicas y una mayor resistencia a la abrasión, la adición de micro sílice<sup>7</sup> se ha demostrado ser beneficioso.

La permeabilidad es una propiedad muy importante. La baja permeabilidad al agua de mar y cloruros es deseable para minimizar la aparición de corrosión. La permeabilidad del hormigón se produce principalmente por las fases de agregado de la pasta de cemento, por el contrario, la impermeabilidad se ve reforzada por la adición de cenizas volantes y microsílíce a la mezcla.

---

<sup>6</sup>Cizalladura: Deformación en la que solo intervienen fuerzas tangenciales. Es un corrimiento de las superficies donde están aplicadas las fuerzas.

<sup>7</sup>Micro sílice: es un mineral compuesto de esferas de bióxido de silicio ultrafino, amorfo y cristalino.

### **4.2.2 BAJA DENSIDAD DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN**

---

La estructura de baja densidad del hormigón se basa en el uso de agregados de cerámica tales como arcillas y pizarras para producir agregados de menos de una densidad de 1. Ambos agregados gruesos y finos se producen para hormigón estructural. El hormigón resultante puede ser producido para dar alta resistencia de compresión. El módulo es menor y las propiedades térmicas difieren de las del hormigón convencional.

El hormigón ligero estructural tiene el 100% de árido grueso ligero, mientras que el hormigón de densidad modificado reemplaza sólo el 40 % o menos del agregado grueso.

Las propiedades favorables de hormigón ligero estructural son: baja densidad, muy baja permeabilidad, y menor conductividad térmica. Las pruebas en el mar Báltico demuestran que el agregado de poco peso a la estructura tiene resistencia a la abrasión del hielo igual que la del hormigón convencional.

### **4.3 ESTRUCTURAS HÍBRIDAS**

---

La combinación estructural de acero y hormigón en estructuras offshore se utiliza para aprovechar las ventajas de ambos materiales.

Cada uno trabaja a su manera, pero la conexión debe transmitir fuerzas estructurales de tal manera que preservar su integridad. Ejemplos de híbridos son:

- Superestructuras de acero estructural unidos a subestructuras de hormigón.
- Uso de acero estructural de apoyo y losas de hormigón exteriores.
- El acero funciona como una bisagra que proporciona la unión articulada entre una base de hormigón y de acero.

La principal preocupación de estas estructuras híbridas es la articulación bajo cargas cíclicas y dinámicas. Para asegurar el desempeño exitoso, el acero debe estar pretensado y varios aspectos deben ser considerados.

Debido a que las barras de pretensado son por lo general relativamente cortas, el efecto es poco efectivo. Por esta razón, se han desarrollado barras de pretensado en el que la fijación final se realiza mediante tuercas roscadas o acoplamientos.

La zona de anclaje de las barras de pretensado dentro del hormigón debe ser cuidadosamente detallada para asegurar que el agrietamiento y la progresiva degradación no ocurra alrededor y detrás del anclaje, para este fenómeno, se requiere refuerzo transversal.

## 5. PROYECTOS RELACIONADOS CON RECURSOS

---

Muchos proyectos offshore se relacionan con el desarrollo de un recurso marino, especialmente el petróleo y el gas. Por lo tanto, la concordancia y las relaciones de las partes involucradas ayudarán a constructores en la planificación de sus operaciones.

Para el desarrollo de plataformas offshore de petróleo y gas, los arrendamientos para las áreas de explotación son otorgados por la nación soberana y da la jurisdicción para una compañía petrolera, con posibilidad de pagos, privilegios, impuestos y conducción de las operaciones. Los arrendamientos pueden incluir acuerdos específicos con respecto a las alianzas con otros contratistas, formación y empleo de gente de la zona durante el período de construcción, uso de contratistas locales, fabricantes y proveedores, compra de materiales locales, áreas en las que el trabajo se llevará a cabo, investigación y educación sobre las actividades que van a ser apoyadas. Muchas de las condiciones actúan como restricciones sobre el contratista de la construcción, que pueden ser necesarios para asociarse con un socio local o una empresa nacional.

A modo de ejemplo, las leyes federales de Estados Unidos (como la Ley Jones) prohíben el uso de dragas registradas en el extranjero dentro de las aguas de Estados Unidos y restringen el uso de remolcadores extranjeros.

### 5.1 ACUERDOS ENTRE EMPRESAS

---

A raíz de los acuerdos de arrendamiento, la empresa petrolera llevará a cabo extensas investigaciones geofísicas, incluyendo estudios sísmicos. En este momento también puede realizar perforaciones poco profundas y recopilar información ambiental. La perforación exploratoria se lleva a cabo generalmente por buques de perforación y semisumergibles, son los más utilizados en zonas de aguas profundas.

En el Ártico y en aguas poco profundas, la perforación exploratoria puede llevarse a cabo a partir de estructuras móviles como son los auto-elevables. La compañía del petróleo, habiendo llevado a cabo la exploración geofísica y la perforación exploratoria, puede confirmar un descubrimiento. Ahora se lleva a cabo la perforación restringida para determinar las características del yacimiento. Se deben adecuar instalaciones en tierra para facilitar el trabajo en alta mar.

Se hacen acuerdos de financiación. Durante todo este período, el operador de la petrolera a menudo se habrá reunido con un consorcio de empresas para participar en el proyecto. Estos pueden incluir la compañía nacional de petróleo y de 1 a 20 otras compañías petroleras. Por lo general, aunque no siempre, el operador tiene el mayor porcentaje, excepto cuando es la empresa petrolera nacional. La posición del operador es muy solicitada por las empresas petroleras, ya que confiere el control del proyecto, por lo general con los honorarios sustanciales para cubrir la gestión y los gastos generales. También permite a la empresa desarrollar capacidades avanzadas de gestión de conocimientos y avanzar en la ingeniería de la propia empresa.

Con el proyecto aprobado, el operador aprueba los contratos para la plataforma offshore. En muchos casos estos se dividen en los siguientes segmentos:

- Diseño de la subestructura
- Diseño de las cubiertas
- Fabricación de la subestructura
- Adquisición de equipos de proceso
- Fabricación de cubiertas de la plataforma e instalación de equipos
- Instalación de la plataforma
- Conexión en alta mar adentro

- Realización de la perforación

Varios de estos segmentos se pueden agrupar a un único contratista. Cada vez más, muchas de las funciones anteriores se combinan y forman contratos o “alianzas”. Los contratos de los conductos submarinos se suelen dividir en segmentos como los siguientes:

- Diseño de conductos submarinos
- Obtención del conducto
- Recubrimiento del conducto
- Instalación y apertura de zanjas del conducto

Para supervisar y gestionar una compleja serie de contratos de este tipo, la empresa petrolera que opera podrá crear su propio equipo de gestión o puede contratar a un gerente de construcción. En este último caso, puede integrar su personal en las actividades del gestor de la construcción. La mayoría de las naciones que tienen actividades importantes de petróleo en alta mar en sus zonas económicas han establecido agencias reguladoras para controlar y supervisar su desarrollo.

Estas agencias gubernamentales suelen asignar la responsabilidad de garantizar la seguridad durante el desarrollo y la operación con respecto a lo siguiente:

- Prevención de la contaminación
- Prevención de la pérdida o desperdicio de los recursos
- Prevención de lesiones o muerte del personal que trabajan en o junto con el desarrollo

## 5.2 OPERATIVIDAD DE LA PLATAFORMA

---

Después de la terminación de la plataforma, el desarrollo de la perforación se lleva a cabo desde la plataforma. En muchos casos, la producción comenzará cuando unos pozos se hayan perforado. Cuando los pozos están operando, se deben llevar a cabo reacondicionamientos de vez en cuando con el fin de garantizar el mantenimiento de la productividad de los pozos. La inyección de agua y gas puede mejorar la productividad del pozo. Pozos satelitales submarinos pueden estar vinculados a la plataforma principal. En la plataforma, se deben separar el gas y el petróleo; el agua y la arena adquirida en el proceso deben estar separados también. Antes de devolver el agua o la arena al mar se requiere de un tratamiento antes de la descarga.

El mayor transporte de petróleo y de gas es por conductos a una terminal de tierra. Algunas plataformas de gas se utilizan a bordo para alimentar el funcionamiento de la plataforma. La quema de gas desde la plataforma está generalmente limitada. El petróleo también puede ser enviado en buques tanque. En este caso, un conducto submarino de la plataforma finaliza en una boya de carga para la transferencia directa por medio de un cabezal giratorio al buque tanque.

Durante la vida útil de la plataforma, el mantenimiento debe llevarse a cabo, también reparaciones e incluso modificaciones. Mientras que los contratos para estos servicios son relativamente pequeños, con frecuencia son exigentes en términos de habilidad técnica y equipo especializado.

Cuando el campo ha alcanzado el final de su vida económica, normalmente después de 20-30 años, las regulaciones de la mayoría de los países ofrecen todas las facilidades para eliminar las instalaciones. Los pocillos se tapan, y se retira el equipo de la superestructura. La plataforma está entonces desmontada y retirada.

## 6. FACTORES DE LA ELECCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS PLATAFORMA

---

Teniendo en cuenta los muchos factores complejos involucrados en la operación de una unidad móvil de perforación mar adentro, uno puede preguntarse, ¿Cómo elegir la plataforma de perforación adecuada para el trabajo? La respuesta es que a menudo hay más de un tipo de plataforma que técnicamente puede hacer el trabajo. Una revisión de los temas relacionados mostrará muchos elementos que deben ser considerados.

Los siguientes son algunos elementos importantes que un perforador debe tener en cuenta al seleccionar y operar una estructura offshore:

- La movilización y el sitio de perforación
- Equipamiento y capacidad del equipo
- Equipos submarinos y su gestión
- Intervención y vehículos operados a control remoto
- Tripulaciones y la gestión de los equipos de perforación
- HSE & S (salud, seguridad, medio ambiente , y seguridad)

Para seleccionar la unidad correcta para el trabajo; en primer lugar, el operador se debe tomar el tiempo y el esfuerzo para estar bien informado sobre las unidades móviles de perforación mar adentro, además de los contratistas de perforación, los equipos involucrados, y la relación entre todas las partes (operador, contratista de perforación y terceros).

El operador debe tener en cuenta y obtener todos los permisos, y establecer la logística para: barcos, helicópteros, transporte terrestre, viviendas, automóviles, agentes, almacenes, espacio de oficina, comunicaciones, contratos con terceros,

seguridad, sistema de perforación, agua potable, combustible, suministros locales, etc.

Los requisitos para ubicar la plataforma en un determinado lugar son:

- Rutas de navegación y zonas de paso
- Tuberías
- Condiciones inusuales del suelo
- Fuertes corrientes y/o grandes rangos de mareas
- Requisitos de los gobiernos locales para el uso de mano de obra y/o profesionales nativos
- Restricciones en el uso de los puertos y espacio aéreo
- Zonas de vertido de explosivos militares
- No estar ubicadas en zonas de sobrevuelo

A veces, el tipo de equipo de perforación es obvio, como una plataforma de aguas ultra profundas. Sin embargo, la mayoría de las veces no lo es. Por ello, consideramos características para saber el tipo de estructura offshore que utilizaremos:

- Profundidad de la extracción
- Levantamiento de carga y velocidad
- Lugar de almacenamiento
- VDL (Variable Deck Load)
- Capacidad de perforación

- Condiciones de meteorológicas
- Espacio de la cubierta
- Capacidad de la materia prima

En ocasiones, los operadores utilizan estructuras offshore y equipos de perforación con capacidades inferiores para perforar el pozo con la esperanza de obtener una unidad de bajo costo. Y por otro lado, los operadores recurren a una unidad con un equipamiento muy aventajado, eliminando dispositivos muy capaces que podrían hacer el trabajo correcto a un precio atractivo. En conclusión, se debe solicitar una unidad que haga trabajo con comodidad, sin escatimar en gastos pero sin derrochar.



## 7. CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS CONDEEP

---

Condeep, es la palabra inglesa que denomina a la tipología estructural de plataformas petrolíferas de hormigón para aguas profundas: Condeep. Se trata del sistema GBS (Gravity Base Structure), este sistema fue desarrollado por ingenieros noruegos.

Las plataformas offshore que están diseñadas para ser implantadas debajo del lecho marino generalmente se han construido de hormigón armado y pretensado, pero unos pocos se han construido de acero o de un híbrido de hormigón y acero.

Las plataformas de hormigón casi siempre se construyen verticalmente, lo que permite que gran parte del equipamiento sea instalado en el astillero y luego sea transportado al lugar de instalación. Estas estructuras son generalmente auto-flotantes. Cuando sea necesario, las fuerzas de elevación adicionales pueden ser desarrolladas por los tanques de flotabilidad temporal o por buques especiales de elevación.

Para reducir al mínimo las cargas en la base de la plataforma, estas estructuras tienen una gran base "huella". Al mismo tiempo, para proporcionar flotabilidad, tienen grandes volúmenes cerrados. El deslizamiento es la acción indeseada, pero suele ocurrir, al menos para profundidades de agua de hasta 200 m.

Para transferir la carga al suelo y evitar así el deslizamiento, se emplean las "faldas" y tacos de hormigón o acero, diseñadas para penetrar y así enganchar la superficie por debajo del lecho marino. Estas "faldas" también proporcionan protección a la tubería y contra la erosión. Las "faldas" son típicamente fijadas a la base de la plataforma durante la fabricación.

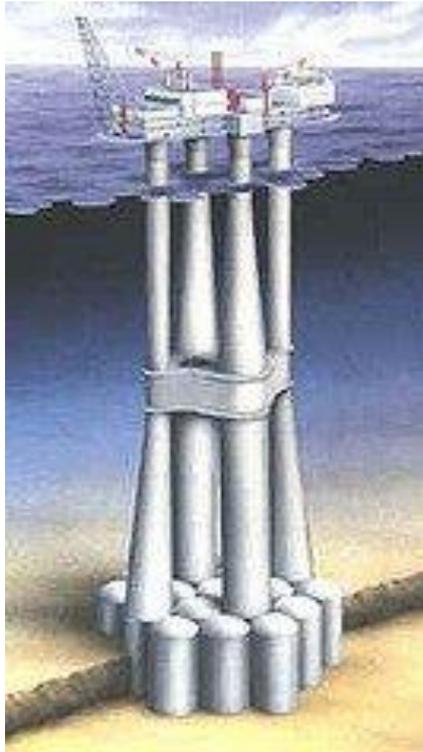


Ilustración 21. Prototipo estructura de hormigón. Fuente: [blogs.larioja.com](http://blogs.larioja.com)

La construcción de una plataforma GBS de hormigón tiene lugar en una secuencia bien definida de etapas. Para cada etapa, hay varios criterios importantes que se deben cumplir:

1. Mientras esté a flote, la estructura debe ser a prueba de agua y con la estabilidad adecuada en todas las etapas de construcción.
2. Las condiciones de carga que actúan sobre la estructura son significativamente diferentes de una etapa a la siguiente. La integridad estructural se debe asegurar en cada etapa.
3. Lastrado y los sistemas de aire comprimido deben ser cuidados y controlados en todas las etapas.

Para satisfacer los criterios anteriores, se hace necesario controlar los pesos y dimensiones con gran cuidado. Estas estructuras son a menudo muy grandes y masivas.

El número de etapas de construcción ha sido abreviado a propósito de dar un patrón general en la construcción. Cada etapa debe analizarse cuidadosamente para asegurarse que se cumplen todos los criterios.

La mayoría de los errores hasta la fecha han sido por la combinación de dos o más etapas para ahorrar esfuerzos.

## **7.1 CONSTRUCCIÓN EN DIQUE SECO**

---

En la etapa 1, la zona debe estar aislada del agua. En una cuenca construida en Queensland, Australia, la puerta inicial era de tablas de acero, apoyadas en arena. Algunas de las tablas habían sido expulsadas de su enclavamiento. Las inundaciones y la posterior reconstrucción del dique, junto con la limpieza, retrasaron el proyecto unos 4 meses.

Diques similares de arena han sido utilizados en los Países Bajos. Los diques utilizados para la construcción de los Condeep en Noruega, han sido tablas de acero respaldados por roca.

La capa que está justo debajo de la estructura base debe estar libre de drenaje; se colocan tuberías perforadas bajo una base de piedra triturada. La superficie en sí puede ser una losa de hormigón, provista de orificios de purga. Esta misma disposición asegura también la presión uniforme de agua que actuará hacia arriba cuando la estructura esté terminada.

## **7.2 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE**

---

Los primeros elementos instalados son las “faldas”, se construyen de acero u hormigón en función de los suelos donde se instalará.

En Stavanger, Noruega, se emplean las faldas de acero. En este último caso, se instalan debajo de la losa de construcción ánodos para protección. El acceso por

parte del personal debe ser considerado. Esto generalmente es proporcionado por "puertas" temporales a través de las faldas. Más tarde, pueden ser reemplazados y se sueldan las "placas de puerta".



Ilustración 22. Base de la estructura de hormigón en construcción. Fuente: [Construction of Marine and Offshore Structures](#).

Con el fin de garantizar un flujo ordenado de materiales y acceso eficiente del personal, estos compartimientos deben estar claramente marcados; de otro modo una parte del tiempo de cualquier trabajador puede ser gastado para buscar la ubicación correcta.

Con la estructura de la base a punto de concluir, los sistemas mecánicos se instalan, principalmente, las tuberías de lastre de agua salada, sistema de inyección, drenaje, ventilación de la "falda" e instrumentación como medidores de tensión en las "faldas".

Una inspección cuidadosa ahora se hace de todos los compartimientos de la "falda" para eliminar los escombros acumulados y los andamios que inevitablemente quedan. Las puertas en las faldas ahora están soldadas. El agua de lastre se bombea dentro de las células para mantener la estructura en su sitio cuando se llene el dique en el que se encuentra y para corroborar la estanqueidad.

### **7.3 REFLOTE (FLOAT-OUT)**

---

Con la estructura lista para flotar, se realizan chequeos de desplazamiento para asegurar que la flotación se puede lograr dentro de las tolerancias de diseño de calado y escora.

Cuando la inundación de la cuenca se ha completado. Se retira el agua de lastre de las células y la base flota.

Si todo está en orden, las puertas que aislaban la zona serán eliminadas. Si las "puertas" se componen de tablas y un dique de roca, esta área también debe ser barrida cuidadosamente para evitar obstrucciones en la salida.

Ayudas a la navegación se han establecido para orientar la salida y para marcar la ruta al sitio de construcción en aguas profundas.

La extracción del dique tiene que ser controlado muy cuidadosamente, porque es muy inestable y por lo tanto sensible a los acontecimientos accidentales. Se montan cabrestantes en las paredes para controlar el movimiento lateral mientras que remolcadores tiran de la base. Dado que las líneas de amarre se pueden atascar, medios contingentes están disponibles para cortar las líneas si es necesario. Se habrá parado el tráfico de barcos en la zona.

Se habrán comprobado reiteradas veces informes meteorológicos, especialmente el viento y las predicciones de marea del lugar de salida.

### **7.4 AMARRE PARA SU CONSTRUCCIÓN**

---

La base está ahora remolcada fuera del dique. Una barcaza ayudará al amarre en las boyas.

El cojín de aire seguirá contenida dentro de las "faldas". La disminución de la flotabilidad se consigue mediante el llenado parcial de las células. El desalojo del

aire debe seguir un procedimiento calculado cuidadosamente para evitar la flexión de la base y la escora. Alternativamente, se puede construir un corto cofferdam sobre las paredes exteriores.

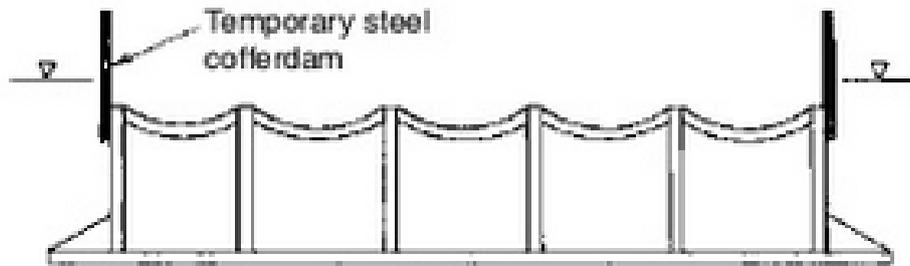


Ilustración 23. Paredes temporales para permitir llevar a cabo el proyecto durante las etapas tempranas a la construcción. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

## 7.5 CONSTRUCCIÓN

---

Las actividades de construcción restantes para la plataforma ahora se llevan a cabo mientras que la estructura está amarrada, pero adecuadamente protegida. Durante este período, la estructura debe ser protegida contra la inundación accidental. Debe haber un examen detallado durante la construcción, ya que temporalmente las cargas desequilibradas se traducirán en tensiones estructurales.

Mientras tanto, tal vez 300.000 kg o más de acero de refuerzo debe ser colocado. Se requieren hasta seis centenares de trabajadores por turno, durante todo el día, durante un máximo de 60 días de operación continua. Hay muchas variantes a este esquema de construcción.



Ilustración 24. Operarios extendiendo el acero de refuerzo. Fuente: [nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS](http://nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS)

Hasta que no se sumerja, el agua provoca que la plataforma patine lateralmente, más o menos sin control. Un método eficaz ha sido desarrollado para prevenir el movimiento, se utiliza de tres a cuatro pasadores que se enganchan y apuntan hacia el fondo marino.

Estos pasadores no se pueden instalar en el dique seco debido a limitaciones de calado, por lo que se bajan y se fijan en la posición del sitio de construcción. El pasador está diseñado para proporcionar resistencia lateral adecuada para el arrastre hidrodinámico durante el desarrollo de la estructura.

Durante esta fase de amarre en aguas profundas, las principales instalaciones de sistemas mecánicos que se llevan a cabo principalmente son tuberías. La experiencia ha demostrado que las instalaciones mecánicas pueden ocupar un largo de tiempo de la construcción. Para minimizar este requisito de tiempo, así como para permitir el montaje más eficiente se recurre a la modularización.

La siguiente sub-etapa es la construcción de la cubierta en forma de cúpula del cajón base. La construcción de este techo abovedado, tal vez de 10.000-20.000 m<sup>2</sup> de superficie, que abarca a más de 15-30 células, a menudo requiere más tiempo en el programa de construcción en comparación a la construcción de las paredes de la base, a pesar de que la cantidad de hormigón es menor.



Ilustración 25. Inicio de la construcción de las cúpulas. Fuente: [tectonicablog.com](http://tectonicablog.com)



Ilustración 26. Construcción de cúpulas de la plataforma Statjord B GBS. Fuente: [Construction of Marine and Offshore Structures](http://Construction of Marine and Offshore Structures).

Se han empleado cúpulas prefabricadas de hormigón, así como las vigas de acero más convencionales y madera contrachapada para ayudar en la construcción.

Una vez terminadas las cúpulas, se cubren a menudo con un metro o menos espesor de hormigón ligero para absorber el impacto de objetos durante las operaciones de perforación y producción.

Las cúpulas cuando están en servicio, están bajo tensión debido a la presión hacia arriba del combustible. El combustible tenderá a encontrar cualquier pequeña grieta o zona permeable a través del cual escapar hacia el mar. Para evitar esto, una membrana de acero se utiliza para proporcionar estanqueidad. Después de que el techo sea terminado y seguro, los soportes temporales se retiran y luego en las grietas que se quedan entre el hormigón y el acero se bombea lechada. Sin embargo, esta última operación requiere mucho cuidado en la ejecución con los puntos de inyección, debido a la sobrepresión local accidental puede causar una nueva fisura.

## 7.6 CONSTRUCCIÓN DE EJES

---

La siguiente etapa es típicamente la construcción de los ejes, que puede ser típicamente de uno a cuatro en número. Estos suelen ser cónicos, con diferentes espesores de pared, haciendo necesario el uso de formas sofisticadas.



Ilustración 27. Construcción de los ejes de una plataforma Statfjord B. Fuente: [nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS](http://nom.nb.no/eng/The-Field/Statfjord-B/Building-the-concrete-GBS)

El gran eje único de la plataforma central Ninian se construyó utilizando segmentos prefabricados de hormigón.

El control de la verticalidad de los pilares durante la construcción es con láser. Normalmente, hay un pesado anillo grande o viga que se construirá en la parte superior de los ejes. Esto puede ser de hormigón armado y pretensado. En cualquier caso, las distancias deben de estar controladas dentro de muy pocos milímetros. Dado que en el momento de la instalación de la cubierta, la estructura estará sumergida, provocando una catástrofe si no está nivelado.

## **7.7 REMOLQUE A AGUAS PROFUNDAS**

---

En esta etapa, la estructura puede ser remolcada a un sitio diferente para colocar las cubiertas, ya que esto requiere una zona de aguas aún más profundas que el lugar de la instalación final. La estructura seguirá flotando con la línea de flotación en la parte superior de la base. Dado que el remolque será parcial o totalmente dentro de las aguas, los barcos remolcan con cabos cortos de remolque. Por desgracia, el empuje de las hélices reaccionará en contra de la estructura de base y la velocidad de avance se reduce significativamente. En el caso de la plataforma Statflord B, el remolque tuvo que ser abortado y reorganizado. El uso de dos remolcadores de empuje luego resultó ser mucho más eficaz.

El control de la estructura dentro de estrechos canales se ha llevado efectivamente a cabo por tener uno o más barcos, barcos auxiliares en cada lado, y/o bien remolcadores de empuje en la popa o pequeños remolcadores encabezando la dirección opuesta y se tira por la popa.

El sitio para montar la cubierta debe ser seleccionado para proporcionar la profundidad adecuada para que la subestructura sea casi totalmente sumergida. Se consigue sumergir lastrando las células.

## **7.8 CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA**

---

Mientras se está construyendo la subestructura, la cubierta integrada se fabrica. Esto se realiza en un astillero. Las condiciones de apoyo se deben calcular porque finalmente será acoplado en la subestructura.

En la unión entre los pilares y la subestructura se colocan unos conos idénticos en configuración y ubicación con respecto a la parte superior de los ejes de la subestructura, lo que permite la colocación de la cubierta en las correctas condiciones de apoyo. Es esencial que estos conos se encuentren correctamente contruidos, con una tolerancia de tan sólo 20 o 30 mm.

Cuando la cubierta está lista para la transferencia, es esencial que el peso y su distribución se conozcan con precisión, ya que la estructura será transferida por el equipo flotante.

La cubierta, ahora apoyada en varios pilares u otros soportes temporales para su transporte, es una estructura muy grande que va a someterse a la expansión y contracción con la temperatura y soportará pesos.

Durante este período, muchas personas van a trabajar en espacios reducidos y contarán con andamios, grúas, ventilación, iluminación, y el acceso adecuado. La construcción de la cubierta tiene costos altos, la planificación y la programación cuidadosa pueden producir ahorros significativos. Debe tener prioridad la protección contra incendios.

## **7.9 TRANSPORTE DE LA CUBIERTA**

---

La cubierta se apoya en grandes barcasas. Esta operación requiere aguas tranquilas.

Dos o tres barcasas, junto con la cubierta, forman un sistema estructural completo y deben ser analizados como tal, tanto en condiciones estáticas cómo dinámicas.

Durante esta operación, las barcasas están amarradas. Líneas de fibra se pueden usar para absorber los golpes.

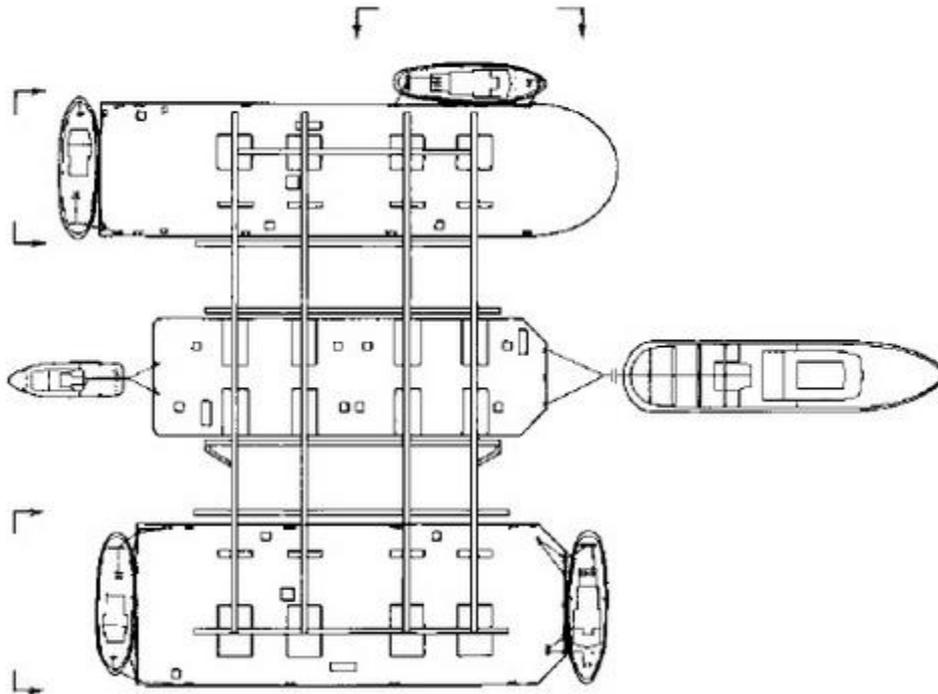


Ilustración 28. Configuración de remolque para el transporte de la cubierta Statjord B GBS. Fuente: *Construction of Marine and Offshore Structures*.

La mayor preocupación durante el transporte de un catamarán o trimarán de remolque es el viento; a través de los barcos deben tener una potencia adecuada. Hélices de proa son deseables si el remolque debe hacerse por canales estrechos. En el caso de haber viento se debe planificar la ruta y la actuación de los remolcadores.

Instalaciones temporales se habrán montado en el remolque con el fin de prever el control, la comunicación, la iluminación y emergencias. Al llegar al sitio, una decisión debe ser tomada, en función de las previsiones meteorológicas, ya sea amarrar la estructura o proceder directamente al acople. Cuando la cubierta es finalmente acoplada, las ataduras se pueden aflojar.

## 7.10 INMERSIÓN DE LA SUBESTRUCTURA

---

Antes de la llegada de la barcaza con la cubierta, la subestructura se habrá sometido a dos pruebas:

- Experimento de inclinación estándar, en el que un peso conocido se mueve una distancia conocida. El ángulo de escora resultante se mide. La verdadera posición de la altura metacéntrica puede ser determinada y por lo tanto la ubicación del centro de gravedad.
- Probar los sistemas de control de lastrado, deslastrado y sistemas para verificar la integridad de la subestructura. En algunos casos, la estanqueidad depende de cierres temporales; como en el caso de la plataforma Ninian, se utilizaron varios cientos de tapones.

La subestructura se sumerge entonces siguiendo una serie de pasos, se controla el peso del agua de lastre añadido a razón de la altura sumergida. A medida que el techo de la base se sumerja es inmediatamente sometida a la presión hidrostática en toda su altura.

En ciertos casos, el aire comprimido se ha introducido en las principales células durante la inmersión profunda con el fin de proporcionar seguridad adicional.

Se debe tener cuidado para asegurar que cuando el aire comprimido se introduce en una célula debido a que la presurización de aire no controlada puede ocasionar peligro de explosión.

Durante la inmersión, la estructura se somete a las mayores fuerzas externas que tendrá que experimentar; por lo tanto, las tensiones están en su máximo. Cualquier defecto estructural se exterioriza en este momento.

## **7.11 ACOPLAMIENTO DE LA CUBIERTA**

---

La escena está ahora preparada para la operación de transferencia de la cubierta. El pronóstico del tiempo debe, por supuesto, ser favorable, con viento mínimo. Todo el tráfico de barcos en las proximidades se detiene.

Mediante grúas se controla la colocación de la estructura, pero las líneas tienen elasticidad, haciéndolos sensibles a las sobretensiones. Por lo tanto, se emplean dispositivos de bloqueo, arreglado con gatos hidráulicos, para efectuar el control horizontal.

Cuando la posición horizontal ha sido verificada, es el momento de apoyar la subestructura. Normalmente habrá aproximadamente 1 metro de separación vertical. La subestructura se lleva hasta justo antes del contacto; se comprueban todos los puntos y se comienza a apoyar. Cuando el 10% de la carga ha sido transferida, se realiza una última comprobación final.

## **7.12 CONEXIÓN**

---

Durante esta etapa, que puede requerir dos o tres meses, la plataforma está hundida hasta que alcance su posición óptima, donde las presiones sobre las paredes celulares se reducen.

Las siguientes operaciones son las conexiones de todos los equipos y sus pruebas. Estos pueden requerir muchos cientos de horas de trabajo. Todo el acceso a la plataforma debe ser por el agua, y la cubierta está ahora 30-50 metros por encima del agua. Es necesario proporcionar para la tripulación: barcos adecuados, ascensores, escaleras, iluminación, agua y suministro de energía. Tan pronto como sea posible, las grúas permanentes de cubierta se hacen operables para que puedan manejar los suministros, herramientas y accesorios de encendido y apagado según

sea necesario. La seguridad de los trabajadores debe garantizarse; esto requiere de balsas salvavidas, un barco de seguridad y barandillas temporales adecuadas.

## 7.13 REMOLQUE AL SITIO DE LA INSTALACIÓN

---

Se procede a su remolque, su desplazamiento puede ser de varios cientos de miles de toneladas. Dependiendo del peso de las plataformas se emplean distintos números de remolcadores. Para la plataforma Troll, se emplearon ocho remolcadores para desplazar casi 1.000.000 de toneladas.

Dentro de aguas restringidas, también se emplean dos remolcadores guías, para evitar la guiñada y para mantener la plataforma en condiciones óptimas detrás de los barcos.

Entonces, cuando el remolque emerge en el océano abierto, el alcance de cabos de remolque se alarga y los remolcadores guía se quedan exentos de trabajo hasta la llegada a su ubicación final.



Ilustración 29. Remolque de Ekofisk (primer depósito de almacenamiento de combustible). Fuente: *Construction of Marine and Offshore Structures*.

Un barco de seguridad puede correr al lado, para uso del personal de supervisión y si es necesario desalojar a personas en una emergencia. La plataforma está equipada para el remolque con un puente de navegación, radios para comunicaciones a los barcos, equipo de seguridad y lucha contra incendios, cuartos

para la acomodación de la tripulación, combustibles, alumbrado y generadores de energía. El helipuerto en la cubierta se puede usar para emergencias.

La ruta se habrá estudiado cuidadosamente identificando cualquier naufragio o aguas poco profundas que pueden haber sido perdidas por ecosonda convencional. Los barcos y la plataforma estarán equipados con equipos satelitales de investigación de posición (GPS y / o DGPS).

## **7.14 INSTALACIÓN EN EL SITIO**

---

Al llegar al sitio, la estructura debe ser lastrada hacia abajo en el fondo del mar. Los barcos que lo remolcaron deben mantener la plataforma en su ubicación. Aquí es donde las hélices de proa son muy útiles, permitiendo al barco seleccionar su rumbo sin necesidad de ejercer tracción excesiva.

Witt y Meurs en su artículo "The Positioning of Offshore Constructions. Research and Training by Simulation", presentaron en la Conferencia Europea del Petróleo Offshore en Stavanger, Noruega, 1978 las siguientes reglas para regir la manipulación remolcador y posicionamiento.

1. Esperar a dar una nueva orden hasta que la orden anterior haya tenido un efecto notable. La estructura se mueve con gran inercia y poca resistencia, por lo que todo el frenado debe ser realizado por remolcadores.
2. Redirigir los remolcadores a su posición original después de cada acción.
3. Use pequeños pasos en el cambio de potencia y por supuesto no realizar cambios violentos.

Un método aún más preciso para el posicionamiento es el uso de líneas de amarre, con las líneas desde una boya hasta la plataforma. La boya asegura que la distancia es la correcta si el tirón es casi horizontal. El posicionamiento final se discute con más detalle en los párrafos siguientes.

El control durante la instalación se lleva a cabo desde una sala de control dentro de la estructura. La instrumentación generalmente incluirá:

- Ecosondas.
- Indicación de presión para leer los niveles de agua de lastre internos en cada celda.
- Indicadores de presión diferencial para dar la presión del agua en cada compartimento.
- Inclínómetro.
- Indicador de presión con la tierra para dar datos de contacto sobre el fondo marino.

El manual de instalación contiene una descripción de todos los sistemas involucrados, datos del suelo y dibujos. Dará un conjunto detallado de directrices para la instalación, incluyendo:

1. Posición y orientación
2. Lastrado y drenaje (ventilación)
3. Penetración de la “falda” de hormigón
4. Base de la superficie del suelo

El lastrado hacia abajo se lleva a cabo mediante el bombeo de agua en las células o por libre de inundación controlada. La estabilidad generalmente se hace mayor durante la inmersión, por lo menos con estructuras que tienen tendencia vertical.

## **7.15 INSTALACIÓN DE CONDUCTOS**

---

La operación final de construcción en el sitio es instalar los conductos. Estos por lo general han sido transportados con la estructura y ya establecidos en las guías conductoras.

Los conductos que penetran en la losa inferior, tienen cortes mecánicos internos y externos o llaves para evitar cualquier posibilidad de fallo.

## 8. CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS CONVENCIONALES

---

En este capítulo se aborda la plataforma típica de la costa, se originó en el Golfo de México y se extendió en todo el mundo. Su área de distribución se extiende desde profundidades de agua de 12 m hasta más de 520 metros y de climas relativamente benignos como del sudeste de Asia. Más de 4000 plataformas de este tipo se han construido. Jackets, es el componente principal del sistema, y varían en peso de unos pocos cientos de toneladas a más de 40.000 tn.

Los principales componentes estructurales de la plataforma offshore son las jacket, los pilotes, los conductos y la cubierta. El concepto de construcción de estas estructuras es muy simple: jackets están prefabricados en astilleros y luego se transporta al sitio y se asienta en el lecho marino. Los pilotes son conducidos a través de las mangas del jacket.

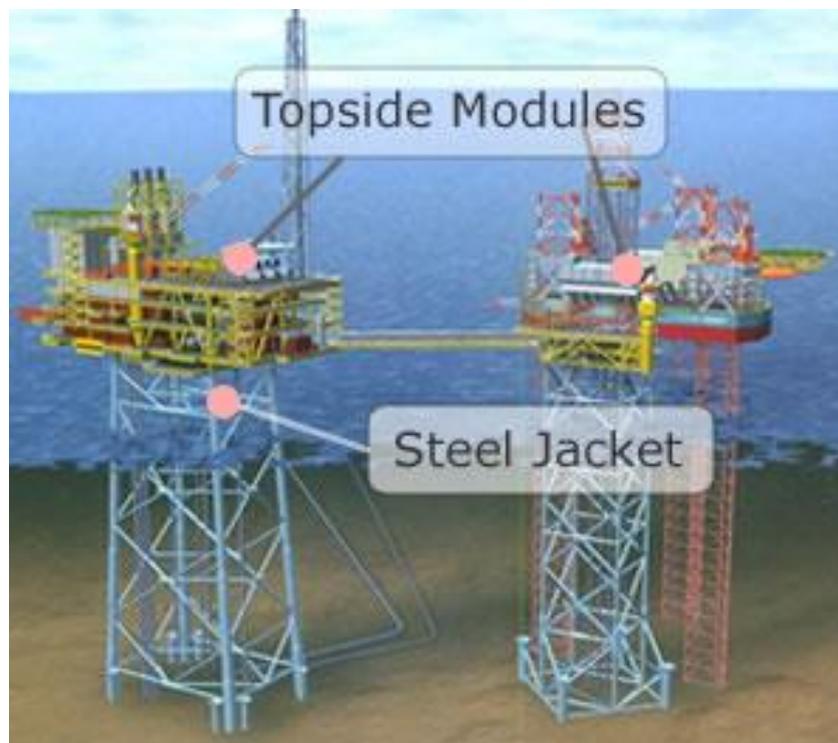


Ilustración 30. Partes principales de una plataforma convencional. Fuente: [www.subctest.com](http://www.subctest.com)

Las plataformas es un instrumento necesario para producir petróleo y/o gas. En la cubierta, se encuentran instalados los módulos de: la torre de perforación, módulos de procesamiento y todos los módulos necesarios para el alojamiento de tripulantes, generación de agua y energía, evacuación de aguas residuales, comunicación y helipuerto. Las grúas están instaladas para manejar todos los consumibles de barcasas o barcos de suministro a la cubierta. Una antorcha de emergencia se proporciona con el fin de consumir el exceso de gas.

Profundizaremos en la construcción de un jacket para una plataforma en alta mar, incluyendo la fabricación, la descarga para el transporte, el transporte, la puesta a flote, así como la instalación de pilotes y cubierta.

## **8.1 FABRICACIÓN DE JACKETS**

---

El jacket típico se divide en secciones longitudinales para construir la estructura. El corte y colocación de las intersecciones tubulares requieren un trabajo preciso. Actualmente, este corte se programa exhaustivamente para asegurar que las separaciones de soldadura finales serán del orden de 3 mm. El montaje se realiza por la mañana temprano, cuando todo el acero está a una temperatura uniforme. La construcción se logra mediante varias grúas grandes.

Esto requiere que el suelo bajo las grúas tiene que tener un apoyo adecuado. Las grúas levantan las barras y las colocan en vertical, o en la inclinación del diseño, los miembros transversales individuales (de refuerzo) que conectan entre las zonas inferior y superior, se establecen y se sueldan. Se chequea diariamente para prevenir el desarrollo de errores acumulativos.

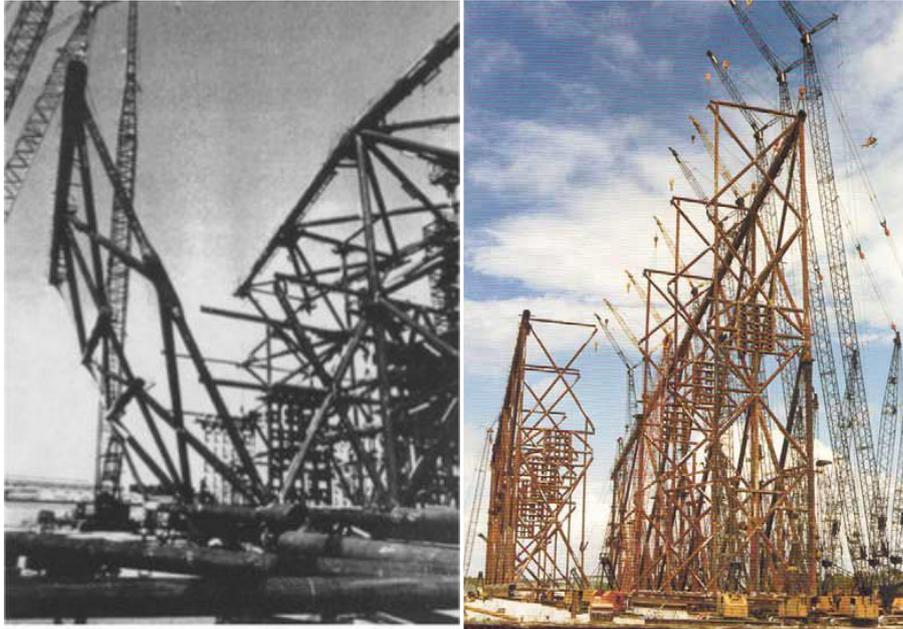


Ilustración 31. Elevación de barras mediante grúas a su posición de diseño. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)

Puesto que el jacket no está diseñado para que el peso se concentre en un costado sino verticalmente, a menudo se requiere un apoyo adicional durante la fabricación. Por ello, se colocan barras temporales que mantienen la estructura estable durante la elevación.

En este proceso de elevación la estructura será inestable después de que el centro de gravedad pase por encima del punto de apoyo, para asegurar la estructura se atan cables en la parte superior e inferior como vemos en la siguiente imagen. A medida que la operación de elevación se lleva a cabo, la grúa necesita avanzar hacia la plataforma para mantener los cables principales en vertical. Esta es una operación difícil porque requiere del movimiento sincronizado de todas las grúas que participen en esta fase. [17]

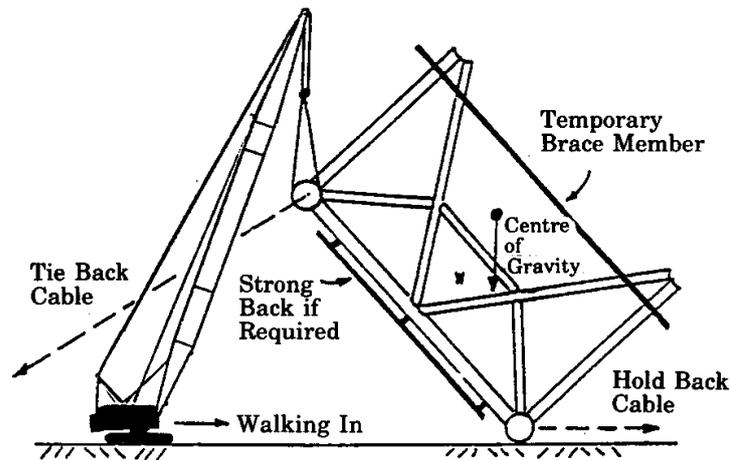


Ilustración 32. Fuerzas que actúan en el levamiento. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)

Por otro lado en este proceso de construcción también se instalan partes de los conductos como parte integrada de la estructura.

## 8.2 DESCARGA Y TRANSPORTE

El jacket, al haber sido fabricado en tierra, debe ser transportado al sitio de la extracción. Por lo general, la estructura “patina” sobre una barcaza de lanzamiento. La barcaza está conectada al muelle y tiene un sistema de lastre que permite adaptarse a la marea y al peso. Jackets se transfieren progresivamente en la barcaza, teniendo esta un “rail” que facilita su traspaso. Este proceso puede hacerse mejor por lastrado controlado por ordenador.

Con la barcaza posicionada al final del muelle, el jacket se desliza por la barcaza mediante líneas enganchadas desde los winches de la barcaza a la plataforma. Además, se amarra la barcaza contra el muelle, con líneas lo suficientemente fuertes para resistir la fuerza de fricción del jacket.

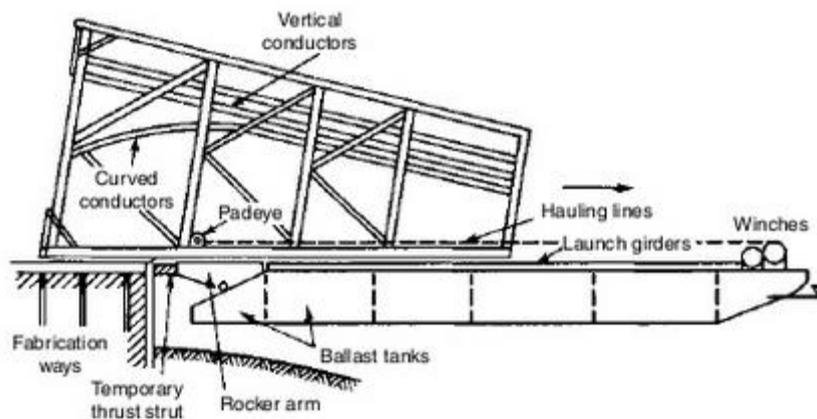


Ilustración 33. Descarga de un jacket a una barcaza de lanzamiento. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

La barcaza debe ser segura contra el movimiento transversal inducido por la corriente, el viento e incluso a las estelas de los barcos que pasan. La alineación de la barcaza se debe mantener con precisión mientras que el jacket se desplaza sobre la barcaza. Las grandes barcasas de lanzamiento están equipadas con múltiples tanques de lastre y con capacidad de bombeo para permitir que la barcaza se mantenga en el asiento.

Durante la descarga, el jacket continúa apoyando su peso en dos patas. Estos se ven reforzados con vigas, capaces de soportar el peso del jacket.

Antes de traspasar el jacket a la barcaza se realiza un checklist:

1. ¿Está el jacket completo? ¿Se han analizado las tensiones de la estructura?
2. ¿Están los conductos, en las mismas condiciones de configuración y soporte como se ha supuesto en el análisis? Los conductos curvados, a menudo se instalan durante la fabricación en tierra, en contraposición ciertos conductos verticales, que se instalan a menudo en alta mar, a través de guías conductoras. Dado que las decisiones sobre el número, la dirección, y el tiempo de instalación de los conductos se cambian a menudo durante el proceso de fabricación, su diseño puede diferir.

3. ¿La barcaza de lanzamiento está firmemente amarrada al muelle, para que no se mueva durante la carga? ¿Está la barcaza correctamente amarrada contra el movimiento de lado?
4. Las líneas de tracción, grilletes y winches han sido inspeccionados para asegurarse de que están correctamente instalados y en buen estado.
5. ¿Está la barcaza lastrada adecuadamente? Si la marea varía durante la descarga, se modifican los lastres.
6. Si la corrección de la barcaza se realiza mediante el lastre, hay que controlarlo de forma reiterada, a medida que avanza el jacket hay señales claras de pintura para que cada parada sea identificada.
7. Si la descarga está teniendo lugar en una zona potencialmente activa, se solicita a la Guardia Costera emitir un Aviso a los Navegantes para detener todo el tráfico. ¿Se ha colocado un barco para detener a aquellos barcos que no hayan recibido el Aviso a los Navegantes?
8. ¿Los remolcadores en su ubicación correspondiente? ¿Hay remolcadores de reserva disponible en caso de urgencia?
9. ¿Se ha comprobado la previsión del tiempo? Los chubascos son especialmente peligrosos debido a su repentina aparición.
10. ¿Se han establecido canales de radio de supervisión y control? Se comprueban los canales de radio de voz.
11. ¿Se ha notificado a los inspectores para que puedan estar presentes? ¿Se han recibido sus aprobaciones?

Las observaciones anteriores se aplican cuando la barcaza no tiene restricciones del muelle al mar abierto. Muchas variaciones interesantes surgen en los canales y

bahías interiores, que tienen que ser tratados con regulaciones distintas, como en el caso de encontrarse en aguas poco profundas.

Los amarres para asegurar la carga se instalan después de la descarga y antes de entrar en el mar abierto.

Debido a la gran longitud de jackets que llegan a mucha profundidad, en ocasiones se fraccionan en secciones durante su construcción. A continuación vemos la plataforma Cognac dividido en tres unidades:



Ilustración 34. Parte superior de la plataforma Cognac. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)



Ilustración 35. Mitad de la plataforma Cognac. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)



Ilustración 36. Parte inferior de la plataforma Cognac. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)

### 8.3 PUESTA A FLOTE

Cuando la estructura llega a su ubicación final, comienza la fase de puesta a flote. El proceso común es deslizar la estructura por la barcaza de lanzamiento hasta ponerlo a flote, o por otro lado se puede realizar este proceso con grúas que elevan el jacket hasta colocarlo en el mar, se elige un método u otro, generalmente dependiendo de las dimensiones de la plataforma. Por el contrario, jackets considerablemente más pequeñas diseñadas para aguas poco profundas, se levantan directamente de la barcaza por una o dos barcazas-grúa y se establece directamente en el fondo marino. Esto minimiza los movimientos de balanceo.

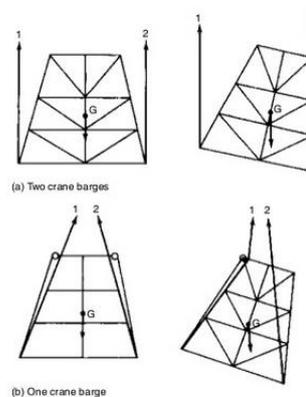


Ilustración 37. Levantar jacket con eslingas atadas debajo del centro de gravedad, con uno o dos grúas. Fuente: *Construction of Marine and Offshore Structures*.

### **8.3.1 PUESTA A FLOTE CON GRÚA**

---

Tras el enganche de las eslingas para proceder a la elevación, los amarres de seguridad colocados para el transporte se cortan. Las eslingas deben estar holgadas durante el período de corte de las amarras. La operación de corte debe ser planeada cuidadosamente para evitar poner en peligro al personal, ya que la mayoría de los cortes se deben hacer a mano. Se pueden haber instalado guías verticales a la barcaza para evitar el desplazamiento lateral del jacket. Estas guías verticales pueden formar parte de la estructura de amarre.

Para cualquier elevación de jackets en alta mar, se deberá comprobar en tierra la validez de la colocación de las eslingas. Luego, cuando la barcaza llega al sitio de elevación, se pueden colocar rápidamente.

Los cabos de remolque siguen conectados a la barcaza ya que se utilizan durante la fase inicial en la que se levanta la estructura, con el fin de mantener el jacket junto a la barcaza-grúa y evitar el balanceo.

Debido a la pesada carga del jacket y las complicaciones de la elevación, la barcaza de lanzamiento se posiciona junto a la grúa y se amarran en el sitio para la maniobra. A continuación, el jacket se levanta y la barcaza que le transportó se aleja para que la grúa trabaje sin obstáculos. El momento peligroso es la primera cresta de la ola después de que sea elevada la estructura, porque vuelve a tomar contacto con la barcaza. Posteriormente se pone a flote.

### **8.3.2 DESLIZAR LA ESTRUCTURA**

---

Jackets de más de 30-40 m de altura se ponen a flote al final del transporte. Pesan más de 50.000 tn y pueden medir más de 400 m de longitud. Esta es una de las operaciones más espectaculares en la construcción mar adentro, y se ha realizado con éxito cientos de veces. No obstante, jackets también han sido dañados o incluso perdidos durante el lanzamiento, debido al carácter crítico de esta operación.

El procedimiento en sí es relativamente sencillo. Para proceder a la descarga, se lastra la popa de la barcaza adoptando un ángulo de 3° o más. El jacket es luego tirado mediante cabos que están conectados a winches en la popa y proa de la barcaza y la estructura se desliza por los raíles.

Con jackets grandes y barcazas de lanzamiento, el jacket puede ser empujado mediante pinzas operadas hidráulicamente. A medida que el jacket se mueve, finalmente la barcaza llega a un punto que su centro de carga está en un extremo y ayuda a la puesta a flote el balancín que está en la punta de la barcaza.

Hay una fuerte reacción del jacket hacia la barcaza, causando a la barcaza una abatida, al mismo tiempo que la popa tira hacia arriba debido a la liberación de la carga. Si se trata de una operación tripulada, el personal debe estacionarse cerca de la proa, deben tener una línea de seguridad para evitar la reacción bastante violenta. En la mayoría de casos modernos, esta operación se lleva a cabo por control remoto, no tripulado, para evitar el peligro.

El jacket al abandonar la barcaza, tiende a hundirse y luego regresa lentamente a nivel del mar en posición horizontal.



Ilustración 38. Deslizamiento de un jacket por una plataforma de lanzamiento. Fuente: [www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg](http://www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg)



Ilustración 39. Jacket a flote. Fuente: [www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg](http://www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg)

La mayoría de los jackets están diseñados para que sean auto-flotantes y se consigue un francobordo de sólo la mitad del diámetro de una pierna del jacket.

Lo peor que puede suceder durante la descarga es que se incline lateralmente el jacket sobre la barcaza y por lo tanto el jacket rueda sobre sí mismo y pueda causar defectos en la estructura. La probabilidad de rodar es en parte debido a la subida de la proa de la barcaza fuera del agua.

La práctica actual parece favorecer el lanzamiento colocando la parte superior del jacket primero. [18]

### **8.3.3 FLOTABILIDAD**

---

Muchos de los miembros tubulares del jacket habrán sido subdivididos para ser estancos, con el fin de proporcionar la flotabilidad necesaria para conseguir una estructura flotante.

Es obvio que el control del peso del jacket y su distribución es muy crítico para el proceso de lanzamiento. Esta es la razón por la contabilidad detallada del espesor de las paredes y diámetros, material de soldadura, pilotes, y así sucesivamente. Con respecto a la flotabilidad, diámetros exteriores deben ser revisados a fondo. Se

realizan cálculos de flotabilidad. En unos pocos casos en el pasado, los cálculos inadecuados han llevado al hundido debido a la inercia del lanzamiento.

El jacket debe ser lanzado en suficiente profundidad de agua de modo que no haya peligro, teniendo en cuenta la profundidad del agua. En varias ocasiones, las patas del jacket se han dañado al golpear el suelo marino.

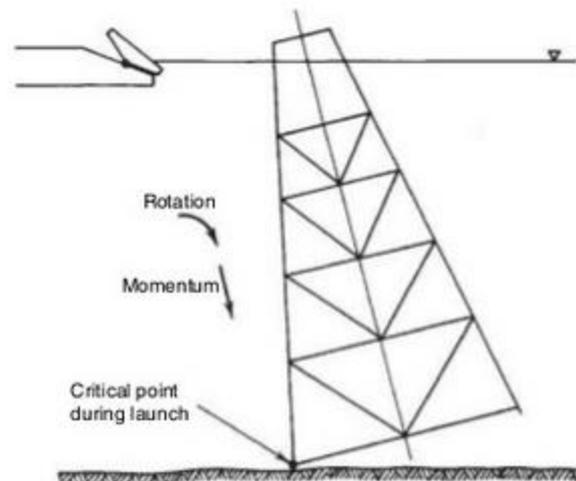


Ilustración 40. Impacto del jacket en la fondo del mar tras la puesta a flote. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

Por los diversos problemas que pueda haber, se han diseñado programas informáticos que retratan todo el proceso de puesta a flote de forma gráfica. El comportamiento real es muy sensible a ligeras variaciones en la cantidad y distribución de los pesos.

Los miembros tubulares diseñados para la flotabilidad deben sellarse. El material de refuerzo normalmente se suelda cerrado. La estructura tiene agujeros de llenado y respiraderos para aquellos miembros que han de ser libres de inundado; tapones pueden ser instalados para aquellos que son temporalmente flotantes e inundados después de la instalación. Llama la atención que la ubicación y los detalles de los agujeros deben ser determinados y/o aprobados por el diseñador del jacket; ya que estas pueden ser el inicio de grietas bajo cargas cíclicas cuando esté en servicio. Los

extremos de las patas a través del cual los pilotes serán colocados más tarde se sellan con cierres.

### 8.3.4 TIPOS DE LANZAMIENTO

Dado que se están instalando jackets de una sola pieza en profundidades de 500 metros es necesario conceptos innovadores de lanzamiento. Por ello consideramos las siguientes opciones:

- **El transporte se realiza por dos barcazas:** Se une la segunda barcaza por la popa de la barcaza de lanzamiento, utilizando una conexión articulada. Esta segunda barcaza tendría una función de apoyo e inclinaría la estructura hacia el agua. Podemos ver la secuencia en la imagen.

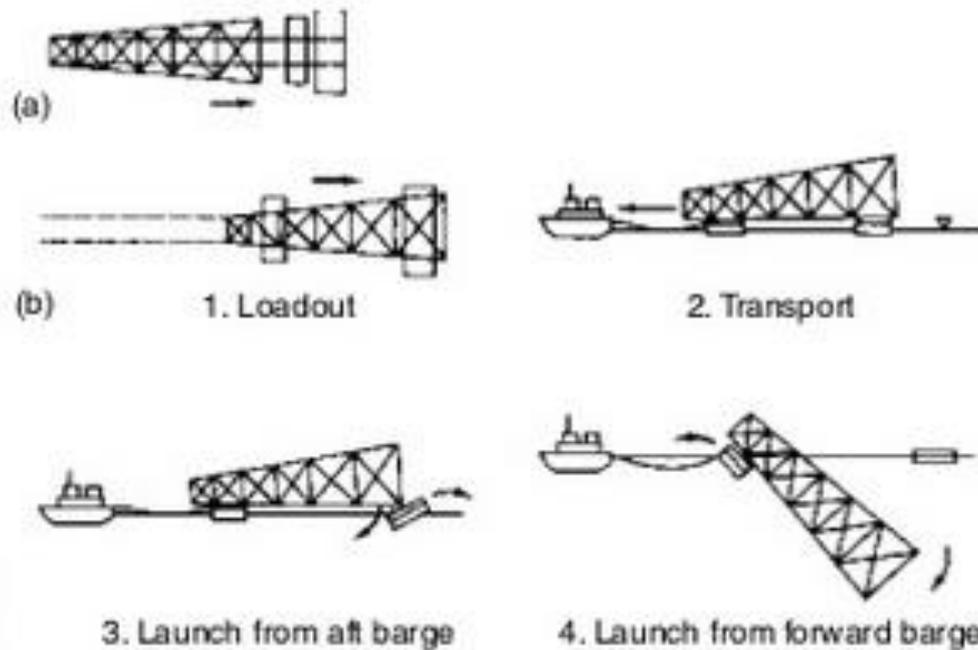


Ilustración 41. Dos barcazas de lanzamiento poniendo a flote un jacket de aguas profundas. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

- **Se transporta por una sola barcaza:** Se proporciona auto-flotación en el extremo inferior del jacket y se apoya el extremo superior a una barcaza de lanzamiento convencional. Ahora el lanzamiento puede ser combinado con un elevador y el extremo superior hará su recorrido de manera convencional. El extremo inferior alojará agua en su reserva de flotabilidad y podrá ser puesto a flote.

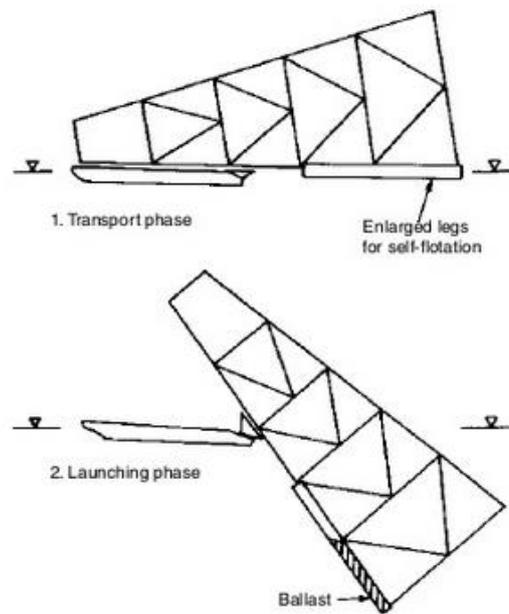


Ilustración 42. Lanzamiento del jacket parcialmente auto-flotante. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

### 8.3.5 CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA

Como vimos en la sección de construcción del jacket es posible que plataformas grandes, debido a su tamaño se fraccionen para su transporte (como la plataforma Hondo nombrada en el capítulo 3), cuando llegan a su ubicación final se pueden acoplar de diversas maneras dependiendo de las características de la plataforma:

- **Acople a flote:** se pone a flote las unidades que se acoplen, generalmente son dos. Con las estructuras ya en el agua se unen ambas mediante los “conos de acoplamiento”. Posteriormente, se levanta el jacket y se acopla al fondo marino de manera común.

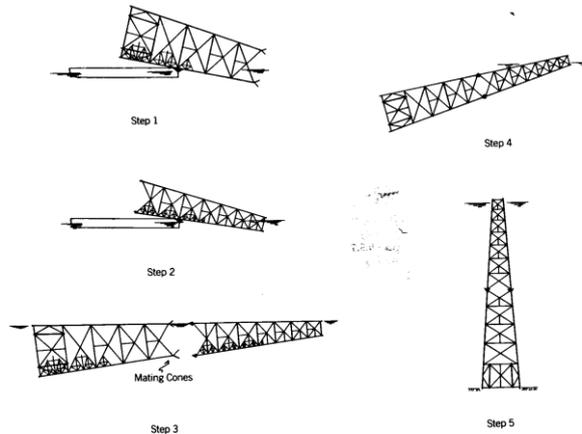


Ilustración 43. Prototipo de la unión del jacket de la plataforma Hondo. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)

- **Acople bajo el nivel del mar:** la instalación y acople de cada unidad se lleva a cabo tras la instalación de la unidad previa. Suele formarlo plataformas de más de dos unidades. Se pone a flote cada unidad y se sumerge mediante grúas, tras la colocación de una unidad se procede a la siguiente. Este mecanismo es más complejo debido a la precisión. En el esquema siguiente vemos la construcción de la plataforma Cognac nombrada anteriormente en su transporte.

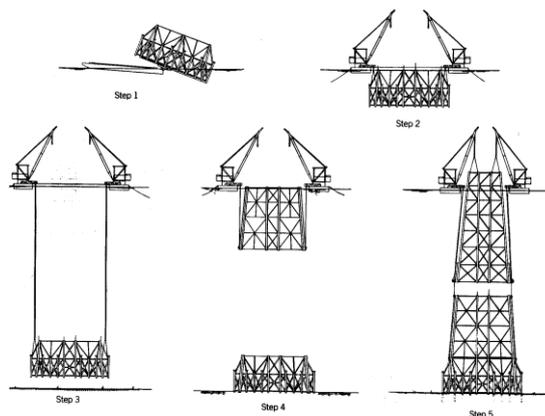


Ilustración 44. Prototipo de unión del jacket para la plataforma Cognac. Fuente: [www.southampton.ac.uk](http://www.southampton.ac.uk)

## 8.4 LEVANTAMIENTO DE JACKETS

---

Este paso consiste en colocar verticalmente en el fondo del mar las estructuras. Levantar pequeñas jackets a menudo se ha logrado mediante una combinación del lastrado de la barcaza junto a la elevación de la pluma de la grúa.

En primer lugar, el jacket con una masa real grande, más una masa añadida (masa hidrodinámica) de casi igual magnitud, no pueden responder a las aceleraciones inducidas en la punta de la pluma.

El brazo de la grúa puede proporcionar el control del jacket; pero en el momento de elevarlo se inunda de agua las partes inferiores de las patas.

API RP2A proporciona información para controlar el proceso: "En general, el proceso de seguimiento final se logra mediante una combinación de una barcaza de la torre de perforación y controlada por un sistema de inundación selectiva. Hasta acabar la fase, requiere una planificación anticipada para predeterminar el levantamiento simultáneo e inundaciones controladas. Para establecer la estructura en el sitio, los dispositivos de cierre, el levantamiento de las conexiones, etc., deben ser utilizados cuando sea necesario, el sistema de inundación debe ser diseñado para soportar presiones de agua que se encuentran durante el proceso de elevación".

Grandes jackets tienen sistemas extensivos de lastrado y de control instalados, para permitir inundaciones y ventilación, así como las líneas hidráulicas con el que operan las válvulas. El levantamiento completo de las grandes jackets no se realiza, debido al peligro de sobrecarga.

Los momentos y fuerzas de flexión inducidas en jackets durante el levantamiento deben ser determinados, con el fin de evitar tensiones excesivas. Cualquier miembro tubular vacío o parcialmente vacío durante el proceso debe ser capaz de soportar presiones de agua en las profundidades involucradas; estas condiciones no

pueden ser necesariamente las mismas que las durante el lanzamiento o en el servicio.

Un medio de contrarrestar las presiones hidrostáticas altas es a través de presurización interna con aire comprimido. Gas nitrógeno se suele utilizar para presurizar el interior de los tanques de flotación temporales.

The British Standards Institute Code of Practice for Fixed Offshore Structures, recomienda siempre que sea posible, evitar el uso de la presión interna debido a las restricciones sobre el diseño y manejo que produce. Si se utiliza, se debe tener en cuenta:

1. La velocidad de presurización no debe exceder la capacidad de la estructura para soportar las tensiones por la compresión de aire.
2. El proceso tiene que ser capaz de ser detenido en cualquier momento.
3. El gas expandido de un líquido, por ejemplo, nitrógeno líquido, es muy frío y se pueden congelar válvulas. El aire comprimido, en cambio, puede hacer mucho calor e interferir con los controles y las computadoras.

El control de pequeñas jackets ha sido generalmente por control electro-hidráulico de la barcaza-grúa, el accionamiento de la apertura y cierre de válvulas, y proporciona información sobre la marcha de las inundaciones. Por lo general, las válvulas están equipadas con cierres automáticos en caso de corriente o fallo hidráulico.

Los sensores de presión, detecta el aumento de la presión del aire comprimido en un miembro ya que se inunda. También se dispone de indicadores de posición de válvulas, envía las señales de vuelta a la estación de control en la barcaza.

Cada vez los jackets son más grandes, el levantamiento generalmente se lleva a cabo de forma remota. Se llenan progresivamente las reservas de flotabilidad y se hunde. Jackets suelen girar durante el levantamiento.

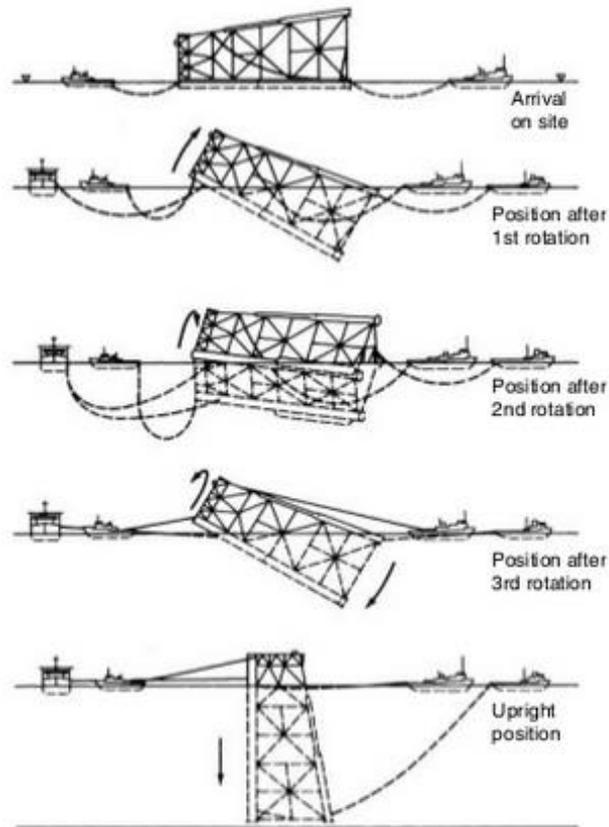


Ilustración 45. Levantamiento del jacket de la plataforma Thistle (secuencia de lastrado no mostrada). Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

El control remoto se ha ejercido como antes, a través de un umbilical. Sin embargo, este sistema se puede romper por el barrido del jacket mientras gira. El control por radio se ha encontrado más fiable y ahora es la técnica usada para grandes jackets.

A modo de seguridad, hay una estación en el extremo superior del jacket, donde los controles tripulados pueden ser activados en caso de emergencia. El personal no está a bordo del jacket durante la parte inicial del levantador pero pueden ser transferidos más tarde por helicóptero o barco.

Grandes jackets diseñados para aguas profundas, obviamente requieren un plan más sofisticado para elevar y evitar la sobrecarga. Grandes patas auto-flotantes pueden subdividirse en tramos. Los tanques de flotación temporales pueden ser presurizados internamente para resistir la presión hidrostática.

El levantamiento está previsto por lo general mediante un programa de ordenador, que tiene en cuenta la configuración cambiante de la inmersión y los cambios impuestos por el lastrado. Una vez que un plan adecuado se ha desarrollado, se realizan ensayos con modelos físicos. Estos sirven para dos propósitos: verificar el comportamiento de los jackets durante el levantamiento y familiarizar y capacitar a los trabajadores del complejo funcionamiento.

Después del levantamiento, ahora está la estructura en posición vertical, y solo le falta de 3 a 5 m de altura para ubicarlo en el lugar de instalación. Siempre que sea posible, el levantamiento, se lleva a cabo en las proximidades del sitio final; no obstante, la profundidad en diagonal del jacket podrá superar la profundidad de la zona de extracción. Por ello, en fondos marinos muy uniformes se requiere elevarlo a cierta distancia y luego remolcarlo a su ubicación final. Se reduce la velocidad del remolque a un mínimo, la tendencia es utilizar tanques de flotación temporales que permitan enderezarlo cerca del lugar final.

## **8.5 INSTALACIÓN EN EL FONDO DE MAR**

---

A continuación explicamos cómo se determina la ubicación de los jackets en el fondo del mar. Previamente hay que asegurar que el jacket se instalará en su lugar correcto, una barcaza está normalmente amarrada en el lugar. En aguas poco profundas, este amarre se realiza por el sistema de anclaje de la barcaza. La ubicación final y la orientación de la gabarra se establece a continuación, por medio de un GPS, principalmente DGPS.

API RP2A requiere que las líneas de anclaje deben ser de longitud suficiente para retener la plataforma contra la combinación máxima de viento, corriente y olas.

Para instalar una plataforma sobre una plantilla de pozo submarino existente se debe tener gran precisión y cuidado con el fin de evitar daños a los pocillos.

Hoy en día, con la tecnología adecuada se pueden montar plataformas con apenas centímetros de error, es posible prescindir de las guías y volcar plena confianza en la instrumentación. El jacket está lastrado lentamente para tomar contacto con el fondo marino.

Para grandes jackets donde se requiere nivelación precisa en el fondo, dispositivos de apoyo se pueden construir en la conexión entre las patas y el barro.

Los elementos estructurales que influyen en el suelo deben ser adecuados para que soporten las cargas necesarias, incluidas por la tormenta.

## **8.6 INSTALACIÓN DE PILOTES Y CONDUCTOS**

---

A continuación, comentaremos la instalación de pilotes y posteriormente de sus conductos.

Jacket ahora apoyado temporalmente en el fondo del mar, está listo para la instalación de pilotes. Los pilotes son encargados de fijar la estructura al suelo, hay uno por cada esquina de la plataforma, y se introducen desde las esquinas superiores por unos orificios.

En las zonas de lodo, en las áreas de las ondas de arena, y en suelos muy débiles, jackets están diseñados para penetrar muy por debajo del fondo marino a profundidades de hasta 15 m. Esto también puede ser necesario para las zonas de deslizamiento de lodo y de arenas no consolidadas, que pueden ser objeto de licuación en un terremoto. Para conseguir que las patas y pilotes penetren en suelos blandos, la adición de agua de lastre es normalmente suficiente. Arriostramiento<sup>8</sup>, sin embargo, es más difícil de penetrar debido a su gran área.

---

<sup>8</sup> Arriostramiento: es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma.

Los pilotes pueden haber sido transportados junto con el jacket en la misma barcaza (siempre y cuando que el jacket no se deslice para ponerse a flote sino que se eleve con una grúa) o en otra barcaza.



Ilustración 46. Transporte de pilotes en una barcaza (es la misma barcaza en la que se transportó el jacket).  
Fuente: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

Una grúa mediante unos amarres eleva los pilotes y los penetrarán en los huecos circulares de las esquinas del jacket. Generalmente, por orificio se introducen dos pilotes para que el segundo empuje al primero y se ancle al fondo.

El primer pilote se introduce y el segundo se coloca encima para que mediante una soldadura se unan los cilindros. Cuando tengamos los pilotes unidos, se empujan hasta el fondo, para realizar este trabajo recurrimos a un “martillo”. Con estas instalaciones se consigue que el jacket se nivele y la conexión final se realiza. La inyección de los pilotes es también una forma eficaz de rigidizar la sección y prevenir el pandeo local.



Ilustración 47. Introducción de los pilotes en los orificios. Fuente: [www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWtg](http://www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWtg)

Debemos destacar que cada pilote tiene las respectivas marcas para saber la distancia que se introduce. Los pilotes se extienden a través de las patas de la estructura hasta la altura en la que irá la cubierta, también pueden ser asegurados a la propia estructura mediante soldadura.

Para jackets autoflotantes, que normalmente tienen dos patas agrandadas, o los pilotes son de gran diámetro, medios suplementarios también pueden ser necesarios para hacer que penetren. Se pueden escarbar en el interior para romper el tapón y un sistema de transporte se emplea para retirar el material.

En Maui, una plataforma de Nueva Zelanda, se instalaron en las dos patas agrandadas un sistema de extracción por aire, para permitir que el material que se introduce dentro de las patas sea eliminado progresivamente.

En la parte interior del jacket se utilizan cuñas para centrar el pilote en la pierna del jacket; estos son por lo general un cuarto o un tercio de tubo de acero del radio adecuado.

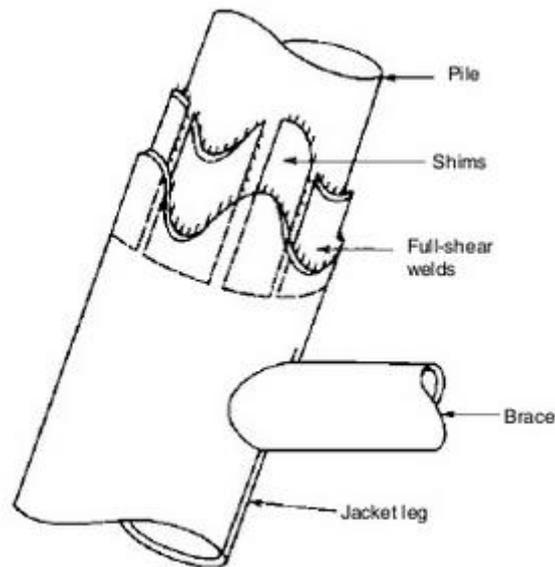


Ilustración 48. Unión entre el pilote y la pierna del jacket. Fuente: Construction of Marine and Offshore Structures.

### 8.6.1 CALIDAD DEL FONDO MARINO

---

Dado que la calidad del suelo suele ser de malas características para instalar una plataforma. Se han propuesto varios esquemas para mejorar las propiedades del suelo en esta zona tras instalar los pilotes. Para evitar lagunas anulares que se forman alrededor de los pilotes, la gravilla ha sido ubicada en el fondo marino alrededor de los pilotes; si una brecha se abre por un lado, la gravilla impide progresivamente crecientes desplazamientos. Es importante para evitar la socavación alrededor de los pilotes y la parte inferior del jacket. Algunas áreas como por ejemplo, la isla de Sable de Nueva Escocia, tienen fondos marinos de arena y la presencia de corrientes de fondo, y han mostrado socavación rápida alrededor de las patas de las plataformas de perforación auto-elevables. Son zonas de aguas poco profundas, con fondos arenosos, donde la acción del oleaje puede ser grave.

La protección alrededor de las patas de los jackets, es un proceso rápido por la colocación de roca, el vertido controlado de la superficie se ha utilizado con resultados satisfactorios en general, pero es obviamente difícil de lograr sin cantidades excesivas de material.

### **8.6.2 CONDUCTOS**

---

A continuación se instalan los conductos, de la misma manera que los pilotes. Algunos de los conductos pueden estar integrados con el jacket desde el astillero, pero en su mayor parte, son transportados en barcazas. Puesto que son generalmente de menor diámetro y el espesor que los pilotes (unos 750 mm de diámetro y 25 mm de espesor), por lo general penetran a menor profundidad que los pilotes porque son más difíciles de conducir. Su requisito de penetración está determinado principalmente por la capacidad de sellar la zona durante la perforación, de modo que los residuos de perforación no escaparán al mar. También deben ser conducidos a una profundidad suficiente para evitar el escape de gas superficial.

Los conductos pueden ser instalados por el equipo de perforación, que puede utilizar un martillo. En las zonas de deslizamiento de lodo, los conductos pueden estar encerrados dentro de un tubo de mayor diámetro, que proporciona la resistencia y rigidez para resistir las fuerzas laterales de la masa en movimiento de barro. En otras áreas, como la ensenada de Cook, Alaska, los conductos fueron perforados a través de los pilotes de apoyo.

## **8.7 INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA**

---

Actualmente, las cubiertas de las plataformas, consisten básicamente en un soporte estructural con grandes módulos de equipo ensamblado e integrado. La estructura de la cubierta tiene patas que se extiende por debajo de esta, con guías punzantes

para encajar en la parte superior de los jackets. Las patas son de mismo diámetro y espesor que su futura unión, se hace una soldadura circunferencial, similar a la del empalme en un pilote.

Las guías punzantes pueden hacerse ligeramente diferente en longitud a modo que uno se puede introducir primero que otro.

El transporte de un módulo de gran cubierta será generalmente en barcazas, aunque los módulos y equipos más pequeños podrán ser transportados por un barco de suministro. El peso de los módulos ha crecido en los últimos años de 500 a 1000 toneladas. Actualmente, se intenta conseguir el montaje más completo en tierra y reducir el tiempo y costo de conexión en alta mar.

La última generación de barcazas-grúa de carga pesada es de tipo semi-sumergible. Las barcazas-grúa offshore en el Mar del Norte ahora están equipadas con dos grúas de grandes dimensiones, por lo que su capacidad combinada puede ser utilizada. Para cargas pesadas, la respuesta de la pluma es muy crítica. A bordo miniordenadores se han desarrollado para optimizar el ángulo de rumbo y de la pluma.

Por lo tanto las cubiertas han sufrido una serie de importantes desarrollos evolutivos, estimulado por el reconocimiento de que la mayor parte de los costos totales de una plataforma marina está generalmente en el equipo de montaje.

En la actualidad, se permite la prefabricación de las superestructuras completas, de manera que pueda ser transportado en barcazas y se establece como una unidad completa en el jacket.



## 9. PLATAFORMAS EN SANTA CRUZ DE TENERIFE

---

Hasta hace bien poco, era raro encontrar plataformas en los puertos de Canarias, sin embargo parece existir un creciente interés de las mismas.

A continuación, se resume algunas plataformas que han venido a Santa Cruz de Tenerife. Esta novedad en Tenerife ha supuesto un importante ingreso debido a las reparaciones o a su prolongada estancia en la isla.

### Nombre del Buque offshore: NOBLE PAUL ROMANO

---



Ilustración 49. Plataforma Noble Paul Romano. Fuente: [www.offshoreenergytoday.com](http://www.offshoreenergytoday.com)

- **Resumen:** El 24 de noviembre de 2014 llegó a Tenerife la plataforma Noble Paul Romano, una plataforma procedente de Marruecos donde realizaba sondeos. Se situó a unos 60 kilómetros de la costa marroquí y alcanzó una profundidad de 990 metros. Noble Paul Romano vino a Canarias para someterse a trabajos de mantenimiento. Estaba en la Dársena de los Llanos y disponía de 2000m<sup>2</sup> en la terminal de contenedores.

- **Abstract:** On November 24, 2014 came to Tenerife Noble Paul Romano platform. This platform from Morocco where it performed surveys. It was located about 60 km off the Moroccan coast and worked in a depth of 990 meters. Noble Paul Romano came to the Canary Island to maintenance work. It was in “La Dársena de los Llanos” and had 2000m2 container terminal.

## Características de la plataforma:

### *Noble Paul Romano*

#### General

Rig Type	Semisubmersible		
Rig Design	EVA-4000		
Builder	Ingalls Shipbuilding Corp.		
Year Built/Upgraded	1981 / 2013		
Classification	ABS +A1, Column Stabilized Drilling Unit, CRC		
Flag	Liberia		
MODU Code	1989		
Water Depth	6,000 ft		
Drilling Depth	25,000 ft		
Variable Deck Load	8,000 kips		
Hook Load	1,500 kips		
Setback Capacity	1,000 kips		
Quarters Capacity	122		
Draft (Operating/Transit)	79 ft / 16 ft	Moonpool	22 ft x 20 ft
Depth	130 ft	Length	348 ft
		Breadth	328 ft



#### Equipment

Derrick	Dreco; 170 ft x 40 ft x 40 ft; 1,928 kips		
Drawworks	National Oilwell E-3000; 3,000 hp		
Top Drive	Varco TDS-4S; 85,000 ft-lbs max continuous torque		
Rotary	Continental Emsco T6050		
Iron Roughneck	NOV AR 3200		
Motion Compensator	Shaffer 600K CMC		
Riser Tensioner/Stoke	(10) Shaffer; 160 kips/ea; 50 ft line travel		
Riser Details	(2) Shaffer DT; 75 ft		
LMRP	(1) Shaffer Spherical 18-3/4 in x 10 psi annular		
BOP	Shaffer SLX; 5 ram; 18-3/4 in x 15k psi w/ Shaffer Spherical 18-3/4 in x 10k psi annular		
Control System	Shaffer MUX System		
Pipe Handling Systems	NOV PRS-4I		
Solids Control System	(5) Thule VSM300		
Diverter	Vetco KFDS-500		
Tree Storage/Handling	N/A		
Cranes	Dreco 65 mt		
Mud Pumps	National Oilwell PT-1700; 1,700 HP		
Engines	EMD		
Station Keeping	Moored 9 legs (10,500 ft wire x 4250 K5 chain)		
Thrusters	N/A		

#### Capacities

Fuel	11,456 bbls	Brine Storage	2,225 bbls
Drill Water	8,727 bbls	Base Oil Storage	2,225 bbls
Bulk Storage	13,075 cu ft	Liquid Mud (Active+Reserve)	9,369 bbls
Sack Storage	1,999 sacks		

En la imagen vemos las características de Noble Paul Romano. Las características principales son 14.904 toneladas de registro bruto, 100 m de manga, 106 de eslora y puede albergar hasta 122 operarios.

## Historia

---

La plataforma Noble Paul Romano antes de venir a Canarias estaba en Marruecos realizando sondeos. Trabajaba para la petrolera Genel Energy, Se situó a unos 60 kilómetros de la costa marroquí y alcanzó una profundidad de 990 metros.

Genel Energy es una empresa que entre otros lugares del mundo ha perforado en Marruecos. El equipo de perforación Noble Paul Romano se trasladó para perforar en el bloque Sidi Moussa -1 (SM-1). Fue taponado y abandonado en noviembre de 2014. La plataforma perforó a una profundidad total de 2.825 metros. No logró resultados óptimos.

## Remolcador

---

Noble Paul Romano fue remolcado desde Marruecos hasta Canarias por los barcos “UOS Freedom” y “UOS Enterprise”. Ambos pertenecen a la misma empresa UOS, esta empresa ofrece servicios offshore. También participó el buque Highland Princess en el transporte de materiales.

## Propietario

---

Noble Drilling es una empresa de perforación marítima de petróleo y gas. Tiene una de las flotas más modernas de la industria de perforación en alta mar. Noble Drilling tiene una flota de 35 unidades de perforación en alta mar. Consta de 20 semi-sumergibles y buques de perforación y 15 jackups. Se centran principalmente en aguas ultra profundas. Noble drilling es una sociedad anónima registrada en Inglaterra y Gales.

Genel Energy plc, la empresa que contrató a Noble Paul Romano para los sondeos de Marruecos, es una compañía anglo-turca que explota petróleo y de gas. La empresa fue creada en la región del Kurdistán en 2002. Son propietarios de infraestructuras de alta calidad y la empresa tiene tendencia de crecimiento en el

corto, mediano y largo plazo. Con estas características, Genel Energy está construyendo un negocio de E & P (exploración y producción) líder.

## **Bibliografía**

---

- <http://www.uos.ag/fleet.html>
- <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/la-plataforma-petrolifera-nobel-paul-romano-llega-al-puerto-de-tenerife/>
- <https://es.linkedin.com/company/noble-drilling>
- <http://www.lancelotdigital.com/archipelago/nuevo-sondeo-en-marruecos>
- <http://www.genelenergy.com/about-us/overview/company-profile.aspx>
- <http://www.genelenergy.com/about-us/history.aspx>
- <http://www.genelenergy.com/operations/morocco.aspx>



## Nombre del Buque offshore: SEDCO 710

---



Ilustración 50. Plataforma SEDCO 710 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: [delacontecerportuario.wordpress.com](http://delacontecerportuario.wordpress.com)

- **Resumen:** El 13 de marzo de 2014 llegó a Tenerife SEDCO 710, una plataforma procedente de Río de Janeiro. Está atracado en el Dique del Este. En un principio SEDCO 710 iba a estar en Tenerife unos 3 meses, por la expectativa de un contrato en el Golfo de Guinea. SEDCO 710 fue la primera plataforma en atracar en Tenerife.
- **Abstract:** On March 13, 2014 came to Tenerife SEDCO 710, a platform from Rio de Janeiro. It's docked at "Dique del Este". At first SEDCO 710 stay in Tenerife for 3 months, by the possibility of a contract in Guinea Gulf. SEDCO 710 was the first platform dock in Tenerife.

## Características del buque:

---

- Nombre: SEDCO 710
- Eslora: 90 metros
- Manga: 76 metros
- Calado máximo: 34 metros
- Velocidad: 6.4 nudos
- Año de construcción: 1983
- Lugar de construcción: astillero Mitsubishi en Japón
- Profundidad de trabajo: de 1.300 metros y perfora hasta 7.600 metros.

## Condiciones de la entrada de la plataforma

---

SEDCO 710 pertenece a Transocean Ltd (la misma empresa que GSF Artic I). SEDCO 710 junto con 78 plataformas forman la empresa. SEDCO 710 estaría en Tenerife unos 3 meses, por la expectativa de un contrato en el Golfo de Guinea. Ha contratado servicios en Tenerife proporcionando ingresos. Estos datos fueron facilitados por la autoridad portuaria.

Días más tarde del comunicado de la autoridad portuaria por la entrada de esta plataforma, se descubrió las verdaderas condiciones que la plataforma presenta. No trajo a bordo 130 tripulantes, sino 15 para las mínimas funciones en el transporte. No se sabe el destino de la plataforma (si se dirigirá al Golfo de Guinea) ni cuánto tiempo se quedará en Tenerife.

Transocean plc. contrató a unas veinte personas para realizar el atraque, y para el mantenimiento de la plataforma mantuvo a unas 13. Las 130 personas nombradas al principio solo estarán cuando la plataforma abandone nuestra isla.

## Historia

---

SEDCO 710 fue enviado al puerto de Santa Cruz porque no reunía las condiciones para atracar en el puerto de Arinaga en Las Palmas de Gran Canaria. Estuvo tres meses allí pero los problemas con el viento y el oleaje producían daños a la plataforma. En varias ocasiones salió a las afueras del muelle por las condiciones meteorológicas.

Antes de venir a Tenerife, Transocean solicitó refugio en el Puerto de las Palmas pero recibió una negativa. La autoridad portuaria no la aceptaba porque es “prácticamente imposible atenderlas por la escasez de línea de atraque disponible para buques inactivos”. Transocean lo desvió al puerto de Santa Cruz.

SEDCO 710 fue la primera plataforma en atracar en Tenerife. La autoridad portuaria albergará este tipo de artefactos en Santa Cruz de Tenerife porque tiene más ventajas que el puerto de las Palmas de Gran Canaria (como calados más profundos en los muelles de Santa Cruz de Tenerife).

## Remolcador

---

El remolcador “Pacific Champion” tiene 7 metros de calado alcanza de 7.8 a 9 nudos.

Es un buque de la Clase C tiene una fuerza de 400 toneladas de tiro del cable del cabrestante, se usan para el amarre de estructuras semisumergibles. Es capaz de almacenar alambre de un total de 8 kilómetros de 76 mm de grosor.

Pacific Champion pertenece a la empresa Swire Pacific Marino. Swire Pacific Marino posee más de 85 buques de apoyo mar adentro, la flota es moderna, con una edad media de 8 años.

## Bibliografía

---

- <http://delacontecerportuario.wordpress.com/2014/03/13/la-plataforma-sedco-710-permanecera-tres-meses-en-santa-cruz-de-tenerife/>
- <http://www.laopinion.es/tenerife/2014/08/19/cuarta-plataforma-petrolifera-aproxima-puerto/559793.html>
- [http://www.marinetraffic.com/es/ais/details/ships/636009395/vessel:SEDCO\\_710](http://www.marinetraffic.com/es/ais/details/ships/636009395/vessel:SEDCO_710)
- <http://www.swire.com.sg/Fleet/AHTS/C-Class.aspx>

## Nombre del Buque offshore: GSF ARCTIC I

---



Ilustración 51. Plataforma GSF ARCTIC I en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente propia

- **Resumen:** El 3 de junio de 2014 atracó en Tenerife la plataforma GSF Arctic I, no pudo entrar en un principio en el puerto de Santa Cruz de Tenerife por la fuerza del viento, así que permaneció fondeada a las afueras durante ocho días. El viento disminuyó hasta ser de 6 a 8 nudos y GSF Arctic I entró a puerto. Para poder realizar la maniobra con éxito tuvieron que intervenir cuatro remolcadores y varios prácticos.
- **Abstract:** On June 3, 2014 docked at Tenerife “GSF Arctic platform”. Al first, the platform couldn’t enter to Tenerife port by the wind, so it remained anchored outside for eight days. The wind decreased to be 6-8 knots and GSF Arctic I entered port. To be able a successfully maneuver participated four tugs and several practical.

## Características del buque:

### Rig Data: GSF Arctic I



Rig Name:	GSF Arctic I
Rig Manager:	Transocean Ltd.
Rig Owner:	Transocean Ltd.
Competitive Rig:	No
Rig Type:	Semisub
Semisub Generation:	3
Rig Design:	Friede & Goldman L-907 Enhanced Pacesetter
Rated Water Depth:	3,400 ft
Drilling Depth:	28,000 ft



RIG CONTRACT & OPERATING STATUS	
Operating Status:	Cold Stacked
Operator:	--

Contract start date, day rate, date available, future contract details; and more available via [RigLogix](#).

RIG LOCATION	
Region:	Africa - West
Country:	Spain
Current Water Depth:	--

Location start date, end date, well location, past and future locations; and more available via [RigLogix](#).

RIG CONSTRUCTION DETAILS	
Classification:	DNV
Rig Design:	Friede & Goldman L-907 Enhanced Pacesetter
Shipyard:	Rauma Repola Finland
Delivery Year:	1983
Flag:	Vanuatu

Construction costs, dimensions, capacities, and dozens of other fields of data on each rig are available via [RigLogix](#).

RIG EQUIPMENT	
Derrick:	Dreco 195' x 40' x 40'; Capacity: 1,400,000 lbs
Drawworks:	National Oilwell E3000 3,000 HP 3 x National Oilwell A-1700-PT triplex each driven by two GE752 Hi-Torque DC traction motors, rated to 5,000 psi with plungers and hi-pressure liners, 1700 HP
Mud Pumps:	Varco TDS-4H 650 short tons, continuous drilling torque rating 45,500 ft-lbs.
Top Drive:	National Oilwell 49.5 in. diameter with independent electric motor drive
Rotary Table:	National Oilwell 49.5 in. diameter with independent electric motor drive

Detailed specs on each piece of rig equipment from BOPs to Winches are available via [RigLogix](#). More than 100 searchable data points.

Las características principales de la plataforma son: 12.072 toneladas, eslora de 79 metros, una manga de 63 metros, 8 metros de calado y tiene una velocidad de 5,4 nudos. Pertenece a la empresa Transocean Ltd. Su bandera es de la República de Vanuatu y fue entregada en 1983, es decir lleva en funcionamiento 32 años.

## Historia

La plataforma GSF Arctic I en un principio operaba en Brasil, y posteriormente se dirigió al puerto de las Palmas de Gran Canaria, estuvo allí atracada hasta que fue

enviada a Tenerife. La plataforma estuvo más de un año y medio inactiva por la espera de un contrato. Gran Canaria decidió tramitar el traslado de la plataforma porque la Autoridad Portuaria anunció que: “no dispone de más espacio para plataformas que no lleguen para ser reparadas o revisadas, y hayan contratado servicios técnicos con astilleros, talleres o empresas instaladas en el recinto de la capital”. En el tiempo que estuvo allí solo solicitó servicios de fondeo y puntuales de avituallamientos para realizar trabajos de mantenimiento. Además la plataforma estaba ocupada por un número mínimo de tripulantes que mantenían la plataforma sólo lo necesario.

GSF ARCTIC I estuvo en Brasil antes de venir a Canarias. En 2011 la empresa Panoro Energy ASA le contrata a Transocean la plataforma GSF ARCTIC I para perforar costa afuera de Brasil (en los tres pozos en los bloques BM -S-63, BM-S-71 y BM-S-72, en la Cuenca de Santos brasileña).

## **Remolcador**

---

GSF ARCTIC I fue remolcada desde Río de Janeiro, Brasil hasta las Palmas de Gran Canaria por el remolcador Fairmount Sherpa. El remolcador recorrió 4000 millas a 4,1 nudos, es decir tardó unos 40 días en llegar a Canarias.

Fairmount Sherpa tiene una eslora de 75 metros y puede arrastrar 205 toneladas con sus 4 motores. Este remolcador hace trayectos transoceánicos y es uno de los 5 super remolcadores que tiene la empresa Fairmount Marine.

## **Propietarios**

---

Transocean es la empresa dueña de GSF Artic I, es una empresa creada en 1910 que explota reservas de petróleo y gas natural. Los empleados de esta empresa se centran en la seguridad y el rendimiento de la perforación

Transocean comenzó con las operaciones de perforación en tierra, on-shore, comenzó en 1926. Posteriormente, inician la perforación mar adentro.

La empresa que contrató a GSF Arctic I en Brasil fue Panoro Energy ASA. Panoro Energy ASA es una empresa internacional de petróleo y gas independiente con oficinas en Oslo y Londres con los activos de exploración y desarrollo en África Occidental. Panoro dejó de invertir en Brasil en 2014 y se ha centrado en el África occidental.

## Bibliografía

---

- <http://www.laopinion.es/tenerife/2014/06/03/tres-plataformas-petroliferas-coinciden-puerto/545752.html>
- <http://www.laopinion.es/tenerife/2014/06/03/tres-plataformas-petroliferas-coinciden-puerto/545752.html>
- [http://www.rigzone.com/data/offshore\\_drilling\\_rigs/266/Semisub/Transocean\\_Ltd/GSF\\_Arctic\\_I](http://www.rigzone.com/data/offshore_drilling_rigs/266/Semisub/Transocean_Ltd/GSF_Arctic_I)
- [http://www.marinetraffic.com/es/ais/details/ships/576917000/vessel:GSF\\_ARCTIC\\_I](http://www.marinetraffic.com/es/ais/details/ships/576917000/vessel:GSF_ARCTIC_I)
- <http://www.laprovincia.es/las-palmas/2014/05/02/plataforma-gsf-arctic-i-desvia/605822.html>
- <http://www.atmosferis.com/la-plataforma-de-perforacion-gsf-arctic-i-llega-a-las-palmas/>
- <http://www.offshoreenergytoday.com/panoro-energy-hires-gsf-arctic-i-rig-for-drilling-operations-offshore-brazil/>
- [http://www.panoroenergy.com/?page\\_id=9](http://www.panoroenergy.com/?page_id=9)
- <http://www.deepwater.com/about-transocean>

## Nombre del Buque offshore: ENSCO DS-2

---



Ilustración 52. Plataforma ENSCO DS-2 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente: [www.marportactivities.com](http://www.marportactivities.com)

- **Resumen:** El 27 de Noviembre de 2014 llegó a Tenerife ENSCO DS2, un buque offshore procedente de Ciudad del Cabo. Atracó en el Dique del Este. Vino a Canarias para realizar reparaciones. Solicitó 3.000 metros cuadrados en el muelle para colocar el material necesario para los trabajos.
- **Abstract:** On 27 November 2014 came to Tenerife ENSCO DS2, an offshore ship from Cape Town. The ship docked in “Dique del Este”. It came to Canary Island for repairs. The company requested 3,000 square meters at the dock to put the necessary work material.

## Características del buque:

---

### ENSCO DS-2

#### GENERAL INFORMATION

**Flag:** Marshall Islands  
**Previous Name(s):** Pride Angola  
**Year Built:** 1999  
**Builder:** Hyundai Mipo Dockyard (Korea)  
**Upgrade:**  
**Design:** Gusto 10000, Self-Propelled Dynamically Positioned Deep water: Drilling Vessel  
**Classification:** DNV 1A1 - Ship Shaped Drilling Unit - DYNPOS AUTR - LCS (DIS), IMO MODU CODE 1989

---

#### MAIN DIMENSIONS

**Length:** 670.92ft  
**Breadth:** 98.43ft  
**Depth:** 62.66ft  
**Moan Pool:**

---

#### MACHINERY

**Main Power:** 6 x Wartsila Vasa 12V-32 x 6,610Hp main engines, driving 1 x Leroy Somer 6,700kVA x 6,600V AC generator.  
**Power Distribution:** Hyundai switchboard; Merlin Gerin switchgear.  
**Emergency Power:** 1 x Caterpillar 3516 B DITA diesel engine driving 1 x Hyundai 2,250kVA, 450V AC generator.

---

#### OPERATING PARAMETERS

**Water Depth:** 10,000ft design; 6,000ft outfitted.  
**Maximum Drilling Depth:** 31,500ft  
**Transit Speed:** 11knots

---

#### DRILLING EQUIPMENT

**Derrick:** Joseph Paris x 180ft x 48ft x 48ft x 725mTon static hook load capacity with 14 lines, 650mTon setback.  
**Drawworks:** Dresco SSGB 750 GE x 4,400Hp  
**Rotary:** National D-605 x 60½" Opening, powered by 1 x GEB-22A1 electric AC motor.  
**Top Drive:** CanRig 1265-E, Hoisting rating 681mt Static Quill Path 51,400ft.lb at 117rpm.  
**Cementing:** 10,000Psi wp  
**Mud Pumps:** 3 x National 14-P-220 triplex x 2,200Hp x 7,500Psi wp

---

#### HOISTING EQUIPMENT

**Cranage:** 1 x Liebherr CBO 2600-50 litronic, elec/hydraulic; 50mTon @ 4m with 34m boom.  
1 x Liebherr CBO 2600-50 litronic, elec/hydraulic; 50mTon @ 4m with 30m boom.

---

#### CAPACITIES

**Variable Deck Load:** Drilling 17,700mT  
**Liquid Mud:** 3,685bbls  
**Bulk Mud/Cement:** 21,190ft<sup>3</sup>  
**Sacks:** 8,800 sacks  
**Drill water:** 7,245bbls  
**Potable Water:** 5,021bbls  
**Brine Storage:** 8,522bbls  
**Base Oil Capacity:** 1,962bbls  
**Fuel Oil:** 37,012bbls

---

#### WELL CONTROL SYSTEMS

**BOP:** ABB-Vetco SHD-H4 well head connector 18<sup>3/4"</sup> x 10,000Psi wp; 2 x Cameron double units type TL 18<sup>3/4"</sup> x 10,000Psi wp with "Hydraulic operated integral ramlock" Shear ram bonnets equipped with tandem boosters; 1x Shaffer 18<sup>3/4"</sup> x 5,000Psi annular; 1 x LMRP: ABB-Vetco connector model H4-HAR 18<sup>3/4"</sup> x 10,000Psi wp; 1x Shaffer 18<sup>3/4"</sup> x 5,000Psi annular; H2S service.  
**BOP Handling:** 1 x MOS elevator type BOP carrier, 250mTon; 1 x MOS BOP gantry crane x 2 x 70mTon; 1 x Kangman Machine Industry Co. X-mas tree carrier, rated test stump 75mTon; rated casing support frame x 100mTon; 1 x Dreggen X-mas tree overhead crane x 2 x 42.5mTon  
**Control System:** Cameron Control Multiplex System.  
**Diverter:** ABB Vetco type KFDS-500 CSO x 500Psi wp x 2 x 12" overboard lines, flow line outlet 18", H2S service.  
**Choke and Kill:** 3<sup>1/2"</sup> x 10,000Psi wp

---

#### HELIDECK

Sikorsky S-92, Load capacity 12.8mTon

---

#### ACCOMMODATION

162 persons

---

En la imagen anterior vemos las características de la plataforma ENSCO DS-2. Las características principales de ENSCO DS2 son: bandera de Islas Marshall, 29.677 toneladas de registro bruto, 207 metros de eslora, 30 metros de manga, 10 metros de calado y perfora hasta 31.500 pies. Fue construido en Corea del Sur en el astillero Hyundai, comenzó a trabajar en 1999 y puede albergar 162 tripulantes.

## Bibliografía

---

- <http://www.puertostetenerife.org/index.php/es/noticias/1953-el-buque-offshore-ensco-ds2-elige-tenerife-para-someterse-a-trabajos-de-gran-reparacion>
- <https://delacontecerportuario.wordpress.com/2014/11/27/la-plataforma-ensco-ds-2-pasara-una-temporada-en-el-puerto-de-santa-cruz-de-tenerife/>

## Nombre de la plataforma: ENSCO 6000

---



Ilustración 53. Plataforma ENSCO 6000 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente propia

- **Resumen:** El 3 de junio de 2014 llegó a Tenerife la plataforma ENSCO 6000, una plataforma procedente de Brasil. ENSCO 6000 se encuentra en Canarias para realizar trabajos de mantenimiento. No se utilizó para las prospecciones en Canarias, “porque no es el tipo de plataforma adecuada para este tipo de perforaciones” según el jefe de operaciones de la plataforma.
- **Abstract:** On June 3, 2014 arrived to Tenerife “ENSCO 6000 Platform”. This platform came from Brazil. ENSCO 6000 is in Canary Island for maintenance work. Chief Operating Platform says, this platform won’t be used for surveys "Because It's not platform type of this type of drilling".

## Características de la plataforma:



EnSCO Brazil  
Av. Rio Branco, 181 / 26 andar  
Centro - Rio de Janeiro  
Cep: 20.040.007 - Brasil  
Phone: 55.21.2262.4074  
Fax: 55.21.2262.3984  
E-mail: [email]  
www.enscopic.com



### ENSCO 6000

#### GENERAL INFORMATION

**Flag:**  
**Previous Name(s):** Pride South America  
**Year Built:**  
**Builder:**  
**Upgrade:**  
**Design:** Self-propelled Class O.U. 100A1 LMC, UMS, DP  
**Classification:**

#### MAIN DIMENSIONS

**Length:** 240ft  
**Breadth:** 145ft  
**Deck Area:** 11,840.4 ft<sup>2</sup>

#### MACHINERY

**Main Power:** (6) M.A.N. 12V 25/30, 3,220 HP diesel engines;  
each driving (6) Holec DG 145/63/105, 2,950kVA alternators  
**Power Distribution:** Ross-Hill SCR system

#### OPERATING PARAMETERS

**Water Depth:** 3,400ft  
**Maximum Drilling Depth:** 12,000ft  
**Transit Speed:** 8-10 knots  
**Survival Conditions:** Moulded draft: 43ft; Wind: 100knots;  
Waves: 120ft; Current: 3.3knots

#### DRILLING EQUIPMENT

**Derrick:** Bailey 147ft x 30ft x 30ft, 800,000lbs static hook load  
**Drawworks:** Oilwell 760E with Elmagco 6032 auxiliary brake  
**Rotary:** Oilwell 49-1/2" with independent drive  
**Mud Pumps:** 2 x Continental Emsco F1000, Triplex

#### HOISTING EQUIPMENT

**Cranage:** 1 x Huisman type 60 PMOC, 60tons SWL, 133ft boom, only brake hydraulic system. 60tons @49ft; 11tons @ 122ft; 1 x Huisman/ITREC type OMC-5600/300ts, 300tons SWL, 155ft boom, complete hydraulic system. 300tons @ 61ft; 20tons @ 151ft.

#### CAPACITIES

**Variable Deck Load:** 2,712 kips  
**Liquid Mud:** 723bbbls  
**Bulk Mud/Cement:** 7,060 ft<sup>3</sup>  
**Sacks:** 2,000 sacks  
**Drill water:** 1,440bbbls  
**Potable Water:** 1,700bbbls  
**Brine Storage:** 2,830bbbls  
**Fuel Oil:** 12,580bbbls

#### WELL CONTROL SYSTEMS

**BOP:**  
**BOP Handling:** 1 x IHC 220mT BOP transporter; (1) Boer Berkel 60mT BOP Bridge crane, 2 x 60mT Boer Berkel spider beams  
**Control System:**  
**Diverter:**  
**Choke and Kill:**

#### MOORING

**Winches:** 2 x Bratvaag (hydraulic/electrical), 170/65 tons  
**Wire:** 7,218ft x 2" wire

#### HELIDECK

Sikorsky S-92, Max Load Capacity 12.8T, Rotor diameter up to 73ft

#### ACCOMMODATION

129 persons

#### ADDITIONAL DATA

3 x totally enclosed 66-man self-propelled lifeboats with total capacity of 207 persons; 4 x 35-man davit launched inflatable life rafts

Las características principales de esta plataforma son: eslora de 73,15 metros y una manga de 44,20 metros. La superficie en la que se encuentra la cubierta principal tiene 3.609 metros cuadrados y puede albergar un total de 129 personas. Su nombre previo antes de que su empresa lo cambiase era "Pride South America".

## Remolcador

El buque semisumergible "Finesse" con bandera holandesa es un buque que transporta carga pesada. Las características principales de este buque son: eslora

216,5 metros y manga 45 metros, velocidad máxima 13 nudos, 7,5 metros de calado, posee 36.653GT. Fue construido en 2012 y es del tipo “open deck vessel” tiene una cubierta extensa y todas las zonas de trabajo se concentran en la proa. El buque Finesse puede sumergirse para que la carga flotante se eleve.

## Propietario

---

La empresa dueña de la plataforma ENSCO 6000 es la Ensco plc. Suministra energía al mundo con servicios de perforación para la extracción del petróleo en alta mar. ENSCO tiene más de 25 años.

ENSCO 6000 plc. son propietarios de una de las flotas más nuevas en las aguas más profundas del mundo y posee una flota de jackups, buques de perforación y semi-sumergibles con posicionamiento dinámico. Esta empresa ha perforado algunos de los pozos más complejos en prácticamente todas las cuencas más importantes del mundo. Actualmente operan en los seis continentes del mundo.

ENSCO plc comunicó el 9 de noviembre de 2012 que las diez plataformas de la compañía que operan en Brasil tienen contratos para largo plazo. ENSCO plc y Petrobras firmaron un contrato para la ENSCO 6000, este contrato aseguraba que esta plataforma trabajase hasta abril de 2014. ENSCO plc también anunció que las plataformas ENSCO 6001 y ENSCO 6002 irían en 2013 a Brasil; esto se debe a las negociaciones que ENSCO tiene con un cliente para los contratos multianuales.

## Bibliografía

---

- <http://www.laopinion.es/tenerife/2014/06/03/tres-plataformas-petroliferas-coinciden-puerto/545752.html>
- <http://www.puertosdetenerife.org/index.php/es/noticias/1899-bart-brouwer-la-plataforma-ensco-6000-ha-dejado-ya-en-tenerife-1-600-000-dolares>

- [http://www.maniobradebuques.com/pdf/tecnologias/buques\\_semisumergibles.pdf](http://www.maniobradebuques.com/pdf/tecnologias/buques_semisumergibles.pdf)
- <http://www.pennenergy.com/articles/pennenergy/2012/11/ensco-provides-update-on-brazil-oil-rigs.html>
- [http://www.enscoplc.com/files/docs\\_rigspecs/ENSCO%206000.pdf](http://www.enscoplc.com/files/docs_rigspecs/ENSCO%206000.pdf)
- <http://www.marinetraffic.com/es/ais/details/ships/shipid:272537/imo:9592850/mmsi:246844000/vessel:FINESSE>

## Nombre de la plataforma: ENSCO 7500

---



Ilustración 54. Plataforma ENSCO 7500 en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Fuente propia

- **Resumen:** La plataforma ENSCO 7500 fondeó a las afueras de Tenerife el 18 de agosto de 2014, procede de Macaé (Brasil). Estuvo fondeado a cinco millas a la espera de que las condiciones meteorológicas mejorasen (solo puede maniobrar cuando el viento es menor de 12 nudos) y para preparar la zona donde se realizará el atraque en "La Dársena de Los Llanos". Compartió atraque con ENSCO 6000 y GSF Artic 1.
- **Abstract:** ENSCO 7500 anchored outside Tenerife August 18th, 2014, proceeds from Macaé (Brazil). It was anchored five miles waiting for the weather conditions improve (just can maneuver when the wind is less than 12 knots) and prepare the zone where docking in "La Dársena de Los Llanos". It shared docking with ENSCO 6000 and GSF Artic 1.

## Características de la plataforma:

### GENERAL INFORMATION

**Flag:** Liberian  
**Previous Name(s):** \_  
**Year Built:** 2000  
**Builder:** TDI Halter Marine - Orange, Texas  
**Upgrade:**  
**Design:** DPS-2  
**Classification:** A. B. S. Maltese Cross A1 Column Stabilized Drilling Unit

### MAIN DIMENSIONS

**Pontoons:** 50ft x 24ft x 290ft  
**Moon Pool:** 20ft x 120ft  
**Columns:** 50ft x 35ft  
**Keel to Main Deck:** 93' 0"  
**Main Deck:** 240ft W x 220ft L

### MACHINERY

**Main Power:** 6 x EMD 20-10G7B/EMDEC x 5,000Hp; 6 x Baylor 8855YNB - 506, 3,580KW generator.  
**Power Distribution:** SCR: Thrusters, 8 x DW3000-6, 3,400 ADC, 750 VDC; SCR: 12 x DW1400-6, 1,500 ADC, 750 VDC.  
**Emergency Power:** 1 x Cat 3512B x 1,476Hp.  
**Thrusters:** 8 x Schottel SRP 2020 x 3,000Hp.

### OPERATING PARAMETERS

**Water Depth:** 7,500ft.  
**Maximum Drilling Depth:** 30,000ft.  
**Air Gap:** 33ft @ 60ft drilling draft.  
**Transit Speed:** 3.5knots @ 45ft draft.  
**Variable Drilling Loads:** 6,300 Ton.  
**Operating Conditions:** 6,300sT @ 60ft.  
**Survival Conditions:** 6,300sT @ 40ft.  
**Transit Conditions:** 3,500sT @ 24ft.

### DRILLING EQUIPMENT

**Derrick:** Drecto 170ft x 46ft x 40ft; 1,928,000lbs gross nominal capacity; 1,500,000lbs static hook load.  
**Drawworks:** National 1625-UBDE x 3,000Hp; Drecth 15050 Elmagco brake.  
**Rotary:** Varco RST 605 hydraulic, 60-1/2" opening, 1,000T, driven by x 4 HT hydraulic motors 10-950.  
**Top Drive:** VARCO TDS 8 SA, Rated Capacity: 750T, Rated wp: 7,500Psi, Driven by: GEB20 AC Motor, Output Power: 1,200Hp, Drilling Torque: 65,500ft/lb x 270rpm max, Make up/Break out Torque: 100,000ft/lb.  
**Drill String Compensator:** Maritime hydraulic, 1000K CMC.  
**Travelling Block:** Drecto, 7-60TB-750 x 750T.  
**Pipe Handling:** Varco PRS-3i pipe-racker, AR4000 iron roughneck, PS30 slips, BX4 & BX5 elevators.  
**Cementing:** Schlumberger  
**Mud Pumps:** 3 x National 14-P-220, triplex, GE 752; 1 x Lewco W446, 320hp AC riser booster.  
**Drill Pipe:** 5-7/8" x 26.41lbs/ft., S-135, Range 2; 5-7/8" x 27.8lbs/ft., S-135, Range 3; 5-7/8" x 46.4lbs/ft., S-135, Range 2 Landing String; Heavy-Weight: 5-7/8" x 57.42lbs/ft., HW-95, all with XT 57.5" x 22.99lbs/ft, S-135, Range 2  
**Drill Collars:** 9-1/2"; 8-1/4"; 6-3/4"

### HOISTING EQUIPMENT

**Deck Cranes:** 1 x Drecto 72DNS 140; 1 x Drecto 72DNS 160  
**Riser Gantry Crane:** 1 x 106ft span x 44T gantry crane

### CAPACITIES

**Active Mud Pits:** 3,625 bbls  
**Reserve Liquid Mud Storage:** 8,550 bbls  
**Bulk Mud/Cement:** 20,118 ft<sup>3</sup>  
**Sacks:** 4,000 sacks  
**Drill Water:** 8,334 bbls  
**Potable Water:** 1,066 bbls  
**Fuel Oil:** 16,414 bbls

### WELL CONTROL SYSTEMS

**BOP:** 6 x Ram Hydril x 18-3/4" x 15,000psi; dual Hydril GX annular 18-3/4" x 10,000psi; 1 x Cameron HC x 18-3/4" x 10,000psi LMRP connector; 1 x Vetco x 18-3/4" x 15,000psi wellhead connector.  
**BOP Handling:** 700,000lbs BOP cart and elevator, 650,000lbs Xmas tree cart.  
**Control System:** 5,000psi Hydril MUX.  
**Riser Details:** Drill-Quip 21" x 2.5m flanged - 85% Buoyant; 4-1/2" ID C/K lines - 4" x ID Booster line; Dual 2-7/8" x ID hydraulic conduit lines.  
**Riser Tensioner:** 8 x Retsco x 250 kips.  
**Diverter** Drill-Quip FDS x 60" x 500Psi.  
**Choke and Kill Manifold:** WOM 3-1/16" x 15,000psi valves with Power Chokes dual hydraulic chokes.

### MOORING

**Winches:** 8 x Skagit WMD-52  
**Chain:** 4 x 3-1/4" K4 Chain x 1,000ft  
**Anchors:** 4 x Vryhof Stevpris MK5, 10 sT

### HELIDECK

Sikorsky S-61 or S-92, 73ft diameter, CAP 437

### ACCOMODATION

140 berths

### ADDITIONAL DATA

**Mud cleaning facilities:** 5 x Brandt LCM-3D Cascade, 5.9G's; 1 x Brandt King Cobra x 2-4/3" Mud Conditioner; 2 x Brandt DG-10 vacuum type.  
**Sewage treatment:** 2 x Omnipure units: 1 x MX12 and 1 x MX15; single point discharge.

Las características principales son: bandera de Liberia, construido en el año 2000, es una plataforma semisumergible de 67 metros de eslora y 73 de manga. Posee un helipuerto de 22 metros y puede albergar hasta 140 personas.

## Bibliografía

- [http://www.enscoplc.com/files/docs\\_rigspecs/ENSCO%207500.pdf](http://www.enscoplc.com/files/docs_rigspecs/ENSCO%207500.pdf)
- <http://www.laopinion.es/tenerife/2014/08/19/cuarta-plataforma-petrolifera-aproxima-puerto/559793.html>

## Nombre del Buque Off-shore: Rowan Renaissance

---



Ilustración 55. Buque Rowan Renaissance. Fuente: [www.diariodeavisos.com](http://www.diariodeavisos.com)

- **Resumen:** Rowan Renaissance es buque contratado por la compañía REPSOL para realizar sondeos en las costas de Fuerteventura y Lanzarote. Este buque no atracó en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, pero fue el único buque de perforación que trabajó en las costas de Canarias. Previamente estuvo en Angola y en Namibia, en este último haciendo perforaciones submarinas exploratorias. Rowan Renaissance llegó a las costas canarias el 14 de noviembre y comenzó con sus exploraciones en la zona, el 28 de enero de 2015 abandona Canarias con destino Angola tras terminar el sondeo. Este buque se caracteriza por tener dos componentes BOP<sup>9</sup>. REPSOL pagaba 620.000 dólares diarios por los servicios de la compañía Rowan, en un principio tenían contrato para tres años.

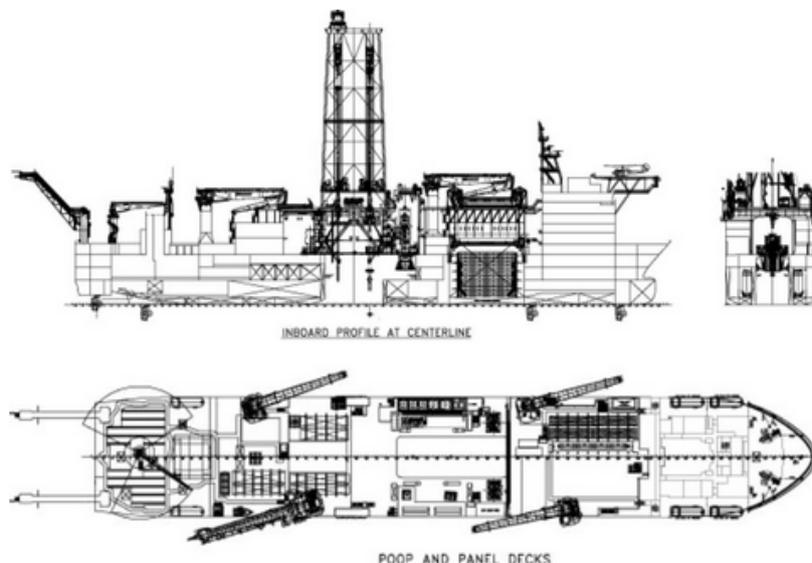
---

<sup>9</sup> BOP: equipo de seguridad para prevenir derrames compuesto por un conjunto de válvulas que se colocan en el inicio del pozo. Las válvulas se accionan por un mecanismo hidráulico acumulador de presión denominado Koomey.

- **Abstract:** Rowan Renaissance is ship payed by REPSOL company for drilling off the Fuerteventura and Lanzarote coast. This ship didn't berth in Santa Cruz of Tenerife port, but worked in Canary island coast. He was previously in Angola and Namibia, in the last one doing exploratory offshore drilling. Rowan Renaissance came to the Canary Islands on November 14 and explored the area. When Rowan Renaissance finished the survey in Canary Island, went to Angola. This vessel is characterized by two components BOP. REPSOL paid \$ 620,000 per day for the services of the company Rowan, initially had contract for three years.

### Características del buque:

---



#### FULLY EQUIPPED 12,000 FT. CAPABLE UDW DRILLSHIP

The Rowan UDW Drillships are GustoMSC P10,000 design. Each is capable of drilling wells to depths of 40,000 feet in waters of up to 12,000 feet with the following primary characteristics:

- DP-3 compliant, dynamically-positioned with retractable thrusters
- Dual-activity capable: main load path active-heave drawworks with crown-mounted compensation (use subject to possible patent coverage in applicable jurisdictions)
- Maximum hook-load capacity of 1,250 tons
- Two seven-ram BOPs incorporating full acoustic backup control with storage and handling facilities for both BOPs
- Five mud pumps with dual mud systems
- Hull integration with below-deck storage for 12,000 ft. of riser
- Four million pound riser tensioning system
- Three 100-ton knuckle boom cranes
- One active-heave 165-ton crane for simultaneous deployment of subsea equipment
- Variable deck load capacity of 20,000 tons
- Accommodations for 210 POB

Design	GustoMSC P10,000
Shipyard Delivery	Q4 2013
Classification Agency	ABS
Flag State	Marshall Islands
Class Notations	+A1, Drillship, Circle E, +AMS, +ACCU, +CDS, +DPS-3, SH-DLA, SFA(25), UWILD NBL, CRC, CPS, HELIDK(SRF), ENVIRO-OS+, ISGM

Shipyard	Hyundai Heavy Industries
Drilling Systems	NOV
Subsea Systems	Cameron

Length Overall	752.0ft/229.2m
Breadth	118.1ft/36.0m
Depth at Side	59.6ft/18.2m
Draft (Max. Operating)	36.1ft/11.0m
Transit Draft	31.2ft/9.5m
Displacement	69,900mt
Deadweight	44,500mt
Rated Max. Water Depth	12,000ft/3,657m
Moonpool, Opening at Baseline	73.5ft x 42ft/22.4m x 12.8m
Max. Drilling Depth	40,000ft/12,192m
Variable Deck Load	20,000mt
Autonomy	Minimum 75 days
Max. Wave Height	Drilling condition 19.7ft (6.0m), Survival condition 42.7ft (13.0m)
Helideck Capacity	Sikorsky S-92 or equivalent

DP Class	DPS-3
Main Engines	6 x Himsen 8,000KW prime mover
Emergency Power	1,500 KW
Thrusters	6 x 5,000 KW azimuth type, self-retracting canister

## Seguimiento del sondeo

---

El 14 de noviembre el buque Rowan Renaissance llega a la zona del sondeo con 41 tripulantes y acompañado con tres barcos de apoyo: Troms Lyra, Troms Atremis y Esvagt Don, Dos días más tarde se estudia la zona con un ROV<sup>10</sup>.

El 18 de noviembre de 2015 comienza la exploración de Sandía, se prepara el sistema de posicionamiento dinámico y se realiza una primera perforación exploratoria para corroborar el estado del fondo marino. Días posteriores se finaliza la primera fase de perforación, se alcanza hasta 110 metros de profundidad, el procedimiento que se sigue es: primero se baja el conducto para la extracción y luego se aísla el canal para evitar derrames.

El 25 de noviembre se alcanza 600 metros de profundidad completando la segunda fase de perforación (se realiza el mismo procedimiento de estanqueidad que en la primera fase). El 5 de diciembre se acopla el BOP.

Se confirma 5 días más tarde que la extracción es segura y que el sistema BOP ha sido conectado correctamente, se prosigue con la perforación hasta 1883 metros.

El 19 de diciembre finaliza la tercera fase de perforación, se alcanzó desde los 1883 metros hasta los 2756 metros. Y posteriormente se vuelve a probar el sistema BOP. Durante las perforaciones, se trabaja continuamente en la estanqueidad de la zona, se realizan diversas pruebas para comprobar las condiciones del pozo.

El 13 de enero de 2015 se alcanza una profundidad final del pozo de 3093 metros y comienza la fase Sandia 1-X, se valoran las características del pozo. El 16 de enero REPSOL emite un comunicado: "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 28 de enero terminan de tapar el pozo y el Rowan Renaissance viaja a Angola.

---

<sup>10</sup> ROV: es un vehículo submarino manipulado por control remoto por un operario que se encuentra en la superficie. Opera mediante señales de radio o por un cable conectado en todo momento.

## Buques de apoyo

---

Los buques Troms Lyra y Troms Artemis dieron apoyo logístico a la llegada de Rowan Renaissance a la zona de sondeo. Le abastecieron de agua, combustible y transportaron materiales entre el buque Rowan Renaissance y la base logística.

Troms Lyra es un PSV (Platform Supply Vessel) con una cubierta de 850 m<sup>2</sup>. El buque tiene bandera noruega y lo constituye 28 tripulantes. Troms Lyra principalmente se posiciona en el Mar del Norte y en el Mar de Barents.

Troms Artemis también es un PSV. El buque tiene bandera noruega y fue construido en 2011. Ambos buques pertenecen a la empresa Troms. Es un proveedor de servicios offshore.

El buque Esvagt Don, con 57 metros de eslora y 15 metros de manga, acompañó al Rowan Renaissance con tres especialistas que se encargaban de avistar cetáceos. Controlan el cumplimiento del protocolo instaurado por la Declaración de Impacto Ambiental. Vigilaban 1 km el radio del Rowan Renaissance. Esvagt Don registraba la presencia de tortugas y aves, y la permanecía a la escucha de los cetáceos a través del PAM (Passive Acoustic Monitoring) en los momentos con baja visibilidad.

## Incidentes

---

El Cabildo de Lanzarote anunció que el buque Rowan Renaissance tuvo un accidente cuando realizaba los sondeos de Namibia, la zona estuvo a punto de sufrir un derrame ocasionando una catástrofe medioambiental. Esta situación fue debida a que abrieron un segundo pozo antes de lo previsto.

Tras el anuncio del Cabildo de Lanzarote, REPSOL realizó un comunicado en el que explicó los hechos de Namibia. El comunicado exalta que no hubiera riesgo de contaminación, se perforó de un pozo a otro a una distancia de 50 metros entre uno y otro, este procedimiento fue autorizado y es común para buscar la zona más

óptima para la extracción. Finalizó en Namibia su trabajo y se dirigió a Angola sin incidente alguno.

Al final la compañía Tower Resources anunció que los sondeos de Namibia había sido un éxito, teniendo en cuenta los primeros hallazgos de petróleo previo a la exploración.

## Propietarios

---

Rowan Renaissance pertenece a la empresa Rowan. Rowan es un proveedor de servicios de perforación costa afuera fundada en 1923. Consta de cuatro buques de perforación en aguas ultra profundas y 30 plataformas autoelevables.

Rowan Renaissance fue contratado por REPSOL. REPSOL es una compañía energética creada en 1971 desde que se aprobó en el consejo de ministros la construcción de una Refinería de Petróleos en Tarragona. Esa empresa ha tenido un gran impacto en Canarias debido a su insistencia en las prospecciones.

## Bibliografía

---

- <http://atcpres.com/2014/07/14/el-barco-de-sondeos-esta-en-angola-y-repsol-lo-quiere-en-canarias-en-otono/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Remotely\\_operated\\_vehicle](http://es.wikipedia.org/wiki/Remotely_operated_vehicle)
- <http://www.martexis.com/p-10393-Valvulas-Preventoras-de-Reventones-BOP-y-Koomey>
- [http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/conocer-repsol/perfil-compania/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/conocer-repsol/perfil-compania/)
- [www.rowan.com/our-company](http://www.rowan.com/our-company)
- <http://www.rowan.com/our-fleet/rig-details/?rig=Rowan%20Renaissance>
- <http://www.tromsoffshore.no/en/company>
- [http://www.repsol.com/es\\_es/corporacion/conocer-repsol/perfil-compania/](http://www.repsol.com/es_es/corporacion/conocer-repsol/perfil-compania/)

## 10. CONCLUSIONES

---

Las plataformas petrolíferas son el resultado de la necesidad del ser humano de explotar al máximo los recursos.

Su principal diferencia respecto a los buques, es que tienen un control mucho más exhaustivo por el gran riesgo que conllevan, desde la aprobación del país competente hasta la extracción se siguen pasos muy rigurosos que son controlados.

En el caso de España, la reciente modificación de la normativa, obliga a que todas aquellas empresas con interés en los recursos de los fondos marinos, controlados por la administración del estado, deben cumplir rigurosamente una serie de requisitos, entre los que se encuentra la presentación de un EIA (Estudio de Impacto Ambiental) de la zona donde se pretende operar; vital si se quiere obtener los permisos necesarios para iniciar en primer lugar la prospección y a posteriori la extracción.

En el caso de las plataformas fijas, el proceso de fabricación no se restringe únicamente al astillero, sino que se debe desplegar gran cantidad de recursos para su establecimiento.

El movimiento económico que genera las plataformas va más allá de la mera extracción, sino que también requiere de reparaciones, mantenimiento, certificación, actualizaciones, etc. Por esta razón, Canarias está siendo beneficiada por esta industria, debido a nuestra inmejorable situación geográfica.

Canarias está siendo competente y busca alternativas para poder desarrollar la economía y la industria. Sin duda, creo que la aprobación en el pasado mes de junio de la construcción del astillero de Santa Cruz de Tenerife, junto con Astican, consigue un considerable avance de Canarias a nivel mundial; y que por nuestra situación geográfica será un éxito.



# 11. BIBLIOGRAFÍA DE CONTENIDO

---

[1] [http://www.solarnavigator.net/oil\\_rigs.htm](http://www.solarnavigator.net/oil_rigs.htm)

[2] <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/platform-compliant-tower.htm>

[3] <http://www.drillingformulas.com/definitions-of-various-offshore-drilling-rig-types-and-generation/>

[4] <http://petrowiki.org/Jackups>

[5] [http://www.modec.com/fps/fpso\\_fso/about/](http://www.modec.com/fps/fpso_fso/about/)

[6] <http://www.google.com/patents/US5551802>

[7] <http://www.google.com/patents/US5551802>

[8] [http://www.cartamar.com/productos/cdigo-modu-cdigo-para-la-construccin-y-el-equipo-de-unidades-mviles-de-perforacin-mar-adentro-2009-edicin-2010\\_2454309\\_1.html](http://www.cartamar.com/productos/cdigo-modu-cdigo-para-la-construccin-y-el-equipo-de-unidades-mviles-de-perforacin-mar-adentro-2009-edicin-2010_2454309_1.html)

[9] <http://es.slideshare.net/GuillermoAlmaznHernndez/unidad-1-sistemas-estructurales-construccin-de-instalaciones-petroleras?related=1>

[10] <http://es.slideshare.net/andresoviedo63/56121877-iteatomo17sistemasestructuralesplataformaspetroleras>

[11] [http://www.api.org/~media/files/publications/whats%20new/2a-wsd\\_e22%20pa.pdf](http://www.api.org/~media/files/publications/whats%20new/2a-wsd_e22%20pa.pdf)

[12] [www.iacs.org.uk/](http://www.iacs.org.uk/)

[13] <http://www.cursosypostgrados.com/acreditaciones/dnv--det-norske-veritas--5168.html>

[14] <http://ww2.eagle.org/en/about-us.html>

[15] [http://www.bureauveritas.com/wps/wcm/connect/bv\\_com/group/home/about-us/quality\\_health\\_safety\\_environment](http://www.bureauveritas.com/wps/wcm/connect/bv_com/group/home/about-us/quality_health_safety_environment)

[16] Ben C. Gerwick, Jr. *Construction of Marine and Offshore Structures*. 2007.

[17] [southampton.ac.uk](http://southampton.ac.uk)

[18] <https://www.youtube.com/watch?v=WnwgFjnWttg>