

***Características de los astilleros y su  
implementación en aguas de Canarias***

**Trabajo Fin de Grado**  
Grado en Náutica y Transporte Marítimo Julio de 2023

Autor:  
**Daniel García Medina**  
42.238.734Q

Tutor:  
Prof. Dr. Alejandro Urbano Gómez Correa

**Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**  
**Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval**  
Universidad de La Laguna

---



D/D<sup>a</sup>. Alejandro Urbano Gómez Correa, Profesor de la UD de Ciencias y Técnicas de Navegación, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Daniel García Medina** con **DNI 42238734Q**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: ***Características de los astilleros y su implementación en aguas de Canarias***

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 documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 16 de Julio de 2023.

Fdo.: Alejandro Urbano Gómez Correa

Director del trabajo.



García Medina, Daniel. (2023). *Características de los astilleros y su implementación en aguas de Canarias*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

## RESUMEN

Este TFG ha sido orientado al campo de la construcción y reparación naval. Concretamente he centrado mi investigación en documentar la evolución histórica de los astilleros, sus tipos, así como las dificultades a las que se ha enfrentado el sector en cada una de las etapas y la competencia que existe entre los países.

He tratado de identificar y dar información sobre los principales procesos que tienen lugar en el astillero desde el diseño al ensamble final, así como los riesgos derivados de los mismos tanto a las personas y su seguridad como posibles daños al medio ambiente.

He recopilado información de la maquinaria empleada y los métodos de varada, sus características, usabilidad, limitaciones y diferencias.

Finalmente se ha analizado la peculiaridad de la posición geográfica de Canarias, tanto sus ventajas como las limitaciones actuales que tienen los astilleros de las islas, proponiendo un nuevo proyecto de astillero capaz de solventar parte de la problemática a la que se enfrenta la reparación naval en el archipiélago.

Palabras claves: [construcción naval, astilleros, evolución, Canarias].



García Medina, Daniel. (2023). *Características de los astilleros y su implementación en aguas de Canarias*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

## **ABSTRACT**

This End of Degree Project has been oriented to the field of shipbuilding and ship repair. Specifically, I have focused my research on documenting the historical evolution of shipyards, their types, as well as the difficulties that the sector has faced in each of the stages and the competition that exists between countries.

I have tried to identify and provide information on the main processes that take place in the shipyard from design to final assembly, as well as the risks derived from them both to people and their safety and possible damage to the environment.

I have collected information on the machinery used and the dry-docking methods, their characteristics, usability, limitations and differences.

Finally, the peculiarity of the geographical position of the Canary Islands has been analyzed, both its advantages and the current limitations of the shipyards in the islands, proposing a new shipyard project capable of solving part of the problems faced by ship repair in the archipelago.

Keywords: [shipbuilding, shipyard, evolution, Canary Islands].



## AGRADECIMIENTOS

---

*Con este Trabajo de Fin de Grado concluye mi etapa final en el Grado de Náutica y Transporte Marítimo. Me gustaría poder agradecer a mi tutor Alejandro Urbano Gómez Correa por el tiempo y esfuerzo que ha dedicado a orientarme en todas las etapas de este TFG. Desde sus propuestas iniciales para elegir un tema de mi agrado, el interés mostrado por ver los avances, las propuestas de mejora del trabajo y el apoyo en los momentos de frustración e indecisión surgidos en algunos puntos de la elaboración de este trabajo.*

*También me gustaría agradecer a mis amigos y compañeros que han realizado las prácticas curriculares en el astillero Tenerife Shipyards y que me han brindado información muy útil para la elaboración y búsqueda de información.*

*Por último, dar las gracias a todo el profesorado y personal de la ULL que han intervenido en este proceso educativo de formación y superación personal durante estos años de carrera.*

---

---

---

## Índice del TFG

---

<b>1. Introducción.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Definición de astillero .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Dónde y cómo surgen.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Tipos de astilleros.....</b>	<b>14</b>
<b>5. Impacto de la entrada del continente asiático en el sector.....</b>	<b>15</b>
1. Hyundai Heavy Industries (Corea del Sur) .....	15
2. Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (Corea del Sur).....	15
3. STX Offshore & Shipbuilding (Corea del Sur) .....	15
4. Imabari Shipbuilding(Japón).....	15
5. China ShipbuildingGroup(China).....	15
6. Samsung Heavy Industries (Corea del Sur) .....	15
7. Sumitomo Heavy Industries (Japón) .....	15
8. Mitsubishi Heavy Industries (Japón).....	16
9. FincantieriS.p.A. (Italia) .....	16
10. Harland and Wolff (Irlanda) .....	16
<b>6. Evolución en España .....</b>	<b>17</b>
<b>7. Fases de creación de un buque.....</b>	<b>20</b>
7.1.-El proyecto .....	20
7.1.1Fase de proyecto conceptual. ....	20
7.1.2 Fase de proyecto contractual. ....	20
7.1.3 Fase de proyecto de clasificación .....	20
7.1.4Fase de proyecto de construcción.....	21

7.2 Fase de obtención de los materiales necesarios.....	22
7.3 Fabricación de subconjuntos y módulos .....	24
<b>8. Riesgos laborales presentes en los astilleros. ....</b>	<b>26</b>
<b>9. Equipos de protección individual.....</b>	<b>29</b>
<b>10. Impacto medioambiental producido por los astilleros.....</b>	<b>30</b>
<b>11. Vertidos generados en la construcción y reparación naval .....</b>	<b>34</b>
<b>12. Tipos de varada.....</b>	<b>36</b>
<b>13. Rampas de varada y botadura .....</b>	<b>37</b>
<b>14. Grúas .....</b>	<b>38</b>
<b>15. Diques flotantes. ....</b>	<b>39</b>
<b>16. Carro varadero.....</b>	<b>41</b>
<b>17. Dique seco .....</b>	<b>42</b>
<b>18. Travelift .....</b>	<b>44</b>
<b>19. Syncrolift.....</b>	<b>46</b>
<b>20. Forklift .....</b>	<b>47</b>
<b>21. Astilleros en Canarias.....</b>	<b>48</b>
<b>22. Principales empresas de astilleros emplazados en Canarias .....</b>	<b>49</b>
<b>23. Principales problemas de los astilleros canarios .....</b>	<b>53</b>
<b>24. Proyecto de creación de un nuevo astillero en las islas .....</b>	<b>55</b>
<b>25. Emplazamiento del astillero .....</b>	<b>56</b>
<b>26. Parque eólico.....</b>	<b>58</b>
<b>27. Dispositivos de varada. ....</b>	<b>59</b>
<b>28. Instalaciones auxiliares .....</b>	<b>60</b>
<b>29. Servicios de reparación disponibles.....</b>	<b>61</b>
<b>30. Conclusión.....</b>	<b>63</b>
<b>31. Bibliografía.....</b>	<b>64</b>

## Tabla de ilustraciones

---

<b>Ilustración 1. Bajamar Express en el astillero Henderson (Australia) .....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 2. Woolwich Dockyard (1790). Óleo de Nicholas Pocock. Museo Marítimo Nacional .....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 3. Tabla de crecimiento del negocio según regiones .....</b>	<b>15</b>
<b>Ilustración 4. Astillero de Hyundai Heavy Industries.....</b>	<b>16</b>
<b>Ilustración 5. Imagen de la SECN Ferrol con un buque en la grada.....</b>	<b>17</b>
<b>Ilustración 6. Tabla de los principales constructores navales .....</b>	<b>19</b>
<b>Ilustración 7. Esquema de las fases de diseño del buque .....</b>	<b>21</b>
<b>Ilustración 8. Curva del límite de fatiga del acero vs aluminio .....</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 9. Modulo de tuberías en la fabricación de un buque en Ferrol .....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 10. Ensamble de módulos en las gradas del astillero de Hyundai.....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 11. Cartel PRL área de trabajo Tenerife Shipyards.....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 12. Equipos de protección individual.....</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 13. Desguace de un buque en el muelle de Vigo .....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 14. Residuos peligrosos .....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 15. Vertedero de residuos urbanos .....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 16. Vertedero de escombros .....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 17. Vertido tras incendio del astillero de Marín.....</b>	<b>35</b>
<b>Ilustración 18. Fotografía del incendio del astillero de Marín.....</b>	<b>35</b>
<b>Ilustración 19. Rampa de varada ubicada en El Pris (Tenerife) .....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 20. Grúa móvil elevando una gabarra .....</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 21. Dique flotante autopropulsado HUACHUAN N°1 .....</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 22. Buque subiendo a carro varadero en Ferrol .....</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 23. Dique seco astilleros de Navantia .....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 24. Travelift de Varaderos de Anaga .....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 25. Syncrolift de Cartagena.....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 26. Forklift para el Puerto de la Duquesa.....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 27. Fotograma de las aguas a Canarias y buques que las transitan .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 28. Instalaciones de ASTICAN .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 29. Instalaciones de Tenerife Shipyards.....</b>	<b>52</b>

---

<b>Ilustración 30. Instalaciones Hidramar Shipyards .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 31. Volcán de Tagoro y Benchijigua Express en astilleros de Cádiz y Ferrol. .....</b>	<b>54</b>
<b>Ilustración 32. Vista del emplazamiento del astillero .....</b>	<b>56</b>
<b>Ilustración 33. Plano del Puerto de Granadilla .....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 34. Distribución del proyecto del astillero.....</b>	<b>62</b>

## 1. Introducción

La construcción naval lleva varios siglos jugando un papel fundamental en el marco socioeconómico de muchos países generando puestos de trabajos, fomentando la industria local y respaldando un importante valor del PIB de los mismos.

Aunque la industria de los astilleros haya sufrido muchos altibajos especialmente en España, este sector sigue siendo sumamente importante a nivel mundial ya que permite la creación, reparación y adecuación de toda la flota mercante que asegura la importación y exportación de centenares de miles de productos a lo largo y ancho del globo terráqueo.

Por ello, he centrado mi investigación en documentar sus inicios, evolución, procesos que tienen lugar en ellos y todo lo que implica su implementación en el archipiélago.

## 2. Definición de astillero

Los astilleros son instalaciones donde se fabrican y además reciben servicios de mantenimiento o reparación tanto buques como plataformas fijas y/o artefactos navales ya sean militares, comerciales e incluso de recreo.

Estas tareas abarcan un amplio proceso que comprende desde la planificación del proyecto en el área de ingeniería y cálculo hasta completar el proceso de creación o reparación con todas sus etapas las cuales detallaremos a lo largo de este trabajo.



Ilustración 1. Bajamar Express en el astillero Henderson (Australia). Fuente: <https://www.fredolsen.es/es/planificar-viaje/noticias/el-nuevo-bajamar-express-ya-luce-su-forma-de-trimaran>

### 3. Dónde y cómo surgen

La construcción naval ha sido una de las tecnologías más tempranas de la historia, surgiendo mucho antes que la imprenta, la máquina de vapor, el motor de combustión, la bombilla, el avión o los antibióticos.

Ha jugado un papel decisivo en la historia de la humanidad ya que permitió al ser humano la posibilidad de practicar el arte de la navegación y los viajes entre continentes.

Se considera que la construcción data de mucho antes que la propia palabra “carpintero”, lo que resulta muy curioso teniendo en cuenta que las primeras embarcaciones eran de madera y el término “carpintero” tiene su primer registro allá por el año 1297.

La construcción de astilleros como tal nace en la Edad Media, primeramente, se construían las embarcaciones en ciudades, pero debido al elevado riesgo de incendio en aquella época y la poca practicidad, llevaron a trasladar los primeros astilleros como los que hoy conocemos a las horillas de ríos y mares.

Una de las primeras referencias data del siglo XVI con el río Támesis donde vivieron un espectacular auge convirtiéndose en unas de las zonas más relevantes en la construcción naval durante prácticamente cuatro siglos. Sus contemporáneos en Venecia, Pisa, Génova, Sevilla y el Reino de Aragón también fueron importantísimas áreas para la evolución de los mismos.



Ilustración 2. Woolwich Dockyard (1790). Óleo de Nicholas Pocock. Museo Marítimo Nacional. Fuente: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Woolwich\\_Dockyard\\_1790.jpg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Woolwich_Dockyard_1790.jpg)

Los astilleros españoles entre muchas de sus hazañas dieron lugar a las tres carabelas que llevaron a Cristóbal Colón al descubrimiento del nuevo continente en el año 1492.

## 4. Tipos de astilleros

Se pueden englobar en tres grupos:

- Astillero de construcción. Dedicados al desarrollo de nuevas embarcaciones. Todo este proceso es sumamente amplio y abarca desde los primeros bocetos hasta la botadura del barco final al agua. Requiere de un gran equipo técnico que sepa evaluar las necesidades de la naviera o persona que solicita la embarcación, propósito del buque, zona donde vaya a navegar y cualquier variable a tener en cuenta para reducir al mínimo los riesgos en la navegación y tratar de optimizar el rendimiento en su desempeño. Una vez acabada esa parte técnica del diseño comenzaría la igualmente compleja fase de ensamblaje del mismo. Además, resulta sumamente importante la finalidad que vaya a tener el buque ya que un buque con una finalidad bélica difícilmente podrá ser construido en la misma factoría que un yate de lujo.
- Astillero de reparación. Estos astilleros prestan servicios de reparación o adaptación a buques. Habitualmente suelen estar especializados según el tipo de buque ya sea comercial, de recreo, investigación, etc.

En ellos se pueden llevar a cabo desde los más simples mantenimientos preventivos hasta avanzadas reparaciones que involucren el casco del buque o su propulsor.

También en ellos se realizan adaptaciones de buques para cumplir nuevas normativas que hayan sido implementadas recientemente.

Es sumamente importante que estos astilleros tengan una buena capacidad de poder realizar estas tareas en periodos de tiempo lo más breves posibles, así como su localización en el globo que tenga en cuenta principales rutas marítimas nacionales y/o internacionales y que brinden un servicio de calidad. Todas estas características son clave ya que habitualmente los días de varada se traducen en enormes pérdidas a la empresa que contrata este tipo de servicios.

- Astilleros de construcción y reparación. Son empresas cuyo negocio que engloba la creación y reparación de buques. Son capaces de diseñar y ensamblar los barcos, así como de prestar servicios de reparación y dar mantenimiento y asistencia de forma urgente. Durante siglos fue el principal modelo de astillero, pero hoy en día han quedado relegados a un segundo plano.

## 5. Impacto de la entrada del continente asiático en el sector

Según un informe emitido por “Mordor Intelligence” (empresa surgida en 2014 que cuenta con un equipo de expertos en mercados financieros y con más de 6000 proyectos) se indica que el pasado 2021 la reparación y construcción en el sector naval generaron la asombrosa suma de 133 540 millones de dólares y se espera que esta cifra se incremente en más de un 30% para el 2027.

Ship Building Market - Growth Rate by Region, 2022-2027



Source: Mordor Intelligence



Ilustración 3. Tabla de crecimiento del negocio según regiones. Fuente: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/seed-treatment-market>

Europa lideró durante siglos esta industria naval de creación y reparación de buques y, aunque siga siendo un continente con peso en el sector, ha quedado desplazado totalmente a un segundo puesto contra su competidor asiático.

China, Japón y Corea del Sur cuentan con los más grandes y prestigiosos astilleros que operan en la actualidad, siendo que 8 de los 10 astilleros más grandes del mundo provienen del continente asiático. Tan solo Hyundai Heavy Industries acapara cerca del 14% del mercado, con un astillero cuya extensión supera los 4 km de costa.

Este ranking mostraría el top 10 de astilleros con mayor relevancia global:

1. Hyundai Heavy Industries (Corea del Sur)
2. Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (Corea del Sur)
3. STX Offshore & Shipbuilding (Corea del Sur)
4. Imabari Shipbuilding(Japón)
5. China ShipbuildingGroup(China)
6. Samsung Heavy Industries (Corea del Sur)
7. Sumitomo Heavy Industries (Japón)

8. Mitsubishi Heavy Industries (Japón)
9. Fincantieri S.p.A. (Italia)
10. Harland and Wolff (Irlanda)



Ilustración 4. Astillero de Hyundai Heavy Industries. Fuente:  
<https://megaconstrucciones.net/?construccion=puerto-ulsan>

Por otro lado, el mercado de los pequeños cruceros ha sufrido un auge en la última década. Esto ha podido abaratar costes de producción debido a la elevada demanda y la elevada cartera que existe de los mismos y Europa ha intentado aprovechar esta demanda actualizando y creando nuevos astilleros, pero una vez más, Asia no se ha quedado atrás y está abarrotando el mercado de este tipo de cruceros y provocando una caída drástica en el valor de mercado, por lo que sus competidores se han visto obligados a tener que limitar su margen de beneficio debido a la competencia desleal.

## 6. Evolución en España

Tras la independencia de las últimas colonias españolas en América la marina mercante española se ve inmersa en una crisis la cual también repercute gravemente en la construcción naval.

Esta situación persiste hasta aproximadamente el año 1909 donde surge la Sociedad Española de Construcción Naval que impulsa la creación de nuevos navíos de acero en los astilleros de Cartagena y Cádiz entre otros.

Esta sociedad fue adquiriendo distintos astilleros ya existentes y que estaban en declive y así poder incentivar de vuelta el sector.

Además, creó alianzas con Messrs Vickers que era una prestigiosa empresa británica que prestaba servicios de ingeniería en aviación, servicios navales, ferroviarios, militares y eléctricos hasta prácticamente el siglo XXI donde fue absorbida por la sociedad de Rolls Royce.

Esta colaboración dio lugar a la creación de numerosos buques bélicos en astilleros de Cádiz y Bilbao.

El Ferrol vio nacer prácticamente a toda la flota de guerra del ejército español que implementaba los cañones y dispositivos de blindaje que se llevaban a cabo en la región de Reinosa.

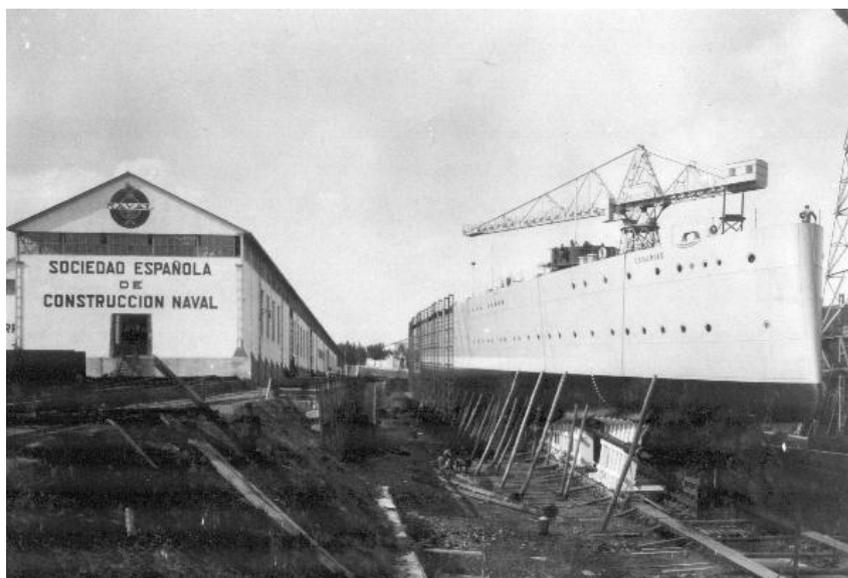


Ilustración 5. Imagen de la SECN Ferrol con un buque en la grada. Fuente: <https://conbdebarco.wordpress.com/2016/07/05/historia-de-los-astilleros-ferrolanos-parte-ii-de-1908-1939/>

En el resto de la costa norte también existían otros astilleros como el de Hijos de J.Barreras en Vigo pero centrados principalmente en la pesca ya que el sector primario en esa zona era un pilar fundamental en la economía. Además, la concentración de la industria siderúrgica en la zona norte de la península Ibérica propiciaba la expansión del sector.

Años después, cuando se desató la Segunda Guerra Mundial, la industria volvió a vivir uno de sus mejores momentos ante la necesidad de la creación de nuevos navíos de guerra y de la creación de nuevos astilleros para poder satisfacer la demanda como el creado por la empresa Nacional Elcano en la provincia de Sevilla.

El 1956 también fue un año decisivo ya que se instauró la Ley de Renovación de la Marina Mercante, la cual prohibía a los armadores españoles realizar encargos fuera de España y que ayudó al incremento del volumen de trabajo de los astilleros nacionales.

11 años más tarde, con la orden del gobierno para la creación de Astilleros Españoles S.A, España alcanza prácticamente el 7% de creación de todos los barcos a nivel mundial y provoca una imperiosa necesidad de invertir en diseñar nuevos astilleros y mejorar las técnicas y maquinarias en los ya existentes.

Las décadas de los 70's y 80's comenzaron a ser oscuras. Hubo que hacer frente a una dura crisis de los transportes, a todo ello se sumó la entrada de la competencia asiática y por si fuera poco la adaptación necesaria para poder formar parte de la Comunidad Económica Europea. Todo ello se saldó con numerosos despidos y el descenso del poder de la industria.

Todo este apogeo del sector vivido en los 60's y 70's y que comenzó a decaer en los 70's, quedó duramente truncado a principios de este siglo XXI donde la Unión Europea reclama 1.400.000.000 de euros al sector en ayudas que habían percibido con el polémico TaxLease. Este duro varapalo deja cientos de miles de trabajadores en el paro y reduce drásticamente el producto interior bruto a tan solo un 11% suponiendo prácticamente la mitad de su rival germano.

A esta dura crisis hay que sumarle una posterior pandemia producida por el COVID que volvió a castigar duramente la industria.

Con todo ello, España pasó de estar a la cabeza en la construcción naval hace apenas 60 años, a actualmente no figurar tan siquiera ni en las diez primeras posiciones.

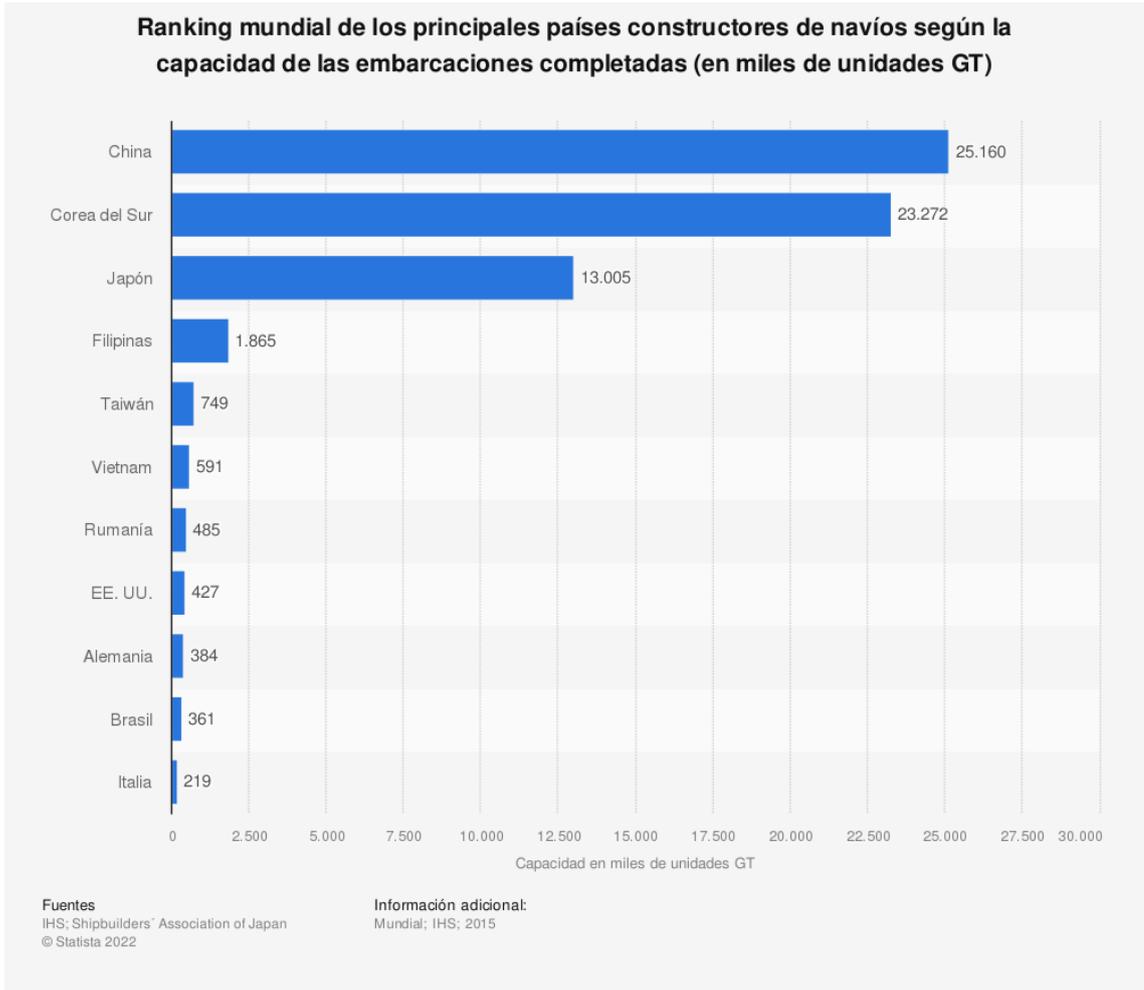


Ilustración 6. Tabla de los principales constructores navales. Fuente: <https://es.statista.com>

## **7. Fases de creación de un buque**

### **7.1.-El proyecto**

Se lleva a cabo en diferentes fases, buscando que a medida que este avance se vaya perfeccionando, eliminando posibles errores y mejorando las características del diseño final.

#### **7.1.1 Fase de proyecto conceptual.**

En esta fase lo más importante es definir si el proyecto es o no viable. En esta etapa se sugieren las primeras características que debe cumplir el buque como su capacidad de carga, velocidad, dimensiones, las áreas de navegación por las cuales transitará, etc. Se hacen numerosas simulaciones, así como complejos cálculos incluyendo numerosas variables a tener en cuenta en múltiples supuestos. Con estos datos se buscará la optimización para lograr una buena relación entre rendimiento y costos.

Tras esta etapa inicial se podrán obtener datos sobre si es factible o no, los costos aproximados que supondría llevar a cabo el proyecto y arrojará información sobre el posible calado del buque, capacidad, tipo de propulsor, vida útil aproximada, etc.

#### **7.1.2 Fase de proyecto contractual.**

Esta fase suele comenzar con el uso de datos técnicos de barcos ya existentes. El uso de estos datos ahorrará tiempo y dinero. Se hará empleo de las principales características del buque ya existente como algunas dimensiones, calados, estabilidad etc. Y se irán reajustando algunos parámetros a los de la nueva creación.

En este punto ya se incluye de una forma más precisa los costes de la obra, las calidades de los materiales que se van a emplear, los sistemas que se van a implementar, la potencia final que será capaz de entregar el propulsor elegido además de incluir todos los todos los sistemas de seguridad necesarios para cumplir con la legalidad.

#### **7.1.3 Fase de proyecto de clasificación**

Este proyecto trata de asignar al buque una clase dentro del registro de buques de cada sociedad una vez se han efectuado diferentes inspecciones y reconocimientos que ratifican que el buque tiene las características necesarias para adquirir la condición de buque.

#### 7.1.4 Fase de proyecto de construcción.

Abarca todos los documentos que son necesarios para dar inicio a la construcción del buque.

Se crearán planos y pautas para la creación de unidades, subconjuntos, equipamiento a bordo como cableado, sistemas auxiliares... necesarios para la aceptación del proyecto.

Además, se crearán manuales para futuros planes de mantenimiento correctivo y preventivo.



Ilustración 7. Esquema de las fases de diseño del buque. Fuente propia

## 7.2 Fase de obtención de los materiales necesarios.

En esta fase el astillero se debe de aprovisionar de los materiales necesarios para empezar la construcción. Se abastecerá de proveedores locales e importará otros.

Para ello descargará los materiales, los trasladará al parque y allí serán tratados frente a la corrosión para que su superficie sea óptima para trabajar en ella, se clasificarán y además se corregirán mediante maquinas enderezadoras o desecharan materiales que hayan sufrido deformaciones.

Los materiales más empleados son:

-El acero (aleación de hierro y carbono) es el elemento más abundante y versátil en la construcción de un buque. Se requiere en sus diferentes formas comerciales ya sean chapas, perfiles, vigas y refuerzos.

Existen diversos tipos, van desde chapas con un espesor de unos pocos mm a piezas que superan los 3500mm de espesor.

Según su calidad se clasifica en acero naval de tipo A, B, D y E y de gran resistencia como el AH y el DH.

-Madera. Hay que hacer una clara distinción de la que se emplea en el interior como en el exterior del buque. Para el uso en interiores deben de tener una buena flexibilidad y ligereza como la que puede aportar el pino y la caoba entre otras.

El contrachapado y el aglomerado también son ampliamente utilizados gracias a su bajo coste.

Para el exterior del barco se emplean maderas más resistentes a los elementos y a los impactos como puede ser la madera de teca además la humedad provoca la aparición de moho y es necesario realizar mantenimientos frecuentes para evitar el mismo.

-PRF o polímero reforzado con fibra. Es el sustituto actual de la madera gracias a su reducido precio y alta durabilidad y flexibilidad. Su peso también permite ahorrar costos en el desarrollo de buques ya que se mejora la eficiencia del propulsor, se ve menos afectado por la corrosión que el resto de materiales y aumenta la comodidad en barcos de pasajeros ya que tiene un menor impacto acústico y genera menos contaminación en el proceso de fabricación que otros materiales como el acero.

Habitualmente se emplean fibras de vidrio y/o de carbono.

-Aluminio. Es otro material sumamente importante en la construcción naval ya que posee unas cualidades excelentes para su uso en el medio marino.

Sus principales ventajas son su resistencia similar al acero, pero con un peso tres veces menor, su alta resistencia al fuego en comparación con el PRF, la estabilidad que aporta su bajo peso, alta capacidad para ser reciclado, y sus ínfimos costes de mantenimiento que, frente al acero que requiere de continuos procesos de pintado, el aluminio con una correcta protección galvánica puede resistir la osmosis provocada por el medio marino durante años.

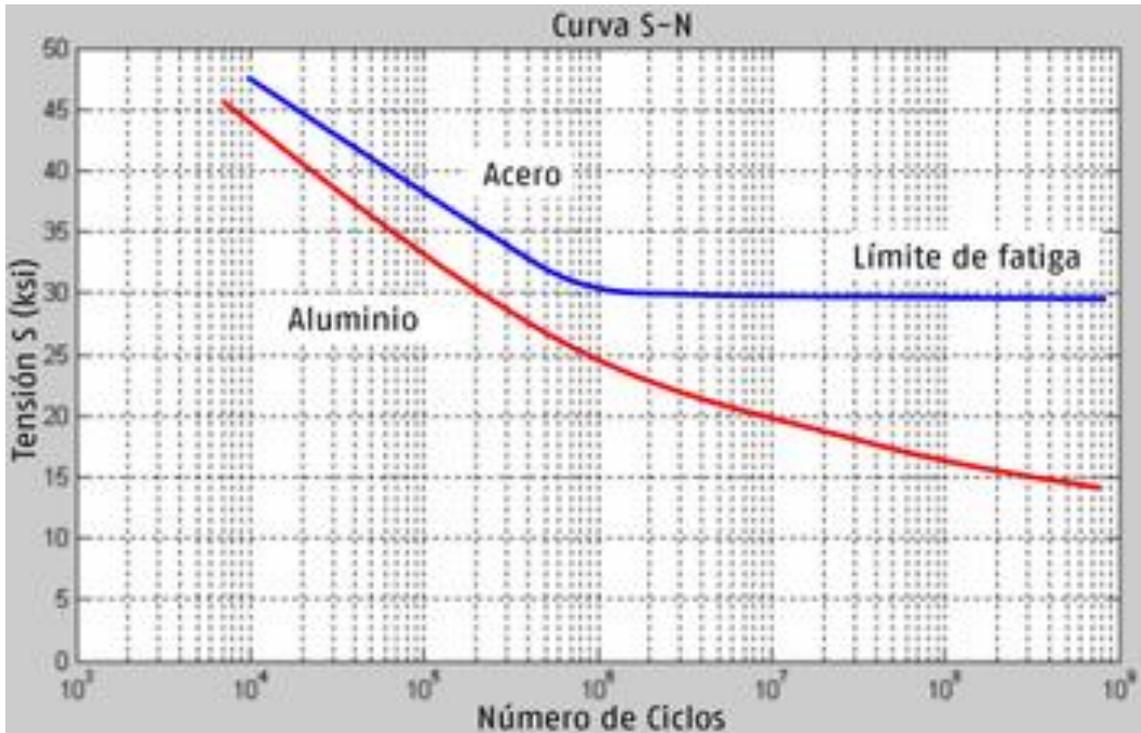


Ilustración 8. Curva del límite de fatiga del acero vs aluminio. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmite\\_de\\_fatiga](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmite_de_fatiga)

### 7.3 Fabricación de subconjuntos y módulos

Es la fase siguiente a la de obtención de materiales, en esta etapa las planchas de acero las cuales ya han sido chorreadas previamente y enderezadas serán trasladadas a mesas de corte y a cilindros de curvado a presión, además serán soldadas para formar refuerzos estructurales tales como “T” e “I” acordes a los planos del proyecto.

Estos refuerzos y planchas de diferentes formas y características serán trasladados a talleres donde se irán ensamblando los subconjuntos a través de diferentes técnicas de soldadura tanto manuales como automáticas y se irán equipando con diferentes conductos e instalaciones.

Una vez finalizados estos subconjuntos serán transportados para crear módulos, pero antes de ello se realizarán exhaustivos controles a las soldaduras que, de no ser superados, requerirán de la realización de nuevas soldaduras.

Los módulos son uno de los componentes principales, compuestos de varias piezas y accesorios sobre una estructura creada previamente.

Podremos clasificarlos según su tipo en:

- Módulos de maquinaria o primarios.
- Módulos de tuberías
- Módulos funcionales
- Macro módulos.

Tras la finalización de los diferentes módulos, estos serán trasladados a las gradas donde se irá ensamblando el buque y pasará por controles de calidad periódicos para asegurar una correcta integridad estructural del casco.

En las gradas también se someterá a los procesos de perfilado y pintura antes de la botadura, así como la realización de las diferentes instalaciones ya sean de cableado, equipos de ayudas a la navegación...



Ilustración 9. Modulo de tuberías en la fabricación de un buque en Ferrol. Fuente: <https://exponav.org/blog/construccion-naval/estrategia-constructiva-aplicacion-en-buques/>



Ilustración 10. Ensamble de módulos en las gradas del astillero de Hyundai. Fuente: <https://www.bbc.com/news/world-asia-32811866>

## 8. Riesgos laborales presentes en los astilleros.

A veces las reparaciones realizadas en un astillero pueden constituir un entorno hostil para los trabajadores del mismo. Se exponen a numerosos riesgos físicos y químicos que deben ser evaluados para crear planes de seguridad acordes.

Los encargados de la elaboración de estos planes deberán intentar eliminar el peligro o reducir este al mínimo ejecutando los planes para trabajar de una forma segura y suministrar a los operarios los EPIS necesarios.

Entre los principales riesgos del trabajo en las instalaciones de un astillero podemos destacar:

-Caídas a distinto nivel. Es la tercera causa de muerte en la jornada laboral. Se considera a cualquier caída donde el trabajador pueda caer a un nivel inferior. La empresa es la encargada de evaluar los posibles riesgos e informar al trabajador, así como las medidas oportunas para minimizar los riesgos. En la realización de trabajos en altura se emplearán los medios auxiliares que resulten adecuados para garantizar la seguridad de los trabajadores (plataformas elevadoras, torres de acceso UNE EN 1004, estructuras andamiadas UNE EN 12810 y UNE EN12811, escaleras s UNE EN 131)

-Exposición a ruidos. El ruido en el ambiente laboral puede provocar daños permanentes e irreversibles, bien por un ruido fuerte o por la larga exposición a ruidos en la jornada de trabajo. La empresa debe de tratar de reducir el tiempo en el que operario se encuentra sometido a este y tratar también de atenuar los ruidos en el origen en la medida de lo posible, así como someter a los trabajadores a revisiones para detectar tempranas pérdidas de audición. El trabajador debe hacer empleo de tapones para las bajas frecuencias y cascos para las altas. A partir de 105 db es recomendable ambas y los picos máximos de ruido no deberán exceder los 140db, considerándose este el umbral para el dolor.

-Exposición a vibraciones. Se entiende por vibraciones cualquier movimiento oscilante que efectúa una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad. Son más habituales aquellas vibraciones aleatorias. (Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre)

Pueden clasificarse como transmitidas a la mano-brazo, a través del empleo de maquinaria mecánica o transmitidas al cuerpo entero cuando la persona se encuentra sobre una superficie que se encuentra vibrando.

Se deberá evaluar si se tratan de baja o alta frecuencia, la duración de la misma, otros elementos que puedan influir al operario, equipos de trabajo, etc.

Cuando el nivel de vibraciones lo exija se deberá de hacer uso de señales como la de advertencia de peligro de vibraciones o la obligación de guantes de seguridad, aunque su efectividad no esté plenamente demostrada.

Para realizar las mediciones se usará un vibrómetro y se emplearán los criterios del Real Decreto 1311/2005.

-Exposición de radiaciones. Pueden ser radiaciones ópticas como los rayos ultravioletas que se generan en los procesos de soldadura frente a las cuales se deberán de utilizar gafas o pantallas adecuadas o la presencia de radiaciones ionizantes frente a las cuales los trabajadores deberán de saber sus efectos y cómo realizar mediciones. Este tipo de radiación se encuentra principalmente en equipos de medición como equipos de rayos X, que deberán estar regidos por las recomendaciones del fabricante para su uso y almacenamiento.

-Riesgo eléctrico. Es otro de los riesgos que puede implicar la muerte del trabajador. El personal deberá estar formado sobre la normativa del código de colores y el significado de los colores empleados en los distintos tipos de buque. Cualquier trabajo que exceda la exposición a tensiones de seguridad (50 voltios) deberá ejecutarse sin tensión.

Se deberá de contar con el equipamiento adecuado ya que a parte del riesgo a la propia persona que lo manipula (quemaduras, paro cardíaco, fibrilación de los ventrículos...) puede dar lugar a un incendio o explosión.

-Riesgos en soldadura. Son múltiples. Desde conjuntivitis debido a la luz que emana de la soldadura, enfermedades pulmonares producidos por los gases tóxicos, intoxicaciones con los gases que se emplean como el acetileno y el co<sub>2</sub>, e incluso siderosis pulmonar al inhalarse polvo de óxido de hierro.

-Riesgo por exposición a polvos. El amianto es uno de los más peligrosos ya que puede desencadenar en un cáncer pulmonar y en la defunción del individuo. Este material estuvo en auge en la década de los 60 en la construcción naval gracias a sus fantásticas propiedades ignífugas y aislantes.

Su uso estaba muy extendido en salas de máquinas donde se usaba como aislante acústico, en tuberías de aguas, válvulas, en las cubiertas de los motores.... Así como en el interior de aseos, techos, paredes de los camarotes, en la instalación eléctrica, etc.



## 9. Equipos de protección individual

Los equipos de protección individual o EPIS son los equipos diseñados para proteger a los trabajadores de una o más amenazas para su salud o seguridad. Su función es evitar o minimizar el riesgo. En los trabajos realizados en un astillero frecuentemente existen numerosos peligros a los que se enfrentan los trabajadores y para ello es necesario manejar unos correctos protocolos de seguridad para realizar los trabajos, así como un correcto uso de los equipos de protección.

Estos equipos se pueden dividir en 3 grupos:

- Categoría I: Son elementos que ofrecen protección frente a riesgos considerados pequeños. Un claro ejemplo son los guantes empleados en tareas de jardinería. Deberán llevar el marcado CE.
- Categoría II: Son utilizados para riesgos moderados. Estos incluyen por ejemplo equipos para protección de manos, brazos y piernas como guantes, manoplas y calzado de seguridad. Equipos de protección ocular como gafas y pantallas, protectores de barreras, cascos de seguridad y equipos de protección auditiva como orejeras o tapones. Deberán tener siempre la declaración de conformidad de la UE y el marcado CE.
- Categoría III. Protegen de peligros de carácter mortal o que pueda causar lesiones graves al usuario como gases tóxicos, radiaciones ionizantes, descargas eléctricas y caídas a distinta altura entre otros. Algunos ejemplos de estos dispositivos son máscaras con sistemas de filtración, arneses, cascos de categoría III, etc. Los EPIS que se encuentran en esta categoría además del marcado CE, deberán llevar un número de 4 dígitos de un Organismo Notificado que evalúe la conformidad del producto con lo estipulado en la normativa.



Ilustración 12. Equipos de protección individual. Fuente: <https://www.insst.es/materias/equipos/epi>

## 10. Impacto medioambiental producido por los astilleros.

Los astilleros claramente producen un impacto en la naturaleza, aunque no se consideran una de las principales fuentes contaminantes, sin embargo, sí que lo es la industria de obtención de materias primas como el acero y otros materiales de los cuales se hacen uso en astilleros.

Para poder instaurar un sistema de gestión de residuos eficaz es necesario conocer previamente los posibles impactos que pueda generar la industria a su entorno y clasificarlos.

Según la importancia de estos, su control estará regulado por diversas leyes del marco legislativo.

Hay que tener en cuenta que en la construcción naval se producen residuos (los cuales se consideran inservibles) y subproductos (se pueden reutilizar y tienen un valor de reventa) como pueden ser excedentes de tubos, trozos de paneles, chapas, vigas, refuerzos, etc.

Hay que tener en cuenta que un porcentaje alto del metal que se encuentra en el astillero se considera chatarra, la cual es destinada a su tratamiento en plantas de reciclaje.

Este proceso de reciclaje requiere de empresas intermediarias que realizan las diferentes gestiones para que estos productos que ya no resultan útiles en las fases de reparación o construcción de un buque, puedan tener una nueva vida.



Ilustración 13. Desguace de un buque en el muelle de Vigo. Fuente: <https://noticiaslogisticaytransporte.com/>

Existen tres tipos de residuos que podemos clasificar.

## 10.1 Residuos peligrosos.

Son considerados aquellos que tras su empleo contengan alguna de las sustancias recogidas en el Real Decreto 952/97 en una cantidad que se pueda considerar potencialmente para las personas o el entorno. Podemos agruparlas en subcategorías:

- Residuos explosivos. Aquellos que puedan generar una explosión al entrar en contacto con una llama.
- Residuos comburentes. Son aquellos que a una determinada presión y temperatura pueden reaccionar con un agente combustible y dar lugar a un incendio.
- Residuos fácilmente inflamables. Son aquellas sustancias que pueden inflamarse por debajo de 21 grados centígrados o simplemente al contacto con el aire.
- Residuos inflamables. Cuentan con un punto de ignición relativamente bajo y presentan un elevado riesgo.
- Residuos irritantes. Son sustancias que pueden provocar irritaciones en la piel tras el contacto puntual o reiterado. Un ejemplo muy claro es el que produce la fibra de vidrio en un contacto directo con la piel.
- Residuos tóxicos. Aquellos que tras su ingesta o contacto puedan provocar enfermedades e incluso la muerte.
- Residuos cancerígenos. Aquellos que pueden producir o aumentar la probabilidad de padecer un cáncer.
- Residuos corrosivos. Producen corrosión al entrar en contacto con otros elementos. Son muy perjudiciales para el medio ambiente.
- Residuos que emitan gases tóxicos. Aquellos que tras entrar en contacto con aire o el agua desprendan gases nocivos.



Ilustración 14. Residuos peligrosos. Fuente: <https://didascalía.es/identificar-residuos-peligrosos-actividad-industrial/>

## 10.2 Residuos urbanos.

Este tipo de residuos no presentan un gran peligro para las personas o la naturaleza. Pueden ser aquellos que se generan en hogares. Incluiríamos en estos la madera, el cartón, los escombros, cristales, plásticos...

Sobre todo, se generan en las zonas de oficinas, en los comedores y en los almacenes.

En estas últimas décadas ha cambiado la forma en la que se gestionan este tipo de residuos y se han implementado medidas para reducir las cantidades de los mismos. Antes simplemente se amontonaban miles y miles de toneladas en vertederos, pero afortunadamente hoy en día contamos con elaborados centros de tratamiento de residuos que permiten la separación según la naturaleza del residuo y su correcta gestión ya sea mediante el reciclaje e incineración entre otros. Pudiendo así darles una segunda vida a muchos materiales o generar energía y disminuir el volumen de los que no se pueden reciclar con procesos como la incineración.



Ilustración 15. Vertedero de residuos urbanos. Fuente: <https://naisa.es/blog/residuos-solidos-urbanos-y-riesgos-del-vertedero/>

### 10.3 Residuos inertes.

Se consideran residuos inertes a aquellos que no sufren grandes reacciones físicas ni químicas y que no son biodegradables ni provocan reacciones peligrosas al medio ambiente en contacto con otras sustancias.

Son residuos procedentes habitualmente de la actividad industrial y son considerados comúnmente como de derribo y de nueva construcción.

Los más comunes son la chatarra (que resulta muy atractiva debido a que sigue conservando un valor monetario), los escombros procedentes de la modificación de las instalaciones para los trabajos y los áridos como la arena utilizada para el chorreo de los cascos y piezas.

Normalmente debido a su gran volumen se requiere la contratación de empresas de gestión de residuos ambientales para su traslado a vertederos inertes.

El mayor problema de clasificación surge con los residuos áridos ya que comúnmente se consideran inertes, pero en diversos procesos que tienen lugar en el astillero se pueden mezclar con metales pesados y pintura y crear nubes peligrosas para las personas y el medio ambiente convirtiéndolo en un residuo peligroso.

Los vertederos inertes muchas veces se muestran reticentes ya que esta granalla ocupa muchísimo volumen y tiene muy pocas formas de ser reutilizada.

A este tipo de instalaciones jamás llegan residuos considerados tóxicos y en ellas los trabajadores tratan de realizar un trabajo de clasificación lo más eficaz posible para favorecer el reciclaje por ejemplo separando los distintos elementos metálicos según su compuesto.



Ilustración 16. Vertedero de escombros. Fuente:  
<https://www.residuosprofesional.com/clausura-sellado-vertedero-lebrija/>

## 11. Vertidos generados en la construcción y reparación naval

Aunque no sea de forma premedita, en los astilleros como en otras muchas industrias se producen vertidos que pueden acabar contaminando agua de mares y ríos ya sea por derrames involuntarios, por la capilaridad del terreno que permita que se filtren residuos, por un deficiente alcantarillado, durante las labores de baldeo del casco o cubiertas o por un déficit en la recogida de estos residuos contaminantes.

Las principales sustancias que pueden alcanzar las aguas de dominio público son los hidrocarburos y derivados de estos, biocidas para repeler organismos, benzoapireno generado en la combustión del motor del buque y algunos metales considerados pesados como el cinc y el cobre entre otros.

Uno de los grandes problemas de la pintura de los buques ha sido la necesidad de implementar agentes en la pintura que repelan la posible vida marina que se pueda incrustar en el casco produciendo una disminución en la velocidad y consumo de combustible.

En España, en el año 2008 se prohibió el uso de pinturas antiincrustantes con estaño a modo de repelente de moluscos y algas, adhiriéndose así al “Convenio Internacional sobre el control del uso de sistemas dañinos antiincrustantes en los buques” en que participan 69 países para evitar que estos compuestos peligrosos para la vida marina lleguen a esparcirse en las aguas.

Este convenio adoptado por la OMI el 5 de octubre de 2001 y que entró en vigor el día 17 de septiembre de 2008 también establece la forma de tratar las pinturas consideradas prohibidas y otras sustancias como aceites, disolventes y arsénicos de forma segura y retirarlas para no comprometer a los organismos marino sobre todo en las etapas de reparación.

Las medidas reflejadas en este convenio son principalmente la recogida correcta de residuos para que no se vean arrastrados por el agua de la lluvia y desemboquen en ríos o en el mar y la necesidad de disponer los astilleros de una depuradora propia (preferiblemente cuyo mantenimiento se pueda realizar desde el exterior para que los encargados de revisiones y reparaciones no tengan que trabajar en este entorno confinado) que someta al agua a un proceso de eliminación de impurezas antes de que lleguen al alcantarillado público municipal.

Para asegurar que se cumpla esta norma se harán revisiones periódicas del agua que arrojan estas empresas a la red pública.



Ilustración 17. Vertido tras incendio del astillero de Marín. Fuente:  
<https://www.farodevigo.es/sucesos/2019/11/13/vecinos-placeres-alertan-vertidos-mar-15481925.html>



Ilustración 18. Fotografía del incendio del astillero de Marín. Fuente:  
<https://www.farodevigo.es/pontevedra/2020/05/23/incendio-astillero-placeres-accidental-tuvo-15196556.html>

## 12. Tipos de varada

El término varada da lugar a dos posibles definiciones siendo estas la voluntaria y la involuntaria.

La varada involuntaria se produce de manera accidental debida usualmente a la navegación en aguas poco profunda, un error de cálculo de la posición, estar bajo el efecto de unas mareas muy bajas o como consecuencia de unas circunstancias climatológicas muy adversas ocasionadas por el oleaje y la niebla. Esta situación da lugar a la embarrancada del buque pudiendo ocasionar daños graves en el casco, la hélice y/o el timón según la violencia del golpe, el material de construcción del buque y la naturaleza del fondo (fango, rocas, arena...)

La voluntaria es la que como su propio nombre indica se realiza voluntariamente para poder realizar mantenimientos o reparaciones en la obra viva del barco, ya sea para realizar reparaciones del casco que son imposibles o muy laboriosas bajo el agua o trabajos de pintura como la aplicación del antifouling.

### 13. Rampas de varada y botadura

Es el método más simple. Se emplea para embarcaciones ligeras de menos de 4 metros de eslora y embarcaciones neumáticas y semirrígidas de hasta 6.5 metros de eslora; suelen estar emplazadas en zonas con poco viento y oleaje. Están constituidas por un plano inclinado y normalmente no serán inferiores a 5 metros de anchura.

Pueden ser fijas construidas sobre el terreno a base de cemento y hormigón o suspendidas sobre el agua mediante flotadores y una estructura de acero.

En la antigüedad se empleaban troncos y la embarcación era arrastrada por animales, hoy en día ese método se ha sustituido por vehículos con remolque.



Ilustración 19. Rampa de varada ubicada en El Pris (Tenerife). Fuente: <https://diariodeavisos.elespanol.com/2016/08/costas-aprueba-dique-pris-demandado-los-pescadores-desde-50-anos/>

## 14. Grúas

Pueden ser fijas o de tipo móvil. Hay cientos de modelos comerciales que pueden elevar desde media tonelada hasta sobrepasar las 20 toneladas de peso. Su principal desventaja es que su estructura está diseñada para un límite de peso y al excederlo se puede ver comprometida la integridad de la grúa, además si el brazo está muy extendido pierden una notable capacidad en la izada de las embarcaciones. Generalmente se emplean dos eslingas que se adaptan a la forma de la embarcación y que permiten izarla y rotarla, pero en contraposición se pueden generar balanceos e inestabilidad en las maniobras.

Están compuestas habitualmente por la columna principal, el castillete, la pluma y los mecanismos de giro y elevación.



Ilustración 20. Grúa móvil elevando una gabarra. Fuente:  
<https://www.puentedemando.com/la-nueva-grua-de-bony-en-el-puerto-tinerfeno-se-estrena-con-la-puesta-en-seco-de-una-gabarra/>

## 15. Diques flotantes.

Son estructuras diseñadas para la varada de buques. Principalmente carecen de propulsión propia, pero existen algunos autopropulsados como el HUACHUAN N°1 de las fuerzas armadas de la república de China que permite realizar reparaciones navales de destructores, submarinos y embarcaciones de suministros entre otros en áreas de combate. Cuenta con 4 grúas que permiten realizar las reparaciones, además de varias zonas de talleres especializados y un sistema de comunicación que permite establecer contactos con ingenieros y expertos que se encuentre a cientos de millas de distancia del conflicto.

Su funcionamiento es mediante el llenado de una serie de tanques de agua de lastre que permiten que se sumerja la pontona sobre la cual descansará el buque a varar y a los costados de esta se encontrarán las paredes del dique las cuales aportan rigidez a la estructura del dique, además de servir de alojamiento a los tanques, maquinaria y las válvulas y bombas involucradas para la inmersión del dique.

Podemos clasificarlos en 3 tipos:

-Diques de tipo Rennie. Este tipo de diques cuenta con unos costados continuos y con pontonas seccionadas. Esta capacidad para poder separar la pontona de las paredes permite su ensamblaje en el agua además que al contar con unas paredes sumamente grandes y rígidas pueden incluso ser remolcados en mar abierto. Su principal desventaja es su elevado peso.

-Seccionados. Debido a su arquitectura pueden ser ensamblados en el agua. Están compuestos como su propio nombre indica por varias secciones transversales lo cual facilita su desplazamiento, pero muchas veces debido a su diseño su estructura sufre un gran estrés en determinadas labores generando incluso rotaciones.

-De tipo cajón o también denominado como dique de una sola pieza. Son construidos en tierra y luego botados al mar. Combinan ligereza y dureza al estar ensamblados en una pieza continua la pontona y los costados.



Ilustración 21. Dique flotante autopropulsado HUACHUAN N°1. Fuente:  
<https://sectormaritimo.es/dique-flotante-autopropulsado-huachuan-no-1>

## 16. Carro varadero

Es un sistema rudimentario pero eficaz que consiste en el empleo de una rampa sumergida para poder facilitar el acceso del barco al carro sobre el cual quedará varado y el carro circulará por unos raíles, gracias al uso de una maquinilla, hasta una zona completamente seca y apta para realizar los trabajos de reparación o mantenimiento donde el carro quedará calzado. Su principal ventaja es su bajo coste y eficacia en barcos de menos de 6 toneladas, así como la rapidez en la que se puede realizar la varada, pero su desventaja es que está muy condicionada a la acción de las mareas ya que de estas dependerá la longitud de los raíles para poder trasladar el barco tierra adentro además de contar con la rampa y otras piezas mecánicas en contacto continuo con el agua salada y expuestas a la corrosión.



Ilustración 22. Buque subiendo a carro varadero en Ferrol. Fuente:  
[https://pbs.twimg.com/media/CNQXX\\_DWoAA8ocB?format=jpg&name=large](https://pbs.twimg.com/media/CNQXX_DWoAA8ocB?format=jpg&name=large)

## 17. Dique seco

Es el sistema de varada predominante en los astilleros tanto de reparación como de construcción. Se trata de una estructura con una complejidad muy elevada ya que constituye uno de los elementos principales de la actividad del astillero. Consiste en un habitáculo debajo del nivel del mar colindante a las aguas del puerto y cuenta con unas compuertas que permite que se inunde o que se drene mediante potentes bombas ubicadas en estaciones de bombeo.

Una vez el dique se inunda y accede el barco al interior, se cierran las esclusas y se procede al drenado de toda el agua que queda en el interior mediante las bombas mencionadas anteriormente.

Podemos hacer dos distinciones dentro de este tipo de diques según su finalidad:

- Mantenimiento y reparaciones. Se realizan las varadas con el fin de dar mantenimiento al casco o arreglar averías que requieren que el buque se encuentre fuera del medio marino.
- Construcción. Su propósito consiste en el ensamblaje de nuevas embarcaciones antes de su botadura.
- Mixtos. Sirven indistintamente tanto en la creación de nuevos artefactos navales como para realizar labores de mantenimiento y reparación en los mismos.

Una vez el barco entre en el interior de la dársena artificial, su peso debe de recaer sobre los picaderos que podrán ser de quilla, de fondo y laterales que deben haber sido posicionados previamente y en un correcto número gracias a cálculos de las cargas, calados del buque y datos sobre la estabilidad y tamaño de la embarcación.

Si bien la entrada de los barcos en el dique seco es tremendamente compleja y riesgosa, la salida consiste simplemente en abrir las esclusas, dejar que el dique se inunde hasta igualar el nivel del agua del exterior y remolcar el barco que ya se encontrará flotando dentro del mismo fuera de las instalaciones.



Ilustración 23. Dique seco astilleros de Navantia. Fuente:  
[https://elpais.com/diario/2007/02/27/galicia/1172575088\\_740215.html](https://elpais.com/diario/2007/02/27/galicia/1172575088_740215.html).

## 18. Travelift

Travelift o grúa pórtico para embarcaciones consiste en una grúa que se emplea para sacar el barco del agua y llevarlo hasta el lugar se vaya a varar para su reparación. Puede elevar barcos de unas pocas toneladas hasta incluso superar las mil toneladas si el modelo de travelift lo permite.

El travelift está formado por una estructura base de cuatro patas de acero que componen dos pórticos y toda la estructura queda suspendida sobre cuatro ruedas que le aportan una gran maniobrabilidad.

Generalmente cuentan con dos eslingas o más según sea necesario, que permitan abrazar el casco del buque sin causarle daños.

Gracias a su dirección hidráulica, sus poderosos motores diesel y sus ruedas con capacidad de moverse todas de forma independiente, resulta muy práctica para trasladar los barcos a las diferentes áreas del muelle o astillero lo que lo convierte en una maquina mucho más versátil que las plumas.

Se emplea líquido hidráulico para elevar sus eslingas, mover los carros con las pastecas, etc.

Generalmente cada movimiento se realiza de manera aislada, por ejemplo, los movimientos de traslación y elevación no se suelen realizar de manera simultánea permitiendo así contar con toda la potencia para cada acción individualizada todo ello gestionado por una controladora a distancia.

Su principal ventaja es su gran practicidad para poder trasladar los barcos en tierra, su rapidez, su método de elevación poco agresivo con el casco del buque, la posibilidad de ser guardada en interior alejada de los elementos que le puedan causar un desgaste prematuro y su prácticamente nulo contacto con el agua únicamente en las eslingas.

Sus desventajas principales son su elevado coste, su reducida capacidad de elevar buques hasta cierta altura y la necesidad de un foso o bañera de varada.



Ilustración 24. Travelift de Varaderos de Anaga. Fuente:  
<https://spinnakercanarias.com/varaderos-anaga/>

## 19. Syncrolift

El Syncrolift consiste en un sistema mediante el cual se sumerge una “cama” o “cuna” con un carro sobre la cual se sitúa el buque y mediante unas maquinillas que se encuentran en tierra hacen emerger al conjunto.

Su principal ventaja es que gracias a la multitud de maquinillas que operan simultáneamente y que reparten los esfuerzos uniformemente sobre la “cuna” (compuesta de numerosas vigas transversales de acero) se puede elevar barcos realmente pesados de incluso más de 25 mil toneladas.

Para los desplazamientos longitudinales se emplean carros de varada como los vistos anteriormente que es arrastrado por un cabestrante.

Este sistema permite sacar los barcos del agua con rapidez y poder trasladarlos a zonas de aparcamiento y reparación lo cual por ejemplo en los diques flotantes y secos no es posible.

Es de gran utilidad para trabajar varios barcos de forma simultánea dentro del astillero, pero en contraposición supone un enorme coste de construcción y mantenimiento del mismo y se debe reservar una amplia zona del astillero para la instalación de todo el sistema.

En la dársena de Cartagena se ha convertido en una de las herramientas más efectivas para varar buques, siendo así que se ha mejorado en varias ocasiones desde su implementación en la década de los 70 a la dársena.



Ilustración 25. Syncrolift de Cartagena. Fuente: <https://www.navantia.es/es/actualidad/notas-prensa/el-s-81-realiza-sus-pruebas-sobre-amarras-en-navantia-cartagena/>

## 20. Forklift

El forklift o comúnmente llamada carretilla elevadora de puerto es una máquina fundamental mayormente en puertos deportivos. Sirve para trasladar embarcaciones de un punto a otro de los complejos, así como también permite apilar en estanterías las embarcaciones gracias a su capacidad de elevación que en algunos casos puede rondar los diez metros de altura.

A parte de su capacidad vertical otros modelos también tienen capacidad de caída de entre 3 y 5 metros, permitiendo dejar en el agua pequeñas embarcaciones de hasta aproximadamente 8 metros de eslora e inferiores a 6 toneladas.



Ilustración 26. Forklift para el Puerto de la Duquesa. Fuente:  
<https://www.panoramanautico.com/forklift-para-el-puerto-de-la-duquesa/>

## 21. Astilleros en Canarias

Las aguas canarias constituyen un enclave estratégico para el desempeño de actividades de reparación naval ya que se encuentran en el océano Atlántico y en una vía de paso hacia los tres continentes, lo cual es sinónimo a un elevado número de barcos que hacen sus travesías próximas al archipiélago. Además, sus condiciones climatológicas favorables hacen posibles reparaciones en cualquier estación o época del año.

Además de esto, Canarias se sitúa como uno de los extremos del continente europeo y sirve como puente hacia la costa africana que se encuentre tan solo a unas pocas millas de distancia.

Además, este año el puerto de Santa Cruz de Tenerife se ha consolidado como el segundo puerto nacional con más tráfico de pasajeros.

Todos estos factores propician que Canarias actúe como puente entre los continentes y concretamente pueda prestar servicio a la industria de buques gaseros y petroleros que realizan su actividad en las costas africanas de países como Nigeria que es uno de los principales productores de crudo con alrededor de 1800 barriles de petróleo diarios y con unas reservas estimadas en algo más de 36.000 millones de barriles.

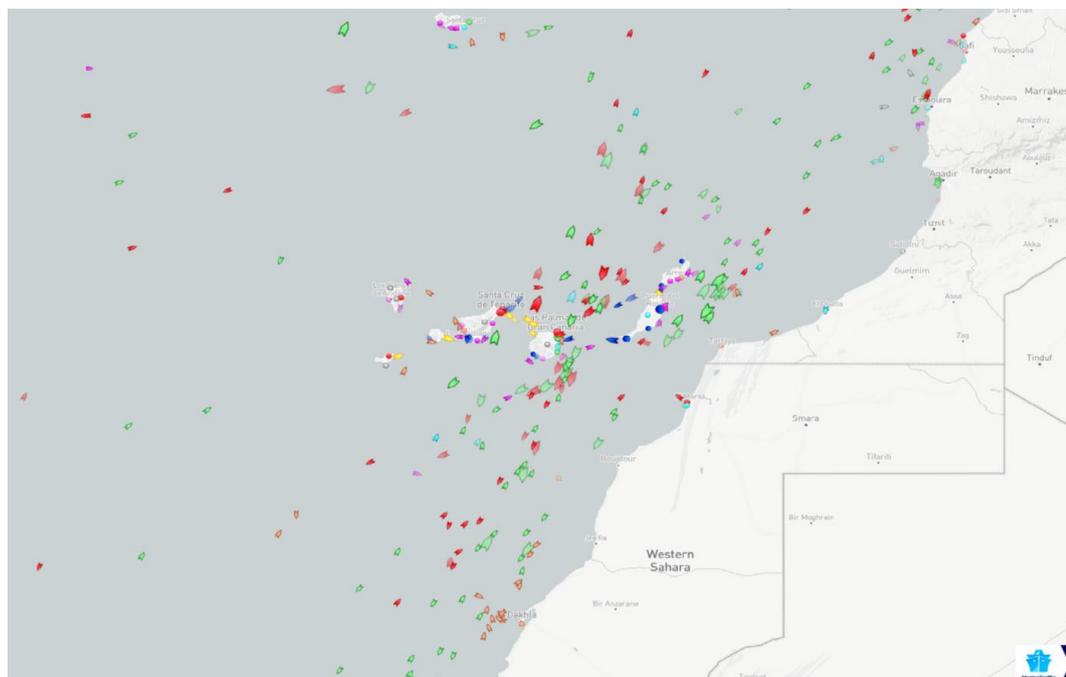


Ilustración 27. Fotograma de las aguas a Canarias y buques que las transitan a través de la web [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com)

## 22. Principales empresas de astilleros emplazados en Canarias

En la actualidad contamos con dos importantes empresas que prestan servicios de reparación y mantenimiento a estos buques. Estas son:

### 22.1 Grupo Astican

Primeramente, el Grupo Astican (Astilleros Canarios S.A) que comenzó su andadura en el año 1972 y empezó a estar operativo en el 1976. Nació de la mano del INI (Instituto Nacional de Industria) con aproximadamente un 60% del capital inicial. El INI pretendía fomentar el desarrollo de la industria en el territorio español para mejorar la economía, impulsar la industrialización del país y como herramienta para poder afrontar económicamente proyectos industriales de gran envergadura.

Aunque el INI llegó a ser la corporación más relevante a nivel nacional, la entrada de España en el espacio económico europeo provocó su inevitable declive.

El producto nacional no podía rivalizar en precio con otros que se podían importar y eso sumado a otros factores provocaron que casi todas estas empresas incentivadas por el INI cayeran en manos de capital privado.

Sin embargo, aunque su paso fuese solo de unas pocas décadas, provocó un auge en la industrialización española que poco a poco se fue adaptando a este sector y la agricultura, pesca y ganadería fueron siendo relegadas a un segundo plano.

16 años después de la creación de Astican, el INI puso a la venta sus acciones que por aquel entonces ya constituían aproximadamente un 90% y prácticamente el resto de las acciones recaían en lo que hoy conocemos como BANKIA.

La venta se produjo en el año 1989 y Astican pasó a ser parte del grupo Italmar donde el armador griego Thanasis Laskaridis y su hermano vieron un gran negocio en la reparación naval en las costas de Canarias.

Sus inicios fueron complicados ya que el Puerto de la Luz se encontraba inmerso en un gran conflicto por parte de sus estibadores que causaban la paralización del puerto y numerosos enfrentamientos contra la policía siendo incluso necesario el traslado de efectivos desde Madrid para tratar de apaciguar los disturbios pese a todo ello, ya en el 1991 la empresa volvió a generar beneficios.

Tal ha sido su auge que Astican contó con socios como lo es Rolls Royce Marine lo cual propició la creación de un nuevo almacén de más de 700 metros cuadrados para el almacenamiento de hélices de la multinacional británica la cual en la actualidad es propiedad de Kongsberg Gruppen cuyo accionista mayoritario es el gobierno noruego.

En la actualidad, Astican cuenta con unas instalaciones muy completas de alrededor de 150.000 m<sup>2</sup> que hacen posible su labor.

En primer lugar, cuenta con un Syncrolift de 175x30 metros que permite varar buques de hasta 36 mil toneladas, en adición cuenta también con numerosas grúas móviles y siete calles para la varada de buque con diferentes dimensiones para las labores de reparación en tierra firme. Cuenta además con su propio muelle con grúas para poder dar servicio a buques atracados en el mismo.

Todas estas operaciones son gestionadas desde un complejo de oficinas donde se encuentran diferentes equipos técnicos y personal administrativo que hace posible la gestión de los proyectos.

Cuenta con un área de unos 13000 m<sup>2</sup> de almacenes y diversos talleres de mecánica, tuberías, multipropósito, así como un taller de Kongsberg.



Ilustración 28. Instalaciones de ASTICAN. Fuente: <https://www.astican.es/es/instalaciones/>

## **22.2 Hidramar Shipyards y Tenerife Shipyards.**

Pertencen al grupo Hidramar que es una sociedad financiera que posee la mayoría de acciones del mismo y que opera dos astilleros en las Islas Canarias.

Sus comienzos datan del año 1989 donde nace como una empresa de hidráulica prestando servicios (mantenimientos hidráulicos, reparaciones de bombas, sustitución de mangueras, engatillado, suministro e instalación de equipos hidráulicos, etc.) tanto a embarcaciones como localmente a diferentes industrias en el área de Gran Canaria.

En el 2005 da un gran salto y se establece su taller hidráulico dentro del puerto, y ya en 2012 comienza sus labores de reparación y mantenimiento naval como las conocemos hoy en día en el Dique Reina Sofía.

Prestan servicios especializados de fabricación y reparación principalmente al sector petrolífero y del gas, aunque pueden prestar servicios a prácticamente cualquier buque, plataforma fija o artefacto naval.

En el 2015 para poder satisfacer la creciente demanda de servicios inaugura su segundo astillero en las aguas canarias, pero esta vez en la isla de Tenerife, ubicándose en la Primera Alineación del Dique del Este y con una superficie útil de aproximadamente 17 mil metros cuadrados y en el 2017 se crea otra segunda sede en el Puerto de la Luz y de Las Palmas.

En 2018 se crean otras subcategorías como procesos de pintura y granallado, así como trabajos verticales con certificación IRATA que consiste en una asociación internacional líder en la realización de trabajos verticales con unos parámetros de seguridad muy altos en el sector.

Ya en la actualidad, cuenta con numerosas ventajas como grúas de mayor capacidad a las instaladas inicialmente, corte de láminas de acero mediante plasma, corte mediante chorro de oxígeno puro también denominado oxicorte y una roladora que permite dar forma a chapas de hasta 15cm de grosor.

El astillero de Gran Canaria cuenta con una línea de atraque de aproximadamente 185 metros y un calado de hasta veinte metros y Tenerife Shipyards cuenta con una línea de atraque de 183 metros y dieciséis de calado.



Ilustración 29. Instalaciones de Tenerife Shipyards. Fuente: <https://tenerifeshipyards.com/>



Ilustración 30. Instalaciones Hidramar Shipyards. Fuente: <https://hidramar.com/es/servicios/>

## 23. Principales problemas de los astilleros canarios

El principal problema de los astilleros que operan en el archipiélago radica en gran medida en su limitada posibilidad de varar buques de un tamaño considerable.

Tal es el problema, que los dos últimos fast ferries de Naviera Armas que operan en las islas así como el Benchijigua Express de la compañía Fred Olsen exceden el tamaño máximo de los instrumentos de varada con los que cuentan los astilleros de las islas como es el Syncrolift de Astican y tienen que viajar hasta la península hasta astilleros como el de Navantia en Ferrol.

Estos viajes hasta los astilleros del territorio peninsular se traducen en enormes gastos para la naviera y quebraderos de cabeza en la logística para seguir manteniendo las líneas que conectan las islas operando con regularidad.

Estas travesías de varios miles de kilómetros se tienen que hacer de forma rutinaria todos los años para que los fast ferries pasen sus revisiones y mantenimientos en dique seco, mientras que los que no requieren de varada en dique seco son realizados en Astican, que brinda servicio a ambas compañías que realizan el cabotaje marítimo insular.

Ni siquiera en el Puerto de Granadilla, concebido como el mayor puerto industrial del archipiélago, cuenta con mecanismos para la varada de grandes barcos.

La idea de dicho puerto en el litoral de Granadilla data del año 1973 donde se presentaron los primeros proyectos y más adelante se fueron modificando hasta lo que concebimos como el actual Puerto de Granadilla y en el 2019 se pactó con All Seas Group S.A (empresa de alto rendimiento en construcción submarina y tendido de tuberías con sede en Suiza) un acuerdo para convertir el puerto en una gran base de reparaciones navales en la zona media del océano Atlántico.

Pero este ambicioso proyecto no parece estar próximo y, hasta entonces, estos tres fast ferries que comunican las islas tendrán que seguir optando por astilleros peninsulares ya que el astillero que le presta los principales servicios de mantenimiento (Astican) tampoco tiene prevista una ampliación de su Syncrolift para poder prestarles servicios de varada.

Tan solo 50 centímetros es lo que imposibilita la elevación de los mismos en el Syncrolift de Astican ya que tiene una capacidad máxima de 30 metros de manga y estos tres fast ferries la exceden en tan solo 50 centímetros, teniendo una manga de 30.5 metros.

El otro gran problema presente en los astilleros canarios viene propiciado por la ausencia de industria siderúrgica y metalúrgica en el territorio insular.

El encarecimiento en estas materias primas de incluso un 200% desde el estallido del conflicto ucraniano y la fluctuación en los precios que están experimentando estos productos como la subida entorno al 80% del acero corrugado común, suponen un auténtico reto para la actividad de los astilleros.

Si todos estos problemas que sufre el sector de la reparación y construcción naval mencionados anteriormente en lo referente a la obtención de materiales parecieran pocos, los astilleros que operan en Canarias deben añadir el hándicap de la lejanía al territorio continental europeo y los elevados costes del transporte marítimo de todos estos materiales necesarios en el día a día.

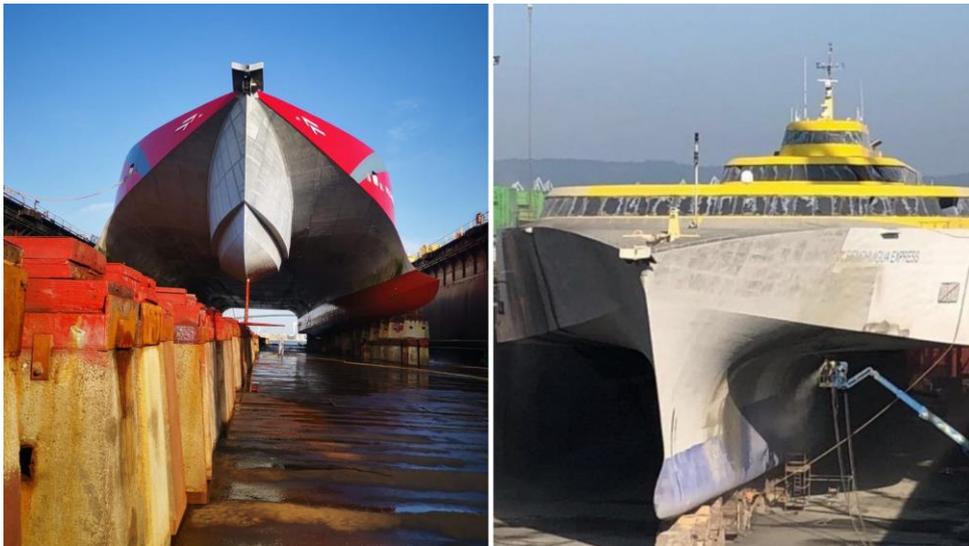


Ilustración 31. Volcán de Tagoro y Benchijigua Express en astilleros de Cádiz y Ferrol.  
Fuente: [https://www.atlanticohoy.com/economia/astilleros-arnas-fred-olsen-astican-cadiz-ferrol\\_1508427\\_102.html](https://www.atlanticohoy.com/economia/astilleros-arnas-fred-olsen-astican-cadiz-ferrol_1508427_102.html)

## 24. Proyecto de creación de un nuevo astillero en las islas

### Objetivos

La finalidad del proyecto es la creación de un nuevo astillero en el litoral de Tenerife que pueda mejorar aspectos del diseño respecto al resto de astilleros que operan en el archipiélago actualmente.

Su objetivo será poder satisfacer la demanda y la poca oferta en reparaciones navales de grandes buques en el atlántico medio mediante la implementación de dos sistemas de varada.

El primero de ellos será la creación de un dique seco con unas dimensiones suficientes para varar petroleros de tipo Suez-Max entre otros con sus respectivas gradas y grúas.

El segundo consistirá en un Syncrolift con capacidad para buques de hasta 40m de manga.

Para dar apoyo a estos sistemas, además se crearán oficinas, varios talleres multipropósito, se equipará el área con multitud de grúas y diversa maquinaria y se crearán instalaciones para la correcta gestión y almacenamiento de residuos.

Todo esto vendrá acompañado de la implementación de un parque eólico próximo a la zona para abastecer el suministro eléctrico promoviendo la sostenibilidad y el uso de energías limpias y renovables.

## 25. Emplazamiento del astillero

La ubicación del proyecto será en el interior del puerto industrial de Granadilla y otorgará al mismo el propósito para el cual fue creado, convertirse en el mayor puerto industrial del archipiélago.

Dicho puerto que cuenta con 800.000 metros cuadrados de superficie y un dique de 2512 metros, albergará en su interior el astillero que contará con una superficie estimada de alrededor de 60 mil metros cuadrados.

El parque eólico estará emplazado en el espacio de 185 hectáreas delimitado entre el polígono industrial, la autopista TF-1 y el límite del término municipal de Granadilla de Abona. En este recinto se contará con los aerogeneradores, la oficina de control y mando, el almacén de mantenimiento y de repuestos y un centro de transformación.

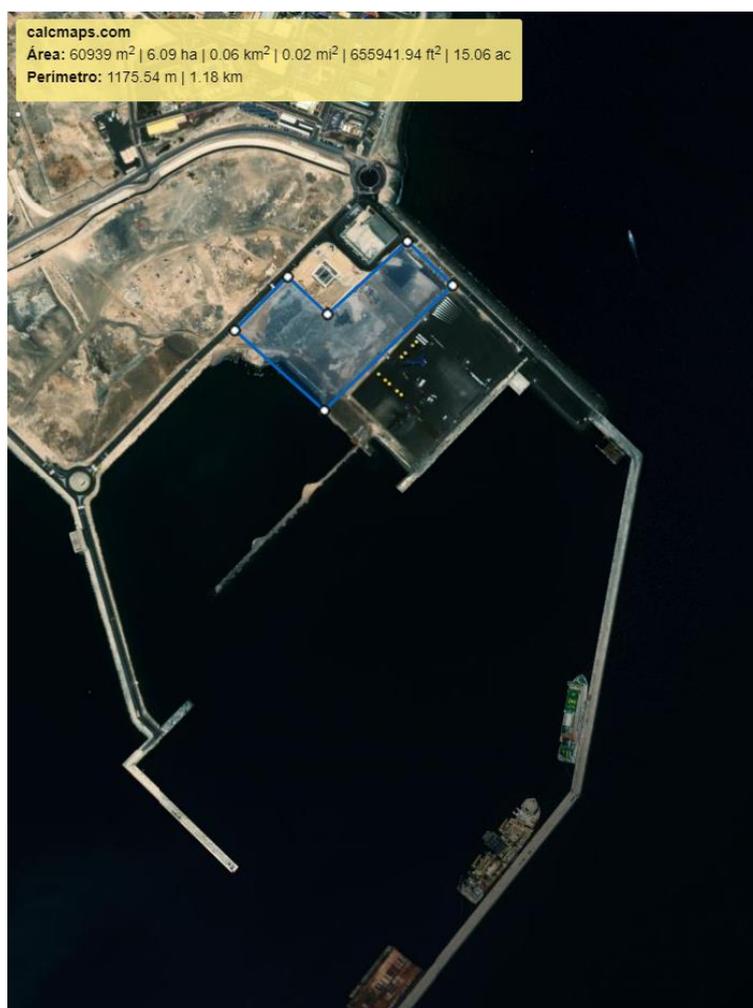


Ilustración 32. Vista del emplazamiento del astillero empleando calcmaps.com

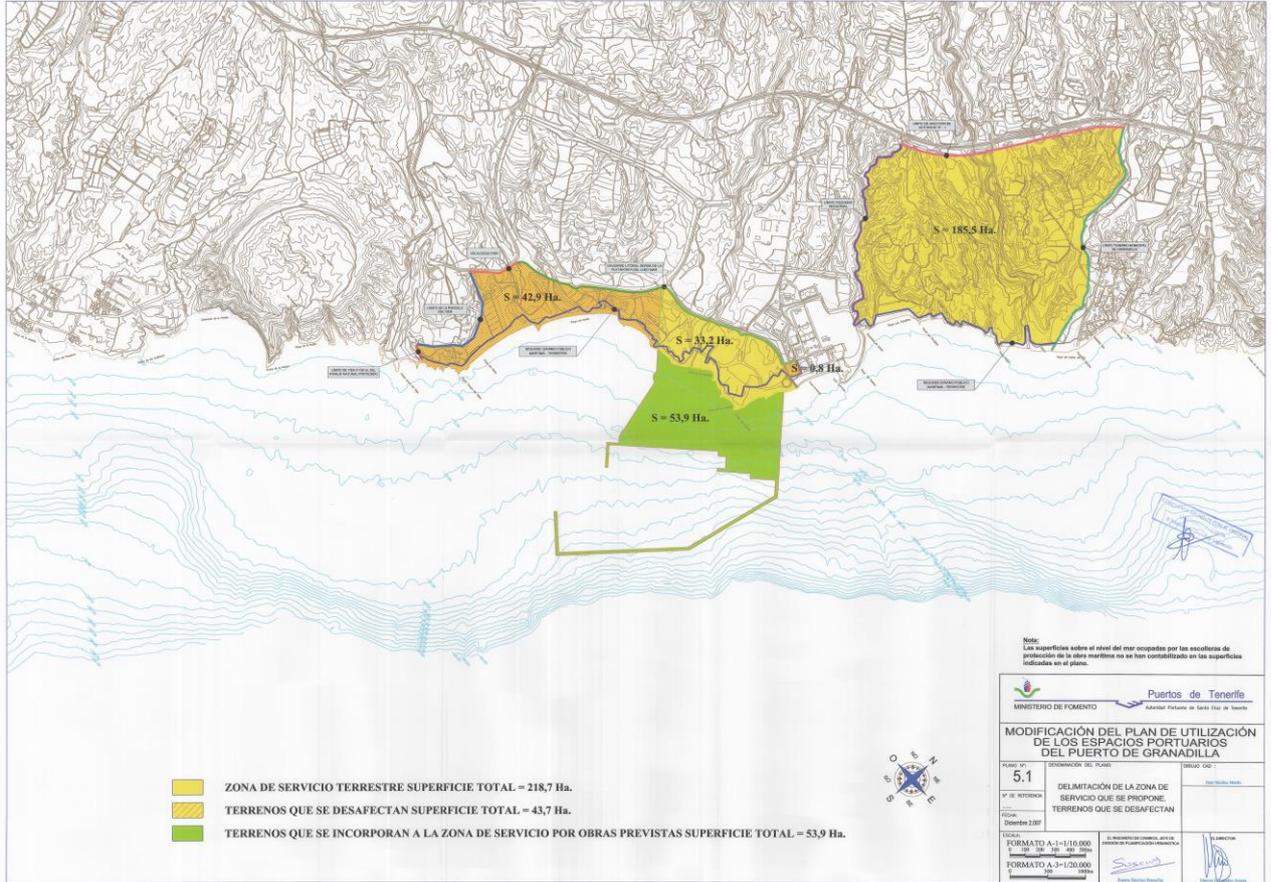


Ilustración 33. Plano del Puerto de Granadilla. Fuente: Puertos de Tenerife.

## 26. Parque eólico

Para su creación se cuenta con una superficie de algo más de 185 hectáreas muy cercano al ya existente parque eólico Chimiche 2. Tomando en cuenta otros lugares con dimensiones similares de entre 100 y 200 hectáreas como el proyecto PEol-547 en Teruel, se podrían instalar una cantidad de entre 30 y 40 aerogeneradores de 200 metros de altura.

El modelo de aerogenerador a instalar podría tratarse de un Enercon e32 de 300KW o un modelo similar, ya que en la isla contamos con varios modelos de este fabricante (principal productor de aerogeneradores de Alemania) y que se encuentran instalados en el ITER (Instituto Tecnológico y de Energías Renovables, S.A.).

Este tipo de molinos permite generar electricidad a partir de vientos superiores a 3.0 m/s y según mediciones tomadas de referencia por el Cabildo de Tenerife en 2006 en la zona de Granadilla, se alcanzan velocidades de entre 16 y 24km/h de media en prácticamente todos los meses del año.

Estas condiciones climatológicas del terreno propician el correcto desempeño de los generadores, tal y como demuestra el parque eólico Chimiche 2 que se encuentra a varios cientos de metros de distancia, ya que su potencia nominal de 300kw se puede alcanzar con rachas de algo más de 40km/h que se dan de forma habitual en la zona.

Este parque eólico superaría el rendimiento de 12 Megavatios que generan los 29 aerogeneradores del ITER.

La energía generada por los molinos pasará por un centro de transformación y será llevada directamente al muelle industrial.

Esto permitiría abastecer energéticamente talleres del astillero, máquinas de corte, así como grúas y otros elementos eléctricos presentes en las labores de preparación o reparación de los buques.

## 27. Dispositivos de varada.

Los principales métodos de varada con los que contará el astillero será un Syncrolift enfocado a poder prestar servicio a la flota de cabotaje que presta servicio en las islas, ahorrando así los desplazamientos a la península que tienen que realizar barcos como el Volcán de Taidía y el Volcán de Tagoro que tienen que desplazarse varios miles de kilómetros para pasar sus revisiones y mantenimientos anuales.

Aunque la manga de estos barcos no excede los 30.5 metros, el Syncrolift estaría sobredimensionado hasta los 40m para poder prestar servicio además a otro tipo de buques o futuras adquisiciones de las navieras.

El Syncrolift empleado sería similar al que cuenta el astillero argentino Tandonor que permite el izado de buques de 15 mil toneladas, más de 39 metros de manga y 200m de eslora.

El otro protagonista del astillero sería un dique seco capaz de varar buques petroleros y gaseros de hasta 280m de eslora y 50 metros de manga. Además, contará con sus respectivas gradas y grúas fijas.

Esto abriría un nuevo mercado a este tipo de barcos (como por ejemplo los de la flota LNG deKnutsen) que realizan sus travesías comerciales por el océano atlántico y que convertiría a Canarias en un punto atractivo para realizar las reparaciones navales de los mismos.

Respecto a la posible pregunta acerca de la limitación de maniobrabilidad de estos enormes buques en el muelle industrial queda completamente contestado si tenemos en cuenta que ya el barco de construcción más grande del mundo (PioneeringSpirit) de 382metros de eslora, 124 metros de manga estuvo y 30 de calado, estuvo atracada en su dársena en el año 2019.

## **28. Instalaciones auxiliares**

Se contará con varias naves cerradas a modo de taller multipropósito en las inmediaciones, de entre 2000 y 2500 metros cuadrados.

Estas contarán con puentes grúa de hasta 20 toneladas para mover las láminas de acero, máquinas de soldadura MIG-MAG, TIG, de electrodo revestido, máquinas de oxicorte, máquinas de chorreado de arena, hidrolavado, prensas hidráulicas, alesadoras, tornos y cortadoras de plasma entre otros.

Otras naves servirán a modo de almacén para contar con los principales elementos necesarios en stock, ya sean chapas, vigas, pinturas, arena para el chorreado, etc.

Se contará además con varios carriles de varada para poder dar servicio simultáneamente a varias embarcaciones con la ayuda de grúas móviles de hasta 20 toneladas.

Además, se contará con oficinas para el despacho de los buques y todos los trámites administrativos, comedor y zona de taquillas y duchas para los operarios, oficinas del departamento de ingeniería, servicios de aprovisionamiento de agua potable, avituallamiento de víveres, retirada de los residuos SLOP y SLUDGE, zona de almacenamiento para la correcta gestión de los residuos generados en las labores de reparación, etc.

Para reforzar la seguridad se instaurará un control de acceso que asegure la entrada exclusiva al perímetro sólo al personal autorizado.

## 29. Servicios de reparación disponibles

En el nuevo astillero se realizarán multitud de servicios de reparación y mantenimiento tales como:

- Sustitución o reparación de timones
- Mantenimiento e instalación de equipos y tendidos eléctricos
- Trabajos en altura
- Renovación de líneas de tuberías
- Sustitución y reparación de válvulas
- Balanceo y reemplazo de las hélices
- Lavado, chorreado y stripcoat de los tanques
- Radiografías industriales y técnicas de ultrasonidos para localizar y cuantificar defectos
- Chorreado, granallado y pintado de cascos
- Mantenimiento de los sistemas de navegación y radiocomunicaciones
- Acondicionamiento de cadenas, maquinillas y anclas
- Mantenimiento y sustitución de elementos desgastados o rotos del motor
- Reparación de los sistemas de refrigeración y calefacción
- Labores de carpintería
- Reparaciones de defectos en el casco
- Mantenimiento de depuradoras de agua de lastre
- Pruebas relacionadas con la carga
- Mantenimiento de instalaciones y tanques de agua potable
- Revisión de sistemas y dispositivos contraincendios



Ilustración 34. Distribución del proyecto del astillero. Fuente propia

### 30. Conclusión

A través de este trabajo he podido obtener mucha información respecto a todo lo que ha supuesto a nivel global la aparición de los astilleros como recintos de creación y reparación de buques, así como poder entender e interpretar las dificultades a las que están sometidas los astilleros de las islas y tratar de proporcionar una alternativa que en mi opinión considero viable. A través de todo este documento he podido ampliar mis conocimientos y sacar conclusiones acerca de:

- La magnitud y complejidad de los procesos y subprocesos que tienen lugar a diario en este sector.
- Conocer los diferentes elementos de varada de buques, ya sean de recreo, bélicos o mercantes.
- La enorme competencia en la creación de buques (mayoritariamente cruceros) por parte de Asia, ocasionando una competencia desleal en el sector y afectando negativamente a la construcción naval europea.
- Los riesgos a los que se enfrentan los operarios en su día a día en estos recintos y en sus operaciones, que se ven ampliamente reducidos al hacer uso de los EPIS necesarios.
- Las devastadoras consecuencias al medio ambiente que puede ocasionar un accidente o una deficiencia en los protocolos contra incendios o en el tratamiento de residuos y vertidos.
- La complejidad logística a la que se enfrenta la reparación naval en Canarias debido en gran parte a su lejanía al continente y limitaciones en el stock.
- Las ventajas geográficas con las que cuenta el archipiélago como canal que conecta tres continentes y como punto de paso a la costa africana.
- La posible alternativa a las deficiencias en la reparación de cierto tipo de buques que se ven obligados a optar por astilleros en otros territorios ya que los que se encuentran implementados en las islas resultan ineficaces.
- La viabilidad de instaurar dicha alternativa en un puerto industrial ya existente, fomentando además el uso de energías renovables mediante la implementación de un parque eólico nuevo en el litoral de la isla.

## 31. Bibliografía

1. Shipwrights Company. (s.f.). History of Shipbuilding. Recuperado el 3 de marzo de 2023, de <https://www.shipwrights.co.uk/history-of-shipbuilding>
2. Fundación Aquae. (s.f.). 15 inventos que cambiaron la historia. Recuperado el 4 de marzo de 2023, de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/15-inventos-que-cambiaron-la-historia/>
3. Náutica Profesional. (s.f.). Principales astilleros del mundo. Recuperado el 4 de marzo de 2023, de <https://nauticaprofesional.com/principales-astilleros-del-mundo/>
4. ZamakonaYards. (s.f.). Servicios offshore. Recuperado el 12 de junio de 2023, de <https://www.zamakonayards.com/servicios/servicios-offshore/>
5. Atlántico Hoy. (s.f.). Astilleros Armas, Fred. Olsen, Astican... la realidad de un sector en alza. Recuperado el 6 de marzo de 2023, de [https://www.atlanticohoy.com/economia/astilleros-arms-fred-olsen-astican-cadiz-ferrol\\_1508427\\_102.html](https://www.atlanticohoy.com/economia/astilleros-arms-fred-olsen-astican-cadiz-ferrol_1508427_102.html)
6. Astilleros y su Función. (2015, julio 17). Concepto de astillero: Los astilleros. Recuperado el 5 de marzo de 2023, de <http://astillerosysufuncion.blogspot.com/2015/07/concepto-de-astillero-los-astilleros.html>
7. Sector Marítimo. (s.f.). Un nuevo sistema que permitirá a más astilleros entrar en el mercado del LNG. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de <https://sectormaritimo.es/un-nuevo-sistema-que-permitira-a-mas-astilleros-entrar-en-el-mercado-del-lng>
8. Cruises News. (2019, diciembre 26). Astilleros de buques de crucero: una hegemonía europea casi total. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de <https://www.cruisesnews.es/2019/12/26/astilleros-de-buques-de-crucero-una-hegemonia-europea-casi-total/>
9. El Mundo. (2013, julio 18). Fomento exige a los astilleros de Cádiz y Ferrol una solución para 2014. Recuperado el 16 de marzo de 2023, de <https://www.elmundo.es/elmundo/2013/07/18/economia/1374132705.html>
10. Sector Marítimo. (s.f.). Diseño y construcción de un buque de guerra moderno. Recuperado el 18 de marzo de 2023, de <https://exponav.org/blog/construccion-naval/disenyo-y-construccion-de-un-buque-de-guerra-moderno/>

11. La Información. (s.f.). Crisis de la industria: los olvidados de la eterna reconversión desde la década de los sesenta. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de <https://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/crisis-industria-olvidados-eterna-reconversion-desde-decada-sesenta/2807085/>
12. Con B de Barco. (2016, julio 5). Historia de los astilleros ferrolanos (parte II: de 1908-1939). Recuperado el 25 de marzo de 2023, de <https://conbdebarco.wordpress.com/2016/07/05/historia-de-los-astilleros-ferrolanos-parte-ii-de-1908-1939/>
13. Con B de Barco. (2016, junio). Imagen: crucero Canarias en grada (1931). Recuperado el 2 de abril de 2023, de [https://conbdebarco.files.wordpress.com/2016/06/crucero-canarias\\_grada-1931-1.jpg](https://conbdebarco.files.wordpress.com/2016/06/crucero-canarias_grada-1931-1.jpg)
14. Exponav. (s.f.). Estrategia constructiva: aplicación en buques. Recuperado el 4 de abril de 2023, de <https://exponav.org/blog/construccion-naval/estrategia-constructiva-aplicacion-en-buques/>
15. Exponav. (s.f.). Diseño y construcción de un buque de guerra moderno. Recuperado el 4 de abril de 2023, de <https://exponav.org/blog/construccion-naval/disenyo-y-construccion-de-un-buque-de-guerra-moderno/>
16. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). Capítulo 92. Construcción y reparación de buques y embarcaciones de recreo. Recuperado el 6 de abril de 2023, de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+92.+Construcci%C3%B3n+y+reparaci%C3%B3n+de+buques+y+embarcaciones+de+recreo>
17. Revista Marina. (1999, 2). Diseño y construcción de barcos con casco de aluminio. Recuperado el 12 de abril de 2023, de <https://revistamarina.cl/revistas/1999/2/rortuzarm.pdf>
18. Colegio Oficial de Ingenieros Navales. (2018). Industria Naval y Medio Ambiente. Recuperado el 12 de abril de 2023, de <https://www.ingenierosnavales.com/wp-content/uploads/2018/03/Libro-Industria-Naval-y-Medio-Ambiente.pdf>
19. Aister. (s.f.). Barcos de aluminio profesionales: ventajas. Recuperado el 15 de abril de 2023, de <https://aister.com/es/barcos-de-aluminio/barcos-de-aluminio-profesionales-ventajas/>

20. JMC PRL. (s.f.). Astilleros. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://www.jmcpri.net/glosario/astilleros.htm>
21. Wikipedia. (s.f.). Synchrolift. En Wikipedia. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Synchrolift>
22. ABC. (2019, 3 de marzo). 30 años de la privatización de los astilleros de Canarias. Recuperado el 20 de abril de 2023, de [https://www.abc.es/espana/canarias/abci-30-anos-privatizacion-astilleros-canarias-201903030346\\_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.abc.es/espana/canarias/abci-30-anos-privatizacion-astilleros-canarias-201903030346_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)
23. La Voz de Galicia. (2016, 19 de marzo). Navantia incluye el dique seco en sus planes para el astillero ferrolano.. Recuperado el 21 de abril de 2023, de [https://www.lavozdegalicia.es/noticia/ferrol/fene/2016/03/19/navantia-incluye-dique-seco-planes-astillero-ferrolanoexito-visitas-guiadas-obras-antigua-astano/0003\\_201603F19C1992.htm](https://www.lavozdegalicia.es/noticia/ferrol/fene/2016/03/19/navantia-incluye-dique-seco-planes-astillero-ferrolanoexito-visitas-guiadas-obras-antigua-astano/0003_201603F19C1992.htm)
24. Port Economics Management Project. (s.f.). TankerSize. Recuperado el 26 de abril de 2023, de <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part8/ports-and-energy/tanker-size/>
25. Puertos de Tenerife. (s.f.). Tenerife Shipyards proyecta un astillero Synchrolift en Granadilla. Recuperado el 27 de abril de 2023, de <https://www.puertosdetenerife.org/delimitacion-de-espacios-y-usos-portuarios/puep-del-puerto-de-granadilla/>
26. Agencia Insular de Energía de Tenerife. (2018). Guía Eólica de Canarias. Recuperado el 29 de abril de 2023, de [https://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234272735\\_GuiaEolica\\_GobCan.pdf](https://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234272735_GuiaEolica_GobCan.pdf)
27. Wind-turbine-models.com. (s.f.). Enercon E-32 / 300. Recuperado el 2 de mayo de 2023, de <https://es.wind-turbine-models.com/turbines/367-enercon-e-32-300#:~:text=El%20aerogenerador%20E%2D32%20%2F%20300,turbina%20e%20C3%B3lica%20comienza%20su%20trabajo>
28. Agencia Insular de Energía de Tenerife. (s.f.). Análisis Climático. Recuperado el 3 de mayo de 2023, de <https://www.agrocabildo.org/publica/analisisclimatico/velocidad2006.pdf>

29. Dirección General de Energía del Gobierno de Canarias. (2019). Anuario Energético de Canarias 2019. Recuperado el 5 de mayo de 2023, de <https://www3.gobiernodecanarias.org/ceic/energia/oecan/files/AnuarioEnergeticoCanarias2019.pdf>
30. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (s.f.). El Proyecto del Buque. Recuperado el 7 de mayo de 2023, de [https://wiki.ead.pucv.cl/images/f/f8/El\\_Proyecto\\_del\\_Buque%2C\\_Clase\\_09\\_Introducción\\_Sistemas\\_Marítimos.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/f/f8/El_Proyecto_del_Buque%2C_Clase_09_Introducción_Sistemas_Marítimos.pdf)
31. Calderería Pesada. (s.f.). Astillero Naval Calderería. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de <https://caldereriapesada.com/astillero-naval-caldereria/>
32. ZamakonaYards. (s.f.). Servicios Offshore. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.zamakonayards.com/servicios/servicios-offshore/>
33. Organización Internacional del Trabajo. (2018). Convenio sobre el trabajo marítimo, 2006. Recuperado el 12 de mayo de 2023, de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms\\_618577.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms_618577.pdf)
34. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). Equipos de Protección Individual (EPI). Recuperado el 15 de mayo de 2023, de <https://www.insst.es/materias/equipos/epi>
35. Tenerife Shipyards. (s.f.). Servicios de Astilleros. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de <https://tenerifeshipyards.com/es/servicios-de-astilleros/>
36. Astilleros Canarios (ASTICAN). (s.f.). Recuperado el 17 de mayo de 2023, de <https://www.astican.es/>
37. Exponav. (s.f.). Estrategia constructiva: aplicación en buques. Recuperado el 21 de mayo de 2023, de <https://exponav.org/blog/construccion-naval/estrategia-constructiva-aplicacion-en-buques/>
38. berley. (s.f.). Especificaciones sobre el espacio de trabajo en PRL. Recuperado el 23 de mayo de 2023, de <https://www.iberley.es/temas/especificaciones-sobre-espacio-trabajo-prl-63676>

39. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Normativa que regula la clasificación de los residuos como peligrosos. Recuperado el 28 de mayo de 2023, de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/normativaque regula la clasificacion de los residuos como peligrosos\\_tcm30-170373.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/normativaque regula la clasificacion de los residuos como peligrosos_tcm30-170373.pdf)
40. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (s.f.). Agenda sectorial de la industria naval. Recuperado el 2 de junio de 2023, de <https://industria.gob.es/es-es/Servicios/AgendasSectoriales/Agenda%20sectorial%20de%20la%20industria%20naval/agenda-sectorial-industria-naval.pdf>
41. International Maritime Organization (IMO). (s.f.). International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships (AFS). Recuperado el 4 de junio de 2023, de <https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-%28AFS%29.aspx>
42. Universidad Tecnológica de Panamá. (s.f.). Construcción de buques: bases. Recuperado el 4 de junio de 2023, de [http://itpsl.es/gruas/gruas\\_puerto\\_deportivo.htm](http://itpsl.es/gruas/gruas_puerto_deportivo.htm)
43. Prezi. (s.f.). Sistemas de varada y puesta a flote de embarcaciones. Recuperado el 6 de junio de 2023, de <https://prezi.com/p/7znw6egcblrv/sistemas-de-varada-y-puesta-a-flote-de-embarcaciones/?frame=450b54fdf43b961e825f16f94278435adc14f2d3>
44. ABC. (2018, 23 de febrero). Oficial: el dique flotante de Tenerife está hundido. Recuperado el 6 de junio de 2023, de [https://www.abc.es/espana/canarias/abci-oficial-dique-flotante-tenerife-esta-hundido-201802230402\\_noticia.html](https://www.abc.es/espana/canarias/abci-oficial-dique-flotante-tenerife-esta-hundido-201802230402_noticia.html)
45. Spinnaker Canarias. (s.f.). Varaderos Anaga. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de <https://spinnakercanarias.com/varaderos-anaga/>



---

## Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **Daniel García Medina**, autor del trabajo final de Grado titulado “**Características de los astilleros y su implementación en aguas de Canarias**”, y tutorizado por el/los profesor/es **Alejandro Urbano Gómez Correa**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE** la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

---

