



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA, MÁQUINAS
Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN
BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Adrián Campos de la Rosa

Junio 2017

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO



Directores:

Federico Padrón Martín

Servando R. Luis León

Nombre: Adrián Campos de la Rosa

Grado: Tecnologías Marinas

Junio 2017

Dr. Don Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante Doctor asociado del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

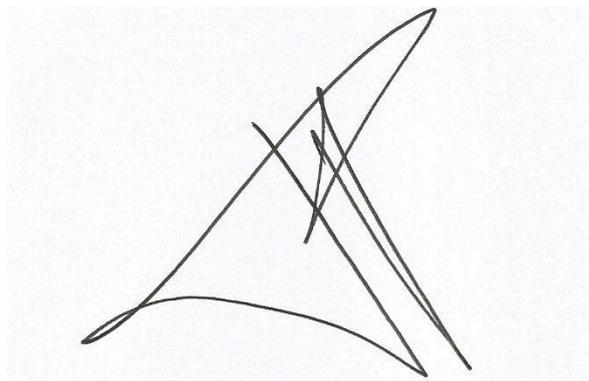
D. Adrián Campos de la Rosa, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

``Preparación de la sala de máquinas de un buque para la entrada y salida de astillero``

Revisado dicho trabajo, estimo que 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 15 de junio de 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, fluid strokes that form a complex, abstract shape. The signature is centered on the page.

Fdo. Federico Padrón Martín

Director del trabajo de fin de grado

Dr. Don Servando Luis León, Profesor Ayudante Doctor asociado del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

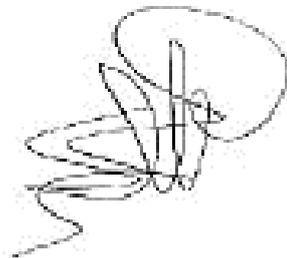
D. Adrián Campos de la Rosa, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

``Preparación de la sala de máquinas de un buque para la entrada y salida de astillero``

Revisado dicho trabajo, estimo que 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 15 de junio de 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long tail, positioned above the printed name.

Fdo. Servando Luis León

Director del trabajo de fin de grado

Agradecimientos:

Al Dr. Don Federico Padrón Martín y al Dr. Servando Luis León por la gran ayuda que me han ofrecido en el desarrollo de éste trabajo.

A todos aquellos profesores que a lo largo de la carrera me han aportado los conocimientos necesarios para poder desarrollar esta profesión.

A Bernhard Schulte Canarias S.A, por facilitarme la información necesaria para la realización de este trabajo, y en especial al Dr. Servando Luis León por darme la oportunidad de formar parte como alumno de máquinas en el buque OPDR Canarias.

A la tripulación del OPDR Canarias, en especial a los jefes de máquinas, los oficiales de máquinas, los mecánicos y electricistas, los cuales me enseñaron, ayudaron y orientaron a lo largo de los meses de prácticas que estuve a bordo del buque.

Por último, quiero agradecer a mi familia y amigos por apoyarme a lo largo de mi etapa en la Universidad de La Laguna, haciendo posible que finalizara mi formación.

Muchas gracias.

Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	5
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES.....	9
3.1 Características del barco.....	11
3.2 La Naviera.....	14
3.3 Rutas que realiza el barco.....	16
3.3.1 Puerto de Sevilla.....	17
3.3.2 Puerto de Santa Cruz de Tenerife.....	18
3.3.3 Puerto de Las Palmas de Gran Canaria.....	18
3.4 El Astillero.....	19
3.4.1 Astilleros de reparación en la actualidad.....	19
3.4.2 Tipos de sistemas de puesta en seco.....	21
3.4.3 ASTICAN.....	24
3.4.3.1 Historia del astillero.....	24
3.4.3.2 Localización.....	25
3.4.3.3 Características.....	25
IV. METODOLOGÍA.....	31
4.1 Documentación bibliográfica.....	33
4.2 Metodología del trabajo de campo.....	33
4.3 Marco referencial.....	33
V. RESULTADOS.....	35
5.1 Requisitos del buque para entrar a varadero.....	37
5.2 Diseño de la cama de varada.....	44
5.3 Puesta en seco del buque.....	52
5.4 Puesta del buque en varadero.....	59
5.5 Trabajos realizados en el buque.....	67
5.5.1 Tratamiento de superficies.....	67
5.5.2 Trabajos de cubierta.....	70
5.5.3 Trabajos de máquinas.....	72

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

5.6 Revisión de trabajos por Administración de bandera y Sociedad de Clasificación.....	90
5.7 Desconexión del buque de varadero.....	91
5.8 Entrada a plataforma.....	97
5.9 Puesta a flote y pruebas de mar.....	99
VI. CONCLUSIÓN.....	103
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	107

I. INTRODUCCIÓN

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

I. INTRODUCCIÓN

Éste trabajo fin de grado nace de mi experiencia durante mis prácticas en la naviera BERNHARD SCHULTE CANARIAS, a bordo del buque ``OPDR Canarias`` Durante las mismas, tuve la oportunidad de estar presente en una varada que realizó el buque el 31 de diciembre de 2016 para realizar múltiples reparaciones. Dada la poca frecuencia que existe de coincidir con este proceso en nuestro mundo, nació mi interés por realizar este trabajo fin de grado sobre esta temática.

En el capítulo de *Objetivos*, me planteo los objetivos específicos que me han motivado para el desarrollo de éste TFG.

En el capítulo *Revisión y Antecedentes* he desarrollado una descriptiva del buque que he tomado como marco referencial de este trabajo fin de grado. Además, procedí a realizar una pequeña reseña sobre la naviera a la que pertenece el buque, así como la ruta regular que realiza el mismo, y sobre el astillero donde se realizó la varada

En el capítulo *Metodología* he incluido tres apartados, documentación bibliográfica, metodología del trabajo de campo y el marco referencial. Sobre este marco referencial comentar que la varada ha sido realizada por el buque ``OPDR Canarias`` en los astilleros de ASTICAN de Las Palmas de Gran Canaria.

En el capítulo *Resultados* he realizado una descripción por etapas del proceso por el cual se realiza una varada de un buque, explicando cada una de las mismas y añadiendo fotografías propias de este trabajo para que el lector tenga una visión específica y global del proceso.

En el capítulo *Conclusiones*, he plasmado las conclusiones que se han obtenido de la doble experiencia tanto la profesional como la académica en el desarrollo de este trabajo fin de grado.

En el capítulo *Bibliografía* se aporta manuales y referencias web (Webgrafía) en relación al contenido de este trabajo fin de grado.

ABSTRACT

This issue of final project degree comes from my experience during my practices in the BERNHARD SCHULTE CANARIAS shipping company aboard the vessel ``OPDR Canarias``.

During these practices I had the opportunity to be present in the dry docking that the ship comes out on December 31, 2016 for different works. I was able to observe and to study the different processes or stages which were realized during a dry docking. This is an unusual aspect in our word, and this let me to do my final project in this matter.

In chapter of *Good*, I planned the specific objectives that motivated me to do this TFG.

In chapter of *Revision and Antecedents*, I have developed a description of the vessel that I have taken as a referential guide for this work. Also, I made a short description about the shipping company that the ship belongs, the regular maritime route that the ship realize and the shipyard where the grounding was realized.

In chapter of *Methodology*, I have included three sections, bibliographic documentation, methodology in field research and a referential guide. About the referential guide, I must say that the grounding was realized by the vessel ``OPDR Canarias`` in the ASTICAN shipyards of Las Palmas de Gran Canaria.

In chapter of *Achievements*, I made a description by phases of the process a ship is stranded, giving explanation of each phase and adding my own pictures so that the reader can have a specific and global vission of the process

In the chapter of *Conclusion*, I have included the conclusions obtained from the double professional and academic experience while I developed this TFG.

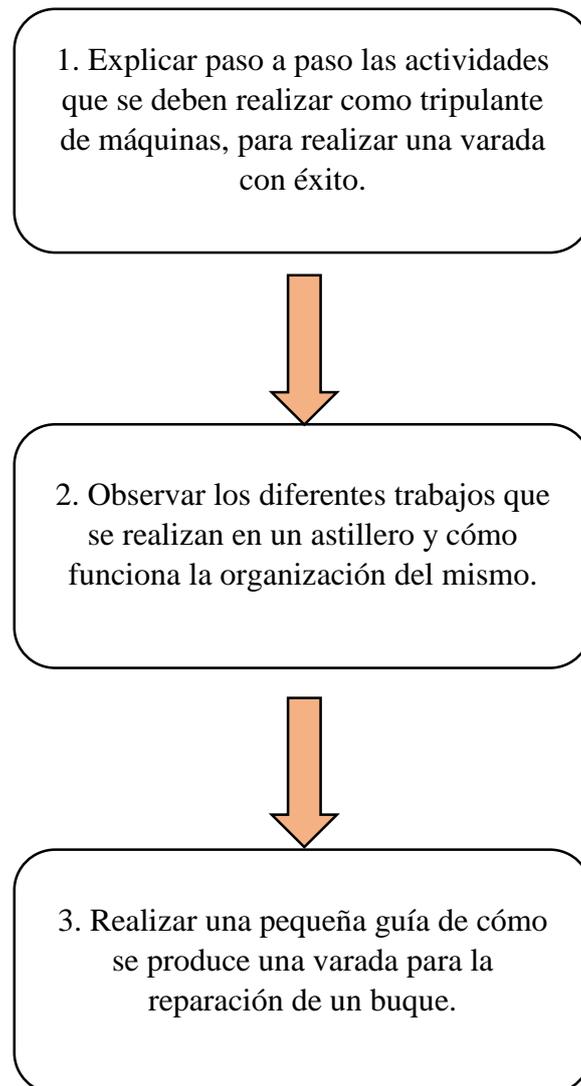
In the chapter of *Bibliography*, I have provide manuals and references (Webgraphic) in relation to the content of this TFG.

II. OBJETIVOS

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar con este Trabajo Fin de Grado son los siguientes:



PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

3.1 Características del barco

El barco objeto de este trabajo y al cual se le realizan los trabajos de astilleros, es el buque ``OPDR Canarias``, perteneciente a la naviera Bernhard Schulte Shipmanagement. Dicho barco realiza travesías entre la Península Ibérica y las Islas Canarias, transportando tanto carga rodada como contenedores. [1]

Fue construido el 21 de diciembre de 2006 en el Mawei Shipyard de China. Fue el primero de tres buques gemelos, a saber, el buque OPDR Andalucía, perteneciente a la misma compañía, y el buque Volcán de Teneguía., perteneciente a la naviera ARMAS. [1]

Ilustración n°1. Buque OPDR Canarias.



Fuente: [2]

A continuación, se reflejan las características del buque en tablas para su mejor comprensión. Hemos dividido las tablas según la clase, las dimensiones principales, la propulsión y la planta eléctrica.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Clase	
Tipo de buque	CON-RO
Sociedad de clasificación	DNV-GL
Construcción	2006
Distintivo de llamada	ECKY
Bandera	España
Puerto de matrícula	Santa Cruz de Tenerife
Número IMO	9331191
Estaco actual	Activo

Fuente: [3]

Dimensiones principales	
Eslora	145m
Manga	22m
Puntal	13,90m
Calado de verano	6,00m
Arqueo	11.197
Peso muerto	7238 Tn
Desplazamiento en rosca	5376 Tn
Capacidad de carga	44+17 remolques y 500 TEU

Fuente: [3]

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Propulsión	
Tipo propulsor	Motor Diesel 4 tiempos
Potencia	6.000 kW
Revoluciones	750
Marca/Modelo	MAK 12M32C
Reductora	RENK RHS 950
Hélices	1 hélice de paso variable
	2 hélices de maniobra (proa y popa)
Caldera	1 caldera aceite térmico, 7 kg/cm ²

Fuente: [3]

Planta eléctrica	
Voltaje	440V
Frecuencia	60Hz
Carga habitual en navegación	650kW
Generadores	
Tipo de accionamiento	3 motores Diesel (MAN D-2843)
Potencia	620kW
Potencia eléctrica del alternador acoplado	580V
Generador de emergencia	
Tipo	634DSB6
Marca/Modelo	SISU VALMET/S2452
Potencia	140 kW

Fuente: [3]

3.2 La naviera

El buque OPDR Canarias, al igual que su gemelo el OPDR Andalucía, fueron construidos para la compañía OPDR CANARIAS, pero en la actualidad pertenecen al grupo BERNHARD SCHULTE, y son gestionados por BERNHARD SCHULTE CANARIAS S.A.

El barco se encuentra fletado a OPDR, que se encarga de gestionar la parte comercial, mientras que BERNHARD SCHULTE CANARIAS S.A actúa en nombre de grupo SCHULTE como propietario del buque y se encarga de la gestión técnica del buque.

El grupo SCHULTE, tiene su origen en una empresa familiar alemana que comenzó su andadura en 1883 en Papenburg. En la actualidad, tiene su base en la ciudad marítima de Hamburgo, posee y opera barcos de todo tipo, desde bulk carriers a buques tanques. Además, en 2008 se formó BERNHARD SCHULTE SHIPMANAGEMENT (BSM) encargado de la gestión buques siguiendo determinados modelos que aseguren la calidad en los buques. Este grupo se formó a partir de cuatro empresas de gestión de buques que ya estaban en propiedad del grupo SCHULTE. Dichas empresas son [4]:

- Hanseatic Shipping (1972)
- Dorchester Atlantic Marine (1978)
- Eurasia Group (1981)
- Vorsetzen Bereederungs- und Schiffahrtskontor (1999)

Ilustración n°2. Logotipo de la naviera.



Fuente: [5]

BERNHARD SCHULTE SHIPMANAGEMENT (BSM) es un líder en proporcionar soluciones marítimas en cuanto a la gestión de buques, con una gran experiencia en la industria del transporte marítimo. [4]

Su alcance abarca una flota de aproximadamente 600 buques y 20.000 empleados, ofreciéndoles a los socios, que sus negocios alcancen sus objetivos a través de la aplicación del conocimiento, la experiencia y la innovación. [4]

En este apartado, también vamos a realizar una reseña sobre la compañía OPDR, dado que el buque ha estado ligado muchos años a la misma y actualmente es la encargada de operarlo, a partir de un contrato de fletamento entre las dos partes.

OPDR, cuyas siglas son Oldenburg-Portugiesische Dampfschiffs-Rhederei, fue fundada en el año 1882 por August Schultze y Hermann Burmester en Alemania, iniciando su actividad con un tráfico de línea regular entre la ciudad Oldenburg y Portugal. [6]

Ilustración nº3. Logotipo de la compañía.



Fuente: [7]

En 1993, se creó la empresa filial OPDR Canarias, que comenzó a operar con dos buques CON-RO (Canarias Express y Andalucía Express) la línea regular Sevilla-Canarias. Estos buques son los antecesores de los actuales OPDR Canarias y OPDR Andalucía. En 1996, se vendió la totalidad de las acciones a BERNHARD SCHULTE

GROUP, formando parte desde entonces de la misma. En 2012, se creó la primera oficina comercial en tierras españolas, conformándose de esta manera OPDR IBERIA S.L.U. [6]

A finales de 2015, BS se desvinculó de OPDR, y la filial de OPDR Canarias pasó a llamarse BERNHARD SCHULTE CANARIAS, por lo que se dividió la parte comercial, que permanecería en manos de OPDR Iberia, de la propiedad y gestión técnica de los buques, que quedó a cargo de BSC. [6]

3.3 Rutas que realiza el barco

El buque OPDR Canarias realiza la travesía regular Sevilla-Tenerife-Las Palmas. Durante sus viajes, transporta tanto contenedores como carga rodada, conectando de esta manera las islas con la península. La travesía completa o “viaje redondo” consiste en zarpar de Sevilla, generalmente lleno de carga tanto para Tenerife como para Las Palmas, e ir descargando y cargando en dichos puertos. El viaje finaliza cuando se regresa a Sevilla para la descarga completa del buque. El buque lleva operando cerca de 10 años esta ruta, y recientemente recibió una conmemoración por su viaje 500, por parte de la Autoridad Portuaria de Sevilla, de la cual fui testigo durante mi estancia a bordo. [8]

A continuación, reflejaré en un cuadro, los itinerarios que el buque debe cumplir, a excepción de que se produzca algún tipo de retraso por mal tiempo o causa mayor.

Itinerario Buque OPDR Canarias

<i>Lunes</i>	Día de navegación. Llegada a Sevilla
<i>Martes</i>	Descarga y carga en Sevilla. Se zarpa hacia Tenerife
<i>Miércoles</i>	Día de navegación
<i>Jueves</i>	Día de navegación
<i>Viernes</i>	Llegada a Tenerife. Descarga y carga. Se zarpa hacia Las Palmas. Llegada a Las Palmas.
<i>Sábado</i>	Descarga y carga en Las Palmas. Se zarpa hacia Sevilla.
<i>Domingo</i>	Día de navegación

Fuente: [9]

3.3.1 Puerto de Sevilla

El puerto de Sevilla cuenta con la característica de ser un puerto fluvial de interior, situado en el Guadalquivir, a unos 90 kilómetros aproximadamente (5 horas de navegación) desde Sanlúcar de Barrameda en el Océano Atlántico. La navegación por el río Guadalquivir se realiza por el canal de navegación denominado Eurovía Guadalquivir E-60.02, que incluye el tramo desde Chipiona hasta Sevilla. [10]

A las instalaciones portuarias se accede a través de la Esclusa, que sirve de conexión entre el recinto portuario y la Eurovía Guadalquivir. Su misión es la de servir de elevador de barcos desde la Eurovía a la dársena comercial y viceversa. [10]

El lugar de atraque del buque es el muelle del Centenario de la Dársena del Batán, donde se ubica la terminal de contenedores, con una superficie 96.584 m². [10]

Ilustración nº4. Puerto de Sevilla.



Fuente: [8]

3.3.2 Puerto de Santa Cruz de Tenerife

El puerto de Santa Cruz de Tenerife es un puerto costero, que se encuentra en la ciudad capitalina de la isla de Tenerife. El buque OPDR Canarias opera en la Terminal de Contenedores de Tenerife (TCT), situada en el Dique del Este. Dicha terminal cuenta con una superficie de 15,28 hectáreas, con una línea de atraque de 697 metros y 16 metros de calado. Además cuenta con seis grúas Super Post Panamax para la carga y descarga de los contenedores. [11]

Ilustración nº5. Puerto de Santa Cruz de Tenerife.



Fuente: [8]

3.3.3 Puerto de Las Palmas de Gran Canaria

El puerto de Las Palmas de Gran Canaria es el cuarto puerto de España en cuanto a contenedores se refiere, por lo que podemos referirnos a él como uno de los puertos más importantes del país y el de mayor importancia en la zona de África occidental en el Océano Atlántico. Además, dispone del mayor complejo de reparaciones navales de la zona. En este puerto fue donde se realizó la varada del buque, objeto de este trabajo fin de grado. [12]

Ilustración n°6. Puerto de Las Palmas de Gran Canaria.



Fuente: [8]

3.4 El Astillero

En este apartado, comentaremos que es una varada y los motivos por los cuáles se puede realizar. También, hablaremos sobre el astillero en el cuál se realizó la varada del buque ``OPDR Canarias``, objeto de este trabajo, ASTICAN.

3.4.1 ¿Qué es una varada? ¿Por qué se realiza?

Una varada es una operación mediante la cual se produce la puesta en seco de un buque para realizar operaciones de reparación e inspección de los diferentes sistemas del buque. [13]

Por lo general, existen dos motivos por los que se puede realizar una varada:

- Por una avería. Cuando se produce una avería importante en el buque, se entra a varadero para solucionar un problema puntual.
- Varada programada. En este caso, la varada se realiza porque lo exige la Normativa Nacional y la Internacional, para la inspección o reparación de

diferentes sistemas necesarios para la renovación de certificados por parte de la Administración de Bandera y la Sociedad de Clasificación.

- En cuanto a la Administración de Bandera, se encarga de la renovación del Certificado de Navegabilidad. Este certificado se expide para un ciclo de 4 años, ampliable a 1 año más si se solicita, para que coincida con la renovación del Certificado de Clase.
- En cuanto a la Sociedad de Clasificación, se encarga de la renovación de la Clase. Se expide para un ciclo de 5 años. A los 3 años se realiza una inspección intermedia en la cual se puede realizar la varada o una inspección anual más una inspección submarina. No obstante, a los 5 años y para su renovación, es obligado realizar una varada. Este caso es el que nos encontramos en nuestro buque, el ``OPDR Canarias`` [13]

Como ya hemos comentado, la varada que realizó el buque OPDR Canarias fue una varada programada, y tuvo lugar en el astillero de Las Palmas de Gran Canaria, ASTICAN.

Ilustración nº7. Astillero de reparación de Las Palmas de Gran Canaria.



Fuente: [14]

3.4.2 Tipos de sistemas de puesta en seco

En la actualidad existen varios métodos para la puesta en seco de un buque, y todos ellos son utilizados en mayor o menor medida según el tipo de buque y capacidad del astillero. En este apartado, intentaremos explicar cómo funcionan los distintos tipos de sistemas para realizar la varada de un buque.

El volumen de trabajo que un astillero de reparación puede soportar viene medido por su capacidad de puesta en seco, es decir, a cuántos buques puede realizar la varada y mantenerlos en sus instalaciones al mismo tiempo. Por lo tanto, hablaremos de puesta en seco a la acción de colocar un buque fuera del agua para su posterior reparación. Para dicha puesta en seco existen varios sistemas [15]:

- Grúa para varada de un buque. Consiste en una grúa capaz de retirar pequeñas embarcaciones del agua para su puesta en seco en tierra. Dadas sus limitaciones, es poco frecuente encontrarlo en astilleros de reparación de buques mercantes. [15]

Ilustración nº8. Grúa para varada en el puerto de Santa Cruz de Tenerife



Fuente: [16]

- Travelift. Al igual que el método anterior, se limitará a embarcaciones de pequeño tamaño, como yates o buques mercantes de pequeña eslora. Consiste en una grúa de pórtico móvil, es decir, una estructura capaz de moverse y en donde el buque

quedaría en medio de dicha estructura. Se utiliza en aquellos astilleros donde la distancia que se recorre desde la salida del agua del buque hasta su lugar de varada es pequeño. [15]

Ilustración nº9. Travelift de la empresa Marine Travelift



Fuente: [17]

- Syncrolift. Es una plataforma elevadora, que permite la bajada y subida del buque del agua. Dicha plataforma consta de un sistema de guías y ruedas para cuando el buque apoye en la cama de varada, se pueda desplazar hasta la ubicación definitiva de varada. Es un sistema muy utilizado en los astilleros en la actualidad dada su comodidad de uso. [15]

Ilustración nº10. Syncrolift de ASTICAN en las Palmas de Gran Canaria



Fuente: [18]

- Dique flotante. Es un artefacto naval que mediante la inundación de sus tanques, se hunde su estructura para permitir que el buque que se desea poner a flote se situé encima. Cuando el buque se encuentra en posición, el dique flotante achica sus tanques para elevar el conjunto dique flotante-buque. Actualmente, el dique flotante es el sistema más usado junto con los diques secos para la puesta en seco de los buques. [15]

Ilustración nº11. Dique flotante



Fuente: [19]

- Dique seco. Este sistema consta de un foso construido a nivel de mar en la instalación portuaria donde se ubica el astillero, con una exclusiva que permite la entrada y salida del buque. Un sistema de bombas se encarga de llenar o achicar el agua según la operación que se esté realizando, llenado para la entrada y salida del buque, y achicar para cuando el buque está dentro del dique y se quieren empezar las tareas de reparación. Cuando se termina de achicar el agua, el buque queda ubicado sobre la cama de varada y está listo para empezar los trabajos de reparación. Este sistema es el utilizado en la actualidad para la puesta en seco de los buques de mayor capacidad y dimensiones. [15]

Ilustración nº12. Dique seco



Fuente: [20]

3.4.3 ASTICAN

En el siguiente apartado, hablaremos sobre el astillero que nos compete en este TFG, ya que es en el que tuvo lugar la varada y las reparaciones del buque OPDR Canarias: los ASTILLEROS CANARIOS, S.A. (ASTICAN)

3.4.3.1 Historia del astillero

ASTICAN es un astillero de reparación de propiedad privada con una plantilla de alrededor de 200 trabajadores, y cuya actividad principal es la reparación, el mantenimiento y la conversión de todo tipo de buques y plataformas petrolíferas. El astillero, que fue fundado en 1973, pasó a ser plenamente operativo en 1976. ASTICAN dispone de modernas instalaciones, en particular su sistema de plataforma elevadora para entrada en dique seco, y mano de obra cualificada, responden a la calidad y servicio que demandan los armadores de acuerdo con las más estrictas normas internacionales. Totalmente equipado ofreciendo servicios de: suministro de electricidad, agua dulce y salada, aire comprimido, lucha contra incendios, seguridad, recepción y el tratamiento de residuos (MARPOL), tratamiento de agua, instalaciones médicas, restaurante, oficinas, baños para tripulación, etc. [21]

Ilustración nº13. Instalaciones de ASTICAN



Fuente: [22]

3.4.3.2 Localización

ASTICAN se encuentra en la Avenida de la Petrolíferas, el puerto de Las Palmas de Gran Canaria, en las Islas Canarias. Debido a su situación geográfica, en el Océano Atlántico sirviendo como punto de enlace entre Europa y África y América, goza de un gran volumen de trabajo durante todo el año. Por ello, ASTICAN se sitúa como el astillero de reparación más importante de la zona. [21]

3.4.3.3 Características

A continuación, en las siguientes tablas, plasmamos las características de las instalaciones de las que consta ASTICAN para la realización de los trabajos de reparación.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Características de ASTICAN	
Plataforma de elevación (syncrolift)	175m x 30m. Capacidad de elevación de 10.000 Tn
Superficie de varada	7 líneas de varada <ul style="list-style-type: none"> • 2 líneas de 220m • 2 líneas de 180m • 3 líneas de 120m
Grúas móviles	Capacidad de 600 Tn
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Muelle de 700m • Calado entre 8m y 12m • 4 talleres cubiertos
Equipamiento de los talleres	
Taller mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • 2 puentes grúa de 10 Tn • 1 puente grúa de 1 Tn • Torno para ejes de hasta 10m • 5 tornos para ejes de hasta 2m • Perforadoras • Mandrinadora industrial • Gatos hidráulicos
Taller calderería	<ul style="list-style-type: none"> • 2 puentes grúa de 10 Tn • Máquina de corte por plasma • 6 máquinas dobladoras • 6 máquinas de corte • Varios tipos de taladros
Taller multipropósito	<ul style="list-style-type: none"> • 2 puentes grúa de 15 Tn

Fuente: [21]

Ilustración nº14. ASTICAN



Fuente: [23]

Ilustración nº15. Distribución instalaciones ASTICAN

Línea de varada de 120m	Superficie rodante para acomodación de los buques en las líneas de varada	Línea de 180m
Línea de varada de 120 m		Línea de 180m
Línea de varada de 120m		Línea de 220m
Syncrolift		Línea de 220m
Muelle		Zona de talleres

Fuente: [9]

Ilustración nº16. Taller Mecánico



Fuente: [8]

Ilustración nº17. Torno



Fuente: [8]

Ilustración n°18. Torno para ejes de hasta 10 metros



Fuente: [8]

Además, cabe destacar que ASTICAN cuenta con las certificaciones necesarias para realizar los trabajos pertinentes ya sea en buques o en el sector offshore, tales como plataformas petrolíferas, buques de suministro o de apoyo. Entre sus certificaciones, merecen la pena mencionar [21]:

- La ISO 9001, normativa internacional en lo referente a la Gestión de la Calidad.
- La ISO 14001, normativa internacional en lo referente a la Gestión Ambiental
- La OHSAS 18001, normativa que, aunque de momento no se trata de una ISO tiene el mismo valor de importancia que las anteriores, y se refiere a la Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo
- La UNE 166.002, normativa española en lo referente a un Sistema de Gestión de I+D+i
- La AQAP PECAL 2.120, es una norma basada en las normas PECAL que son publicaciones que especifican los requisitos del Ministerio de Defensa de España (requisitos OTAN) para la gestión de la calidad que deben cumplir los suministradores en el cumplimiento de los contratos de Defensa. Esta norma en particular hace referencia a los requisitos OTAN de Aseguramiento de la Calidad para la Producción.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

IV. METODOLOGÍA

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

IV. METODOLOGÍA

La metodología empleada en referencia a éste trabajo fin de grado la hemos dividido en los siguientes apartados:

4.1 Documentación bibliográfica.

La documentación aparecida en éste TFG, (a partir de ahora Trabajo Fin de Grado), es a partir de una fuente bibliográfica en la que se incluyen páginas web, informes y manuales del buque, etc; y sobre todo el conocimiento adquirido y mi experiencia a bordo del buque ``OPDR Canarias``, donde pude vivir el proceso de varada y los trabajos realizados durante la misma.

4.2 Metodología del trabajo de campo.

La realización de éste TFG viene de mi experiencia de un trabajo de campo que consistió en describir las etapas del proceso que se lleva a cabo para que un buque entre a varadero, incorporando fotos de elaboración propia con reseñas en las mismas que aportan más claridad al lector de TFG.

4.3 Marco referencial.

Nuestro marco referencial es el buque ``OPDR Canarias``, en el cual he tenido la experiencia dentro de mi periodo de prácticas para la elaboración de éste TFG.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

V. RESULTADOS

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

V. RESULTADOS

En éste apartado se tratará el objeto principal del trabajo de fin de grado, centrándonos en el desarrollo etapa por etapa del proceso de varada de un buque.

5.1 Requisitos del buque para entrar a varadero. Alcance de varada.

Cuando un buque quiere contar con los servicios de un astillero, es preciso ponerse en contacto con el astillero y, una vez acordado el contrato de reparación que se va a llevar a cabo, antes de entrar en varadero, el buque debe cumplir unos requisitos. En nuestro caso, el astillero elegido fue ASTICAN, en Las Palmas de Gran Canaria y para poder realizar la varada, el astillero nos exigió que era condición indispensable que el buque entrara a astillero vacío de lodos y con unos calados y lastres determinados.

5.1.1 Alcance de varada

Previamente a la realización de la varada, es necesario programar el alcance de la varada. El alcance de la varada podríamos definirlo como el conjunto de trabajos que se van a realizar en la varada. En nuestro caso, y puesto que la varada que se realizó programada, el alcance de nuestra varada abarco los siguientes trabajos:

- Todos los requeridos por la Sociedad de Clasificación, es decir, la inspección y renovación de los diferentes ítems que las Reglas de la Clase exigen para este caso.
- Todos los requeridos por la Administración de Bandera, es decir, la inspección y renovación de los diferentes ítems que la Normativa Nacional e Internacional exige.
- Aquellos trabajos que se realizaron por los deseos del armador para el mantenimiento o reparación de otros sistemas o equipos. En nuestro caso, algunos de estos trabajos fueron el overhaul del motor principal, los trabajos en las hélices de maniobra o los trabajos en el sistema CPP.

5.1.2 Descarga de lodos

La descarga de lodos se realizó con una antelación de dos semanas respecto a la fecha de entrada del buque en astillero. De esta forma, en nuestras dos últimas visitas a Sevilla, realizábamos la descarga a tierra de los lodos almacenados. Cabe destacar que la última descargase realizó por precaución y para asegurar que el tanque de

almacenamiento tendría la mínima cantidad posible de lodos, pues fue uno de los tanques en el cual se realizaron trabajos y que, más adelante en este trabajo, comentaremos. La empresa encargada de recibir los residuos o lodos, fue la compañía SERTEGO, un gestor de residuos industriales integrado en el grupo URBASER.

Ilustración n° 19. Logotipo SERTEGO



Fuente: [24]

5.1.3 Calados y lastres

La condición de calados y lastres fue dada por el astillero. Esta condición es necesaria para facilitar las maniobras dentro del syncrolift.

Los calados y lastres con los que el buque entro en el syncrolift los reflejamos en la siguiente tabla:

Desplazamiento	6354
Calado a proa	2,70m
Calado a popa	4,25m
Asiento	1,55m

Fuente: [13]

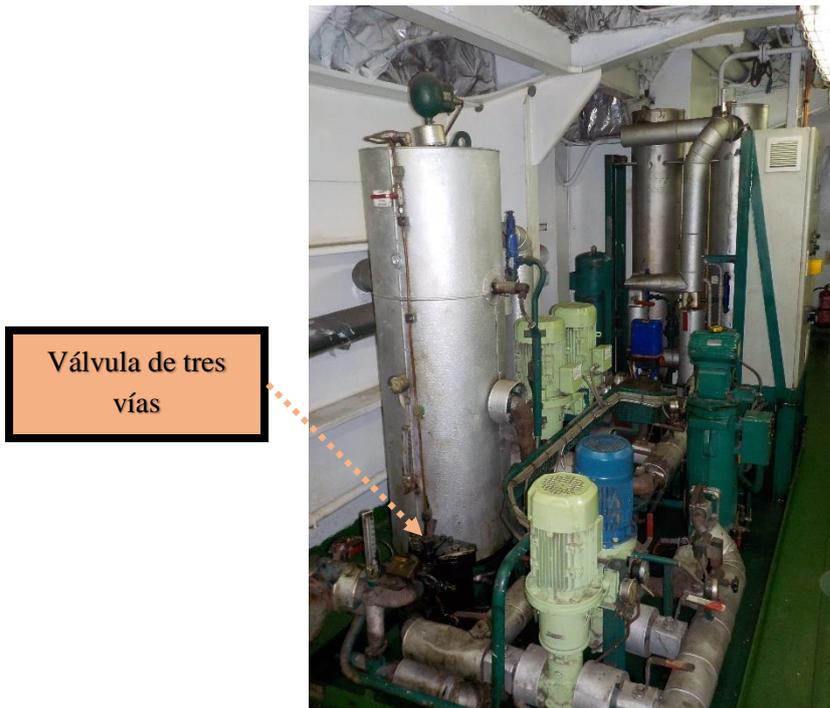
5.1.4 Cambiar a gasoil el consumo del M.P

Otro requisito no exigido por el astillero, pero no por ello menos importante, fue el cambio de consumo de combustible del motor principal, de fuel a gasoil (MDO). Este cambio se realiza porque al realizar la parada del motor durante el proceso de varada del buque, este fuel queda en las líneas de combustible (inyectores, bombas, cánulas de inyección, etc.) y al enfriarse puede producir la obstrucción de dichas líneas.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Para realizar el cambio de combustible basta con realizar una sencilla operación en el módulo booster o módulo de adecuación del combustible. Esta operación consiste en girar una válvula de tres vías, que bien comunica el módulo booster con el sistema de fuel, o bien con el sistema de MDO. En nuestro caso, la colocamos en posición para que comunicará el sistema de MDO.

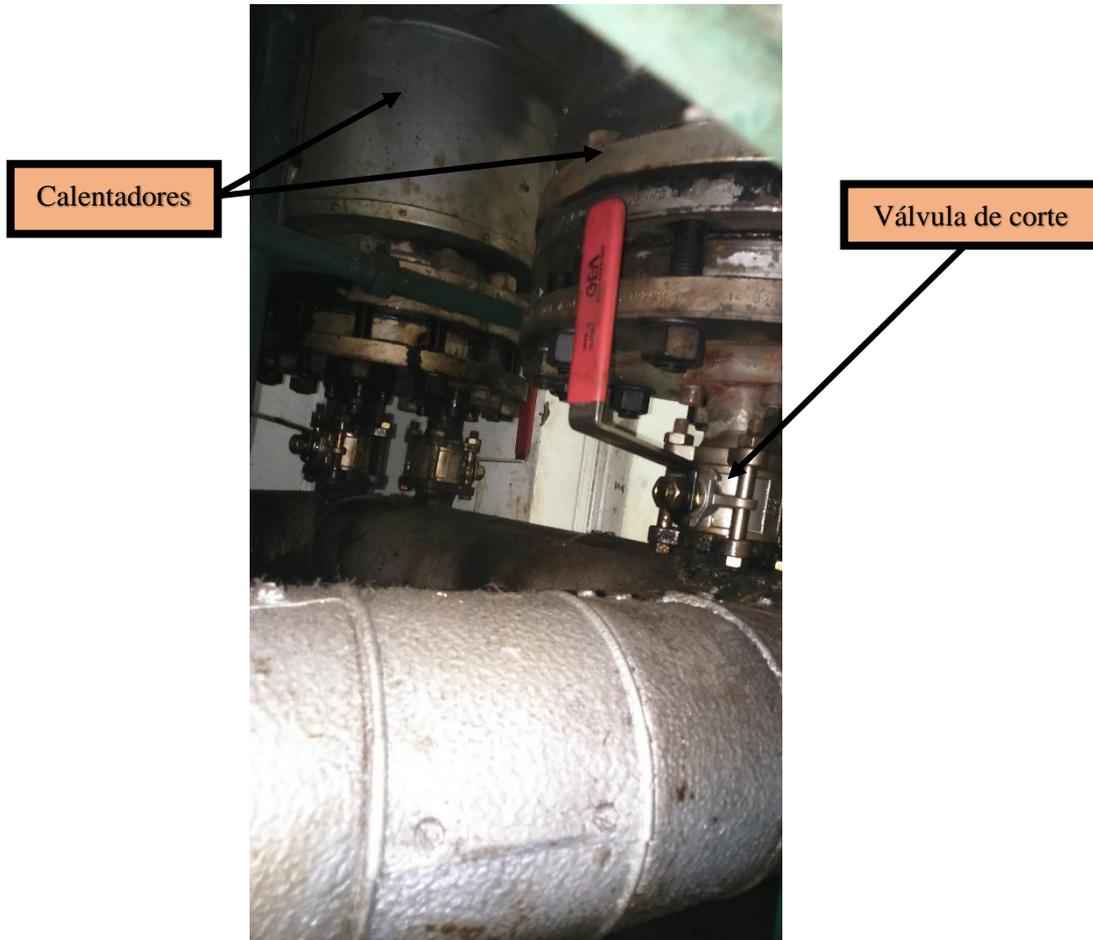
Ilustración n° 20. Módulo booster (válvula de cambio de combustible)



Fuente: [8]

Además, también es necesario incomunicar los calentadores con el aceite térmico, para evitar la calefacción del MDO, puesto que al no funcionar con fuel, en estos momentos no es necesario la calefacción del combustible. De no hacerlo, el MDO alcanzaría elevadas temperaturas dentro del módulo booster y al ser enviado al motor con esta temperatura podría acarrear graves consecuencias, como un incendio en el peor de los casos.

Ilustración nº 21. Válvula de corte de aceite térmico hacia el calentador



Fuente: [8]

Con el gasoil conseguimos un doble efecto, puesto que al realizar el cambio evitamos que las líneas se obstruyan y a la vez, limpiamos los elementos de inyección y tuberías de combustible, haciendo la posterior tarea de reparación más fácil y limpia.

5.1.5 Aprovisionamiento previo a la varada y preparación.

Antes de realizar la varada, el buque estuvo recibiendo respetos de todo tipo para los diferentes trabajos de reparación que se iban a realizar. También, se llenaron los tanques de agua dulce del buque al completo desde tierra, para evitar la conexión del agua dulce en el astillero. Además, embarcaron varias máquinas para realizar desplazamientos de carga a bordo, en concreto, tres transpaletas, una carretilla elevadora (torito), y una máquina elevadora de tijera para alcanzar las zonas elevadas de la bodega.

Ilustración nº 22. Embarque de materiales y máquinas para la varada



Fuente: [8]

El día anterior a la varada, se procedió a la apertura de las lumbreras que daban a la sala de máquinas. Así, embarcó un camión grúa que se encargó de retirar la tapa de la lumbrera que daba acceso a la sala del motor principal y la tapa de la lumbrera que daba acceso al motor eléctrico del motor de la hélice de popa. En un primer momento, se pensó retirar también las tapas de las lumbreras de la sala de motores auxiliares, pero finalmente no se realizó, puesto que no era necesario.

Ilustración nº 23. Lumbreras de la sala de máquinas.



Fuente: [8]

5.1.6 Operaciones previas a la entrada al syncrolift

El buque se encontraba atracado en el muelle de La Luz, en Las Palmas de Gran Canaria, y dada la cercanía del muelle con el astillero, se decidió que el buque fuera remolcado hasta el mismo. De esta forma no hubo necesidad de arrancar el motor principal.

Ilustración n°24. Buque OPDR Canarias en la madrugada previa a su varada.



Fuente: [8]

Mientras los remolcadores remolcaban el buque hasta el syncrolift de ASTICAN, la tripulación de máquinas procedimos a realizar las siguientes tareas:

- Se pararon las depuradoras de fuel y aceite. Como apunte, destacar que una vez estuvimos en astilleros, realizamos la limpieza de las depuradoras, en especial la de fuel, para evitar que el fuel sobrante en la depuradora provocará daños serios cuando se volviera a poner en funcionamiento a la salida de astillero.
- Se desconectaron los equipos conectados a la red eléctrica, en especial los equipos informáticos y electrónicos del puente, como radares, cartas de navegación electrónicas, etc.; puesto que se iba a realizar la caída de planta. Fue una medida de precaución, ya que todos estos equipos son propensos a variaciones de corriente bruscas.
- Se cerraron las válvulas de descarga directa al mar de los servicios de aguas grises y de la planta de tratamiento de aguas negras del barco.

5.2 Diseño de la cama de varada

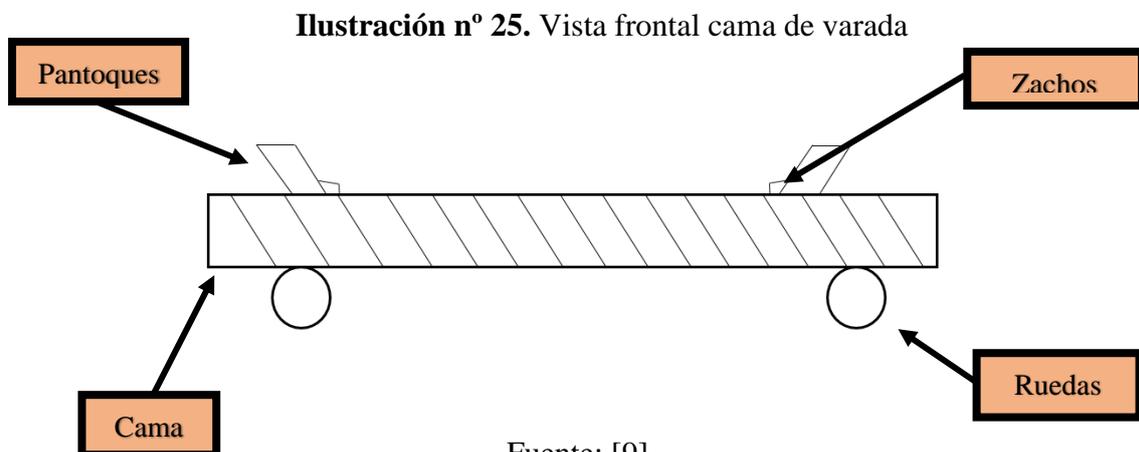
En este apartado comentaremos que es una cama de varada, así como las partes de las que se compone y como se diseña, haciendo alusión al diseño de la cama de varada para el buque OPDR Canarias.

La cama de varada podríamos definirla como el elemento que hace posible sacar el buque del agua y, posteriormente, desplazarlo por tierra mediante una serie de raíles hasta la línea de varada. Recibe este nombre porque es una especie de plataforma con ruedas en la cual se apoya el buque.

5.2.1 Partes de una cama de varada

La cama de varada está formada por diferentes elementos, los cuáles pasaremos a definir apoyándonos en varios esquemas con diferentes vistas de una cama de varada. Comencemos con una vista frontal de la cama de varada. Podemos apreciar las siguientes partes:

- La cama. Es la plataforma donde se apoya el buque y sirve como soporte para los pantoques y las ruedas.
- Las ruedas. Las ruedas son las que permiten desplazar el conjunto cama de varada-buque por medio de raíles.
- Los pantoques. Son los elementos que se colocan sobre la cama de varada, se diseñan según la forma del buque para poder recibir el buque y que este quede bien sujeto.
- Los zachos. Son los elementos que mantienen unidos los pantoques a la cama de varada.



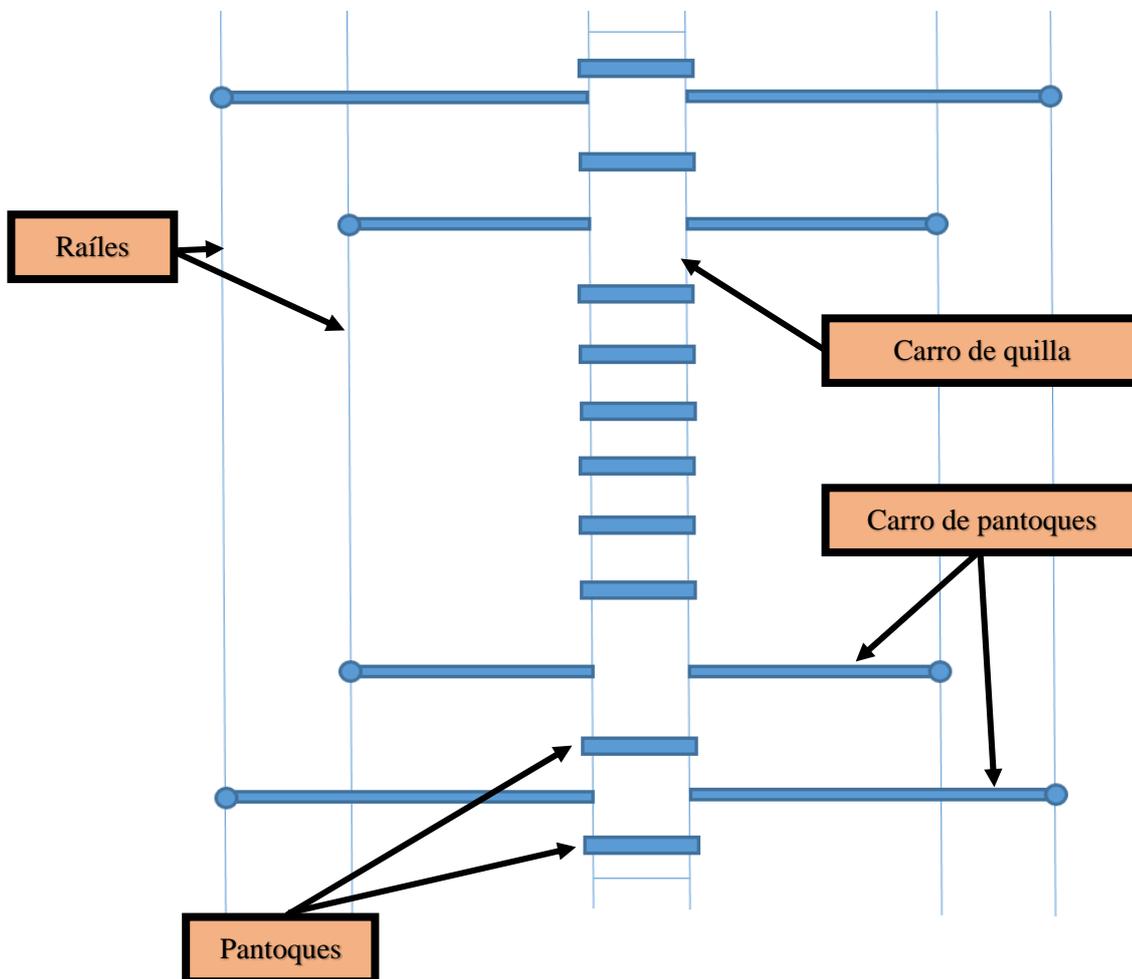
Fuente: [9]

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Continuaremos con una vista de la planta de la cama de varada. Podemos apreciar las siguientes partes:

- El carro de quilla. El carro de quilla, hace referencia a la zona de la cama de varada en la que se apoya la quilla del buque y que recorre toda la eslora del buque.
- Los carros de pantoques. Estos carros son prolongaciones de la cama de varada que permiten cubrir toda la manga del buque para que este quede bien apoyado sobre la cama de varada. En ellos se incluyen varios pantoques para cumplir con este cometido.

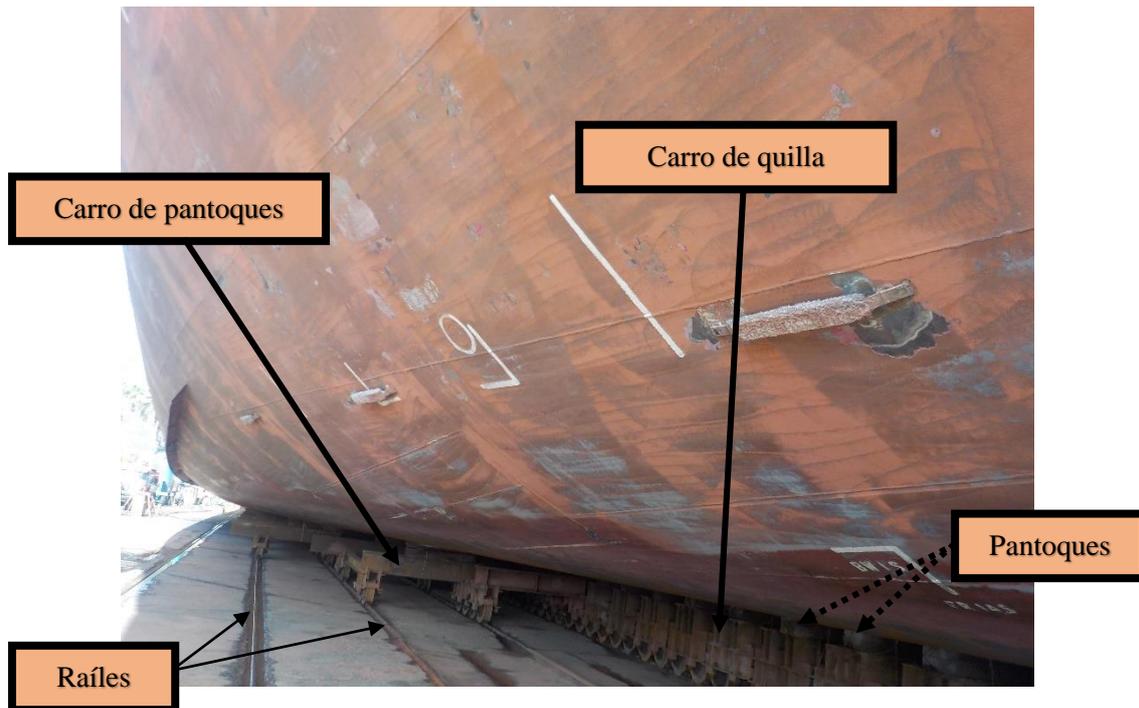
Ilustración nº 26. Planta de cama de varada.



Fuente: [9]

En la *Ilustración n° 30*. Cama de varada, podemos observar la cama de varada del buque. En ella, podemos ver el carro de quilla situado en los raíles centrales y donde se encuentra apoyado el buque. También, se ven los mencionados carros de pantoques que se extienden hasta los pantoques del casco del buque.

Ilustración n° 27. Cama de varada



Fuente: [8]

5.2.2 Diseño de la cama de varada

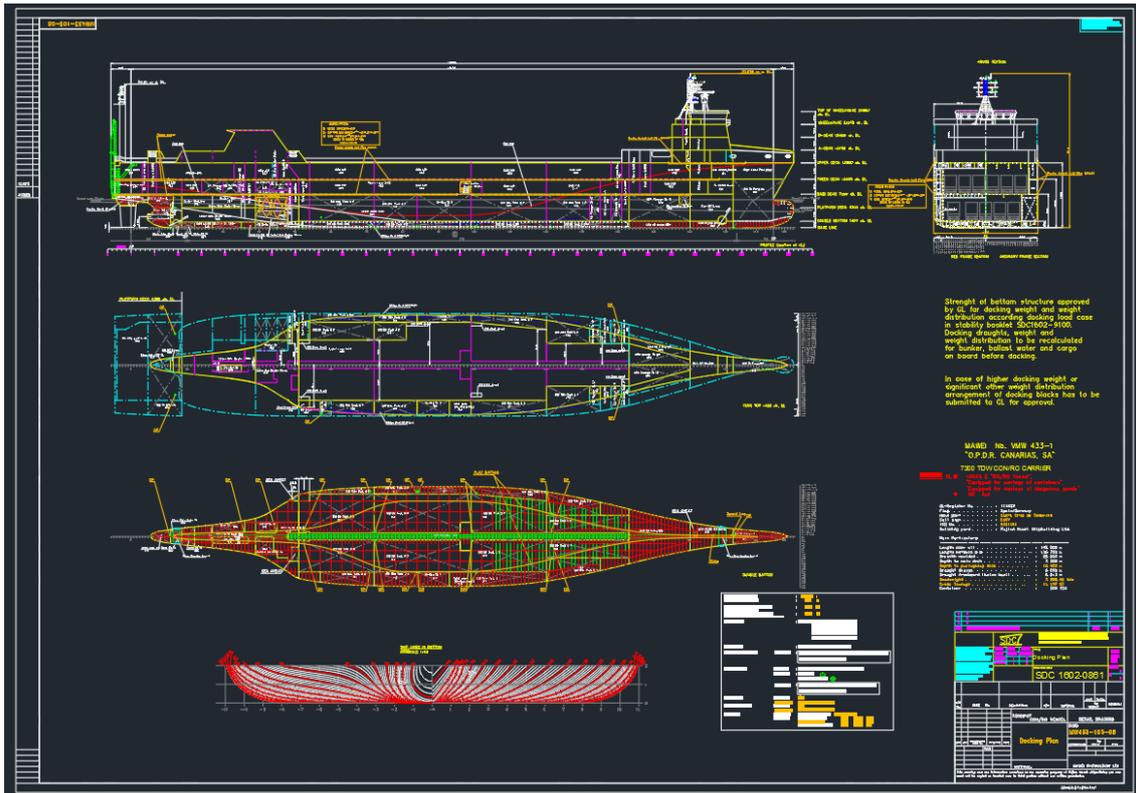
El diseño de la cama de varada corre por cuenta del astillero en el que se va a realizar la varada. Cuando la naviera contrato a ASTICAN para realizar la reparación, debe enviarle al astillero el plano de varada del buque. Dicho plano es proporcionado en el momento en el que el buque sale del astillero de construcción, y es necesario para poder estudiar el plano de formas del buque y diseñar una cama de varada en consecuencia a la forma que presenta el buque. Una vez el plano es suministrado al astillero, la responsabilidad del diseño de la cama de varada recae en el astillero, es decir, el astillero se responsabiliza a diseñar una cama que preserve la seguridad e integridad del buque durante el proceso de puesta en seco del buque.

Cabe mencionar que a la hora de fabricar la cama de varada, el material utilizado es la madera, y es construida por los carpinteros de los que dispone el astillero.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

En nuestro caso, el plano de varada del buque OPDR Canarias es el que se muestra en la Ilustración n°. Plano de varada del buque OPDR Canarias, y a continuación, procederemos a realizar una breve explicación de las vistas que nos interesan para diseñar la cama de varada.

Ilustración n° 28. Plano de varada buque OPDR Canarias.



Fuente: [25]

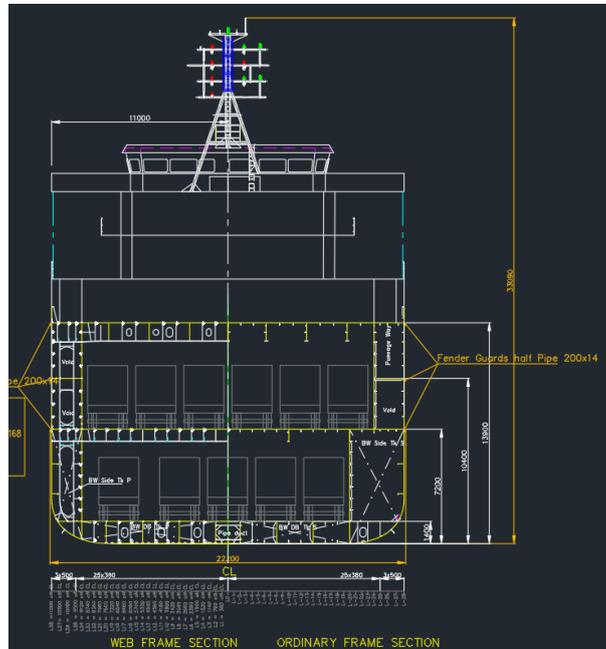
En el plano transversal del plano de varada, podemos observar claramente que el buque presenta un fondo casi plano, sin quilla y con unos pantoques muy poco pronunciados. Conociendo esto, sabemos que nuestra cama de varada no necesitara de muchos pantoques de apoyo, ya que prácticamente el buque quedará apoyado en el carro de quilla sin necesidad de utilizar los pantoques. No obstante por seguridad, se decide colocar un pantoque cada tres cuadernas. De esta vista, también podemos obtener el ancho de la cama de varada.

Dada la forma plana del casco del buque, es posible como medida de urgencia subir el buque en la plataforma syncrolift sin cama de varada. Cabe resaltar que esta medida no es segura y no se debe realizar salvo que, tanto la naviera como el astillero,

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

estén de acuerdo, y siempre bajo la responsabilidad de la naviera, a realizar esta operación como medida de urgencia para subsanar una avería grave.

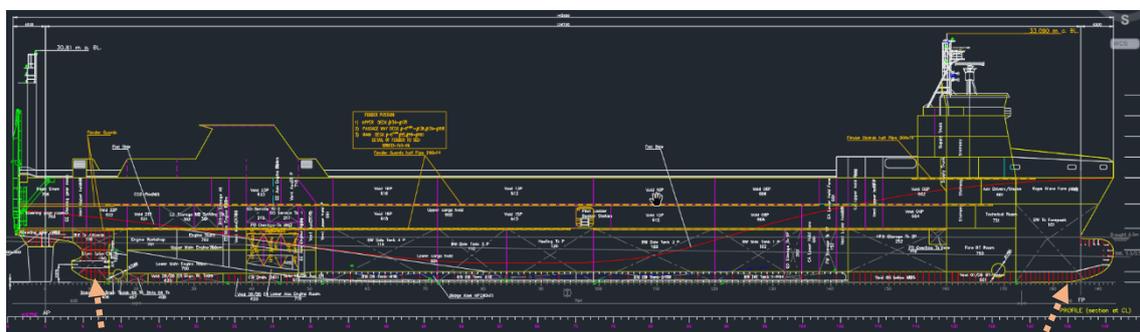
Ilustración n° 29. Plano transversal del plano de varada



Fuente: [25]

En el plano longitudinal del plano de varada, podemos saber cuánto ha de ser el largo de la cama de varada. La eslora de nuestra cama de varada la situaremos entre las cuadernas 12 y 184.

Ilustración n° 30. Plano longitudinal del plano de varada



Fuente: [25]

Cuaderna 12

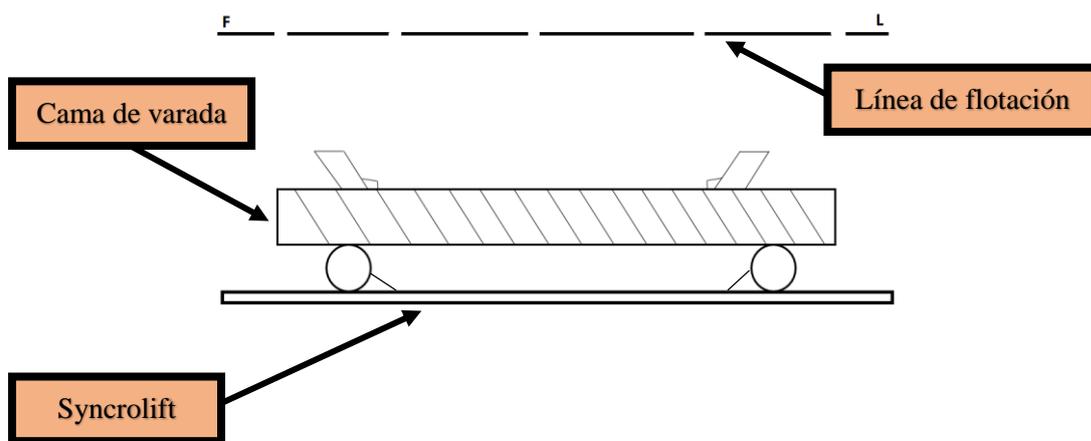
Cuaderna 184

5.2.3 Procedimiento para sujetar el buque a la cama

El procedimiento para que el barco se apoye en la cama de varada es bastante complejo y requiere tener mucha precisión para que el buque quede bien sujeto a la cama de varada.

En primer lugar, la cama de varada se lleva hasta la plataforma syncrolift, donde se trinca para evitar que se mueva cuando la plataforma se sumerja.

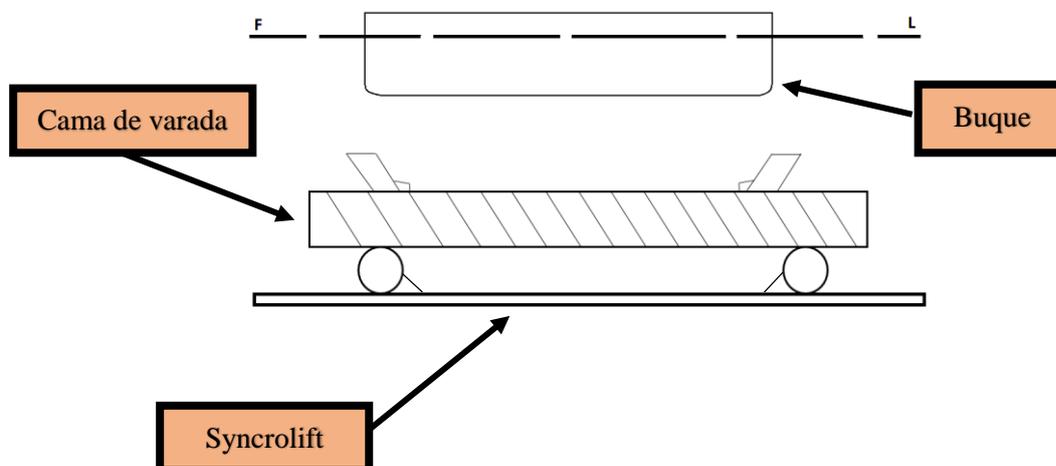
Ilustración nº 31. Esquema cama de varada sumergida.



Fuente: [9]

Por lo general, siempre se intenta aprovechar la marea alta para la entrada del buque en la plataforma, de esta manera, existirá mayor masa de agua entre el fondo del buque y la cama de varada. En este momento, un buzo comienza a dirigir la operación de elevación de la plataforma syncrolift para acercarla al fondo del buque.

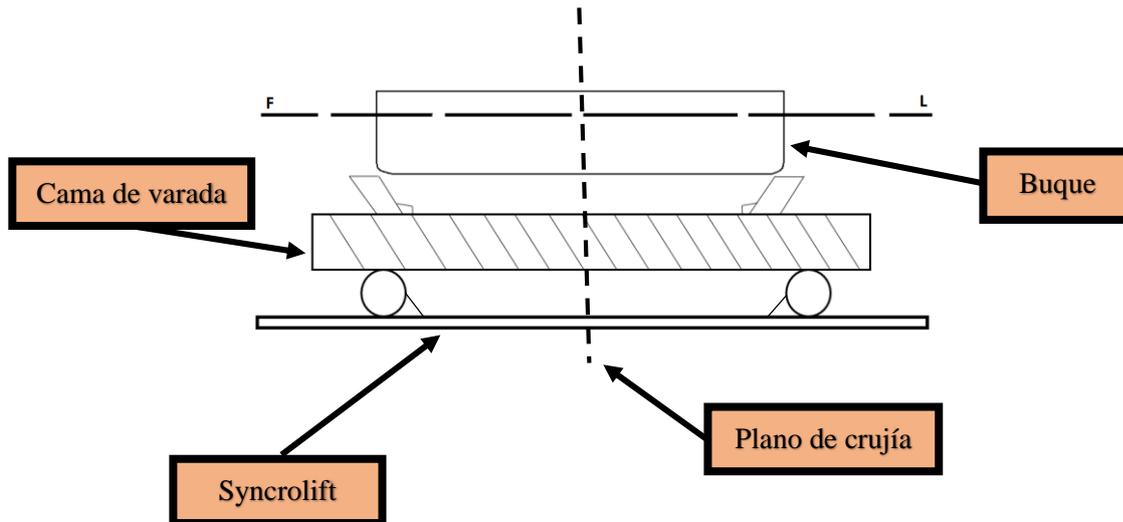
Ilustración nº 32. Esquema cama de varada con buque



Fuente: [9]

Los pantoques se pueden desplazar a lo ancho de los carros para ajustarse a la forma del buque y conseguir de esta forma un mejor apoyo del buque sobre la cama de varada. Además, el buzo debe intentar que cuando el buque se apoye en la cama de varada, debe hacerlo sobre el plano de crujía del mismo, es decir, el buque debe estar centrado sobre la cama de varada.

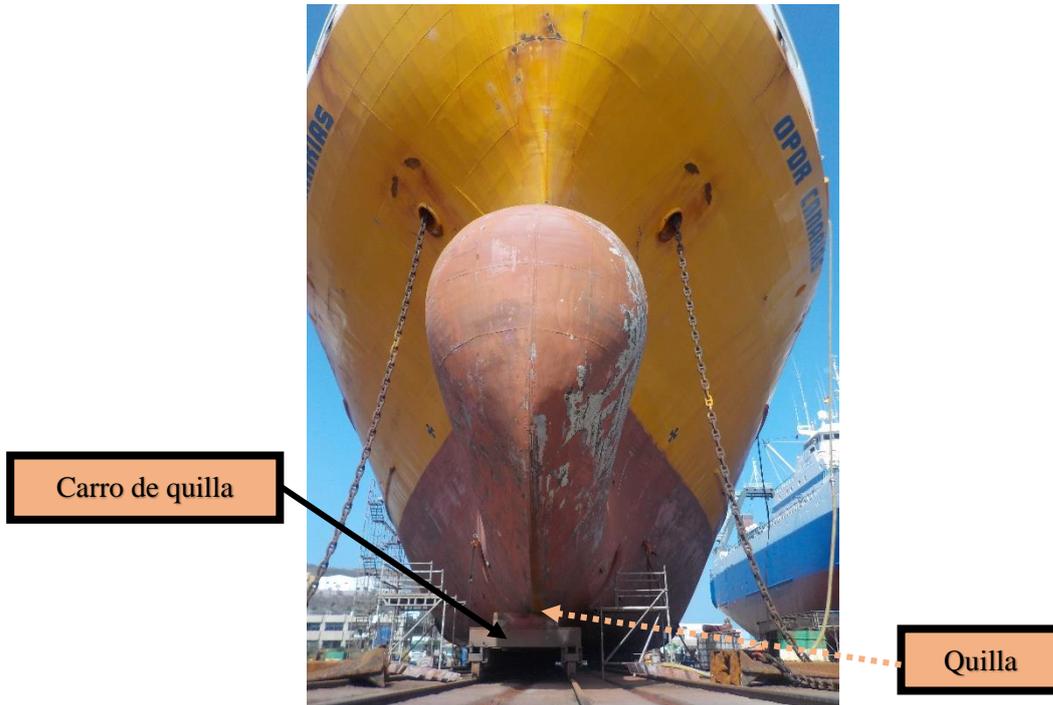
Ilustración n° 33. Esquema de cama de varada



Fuente: [9]

En la *Ilustración n° 37. Buque sobre cama de varada*, se observa que el buque no se encuentra del todo centrado sobre la cama de varada, aunque según lo ya comentado anteriormente, dado el fondo plano del buque, no es algo que comporte un peligro para la seguridad del buque.

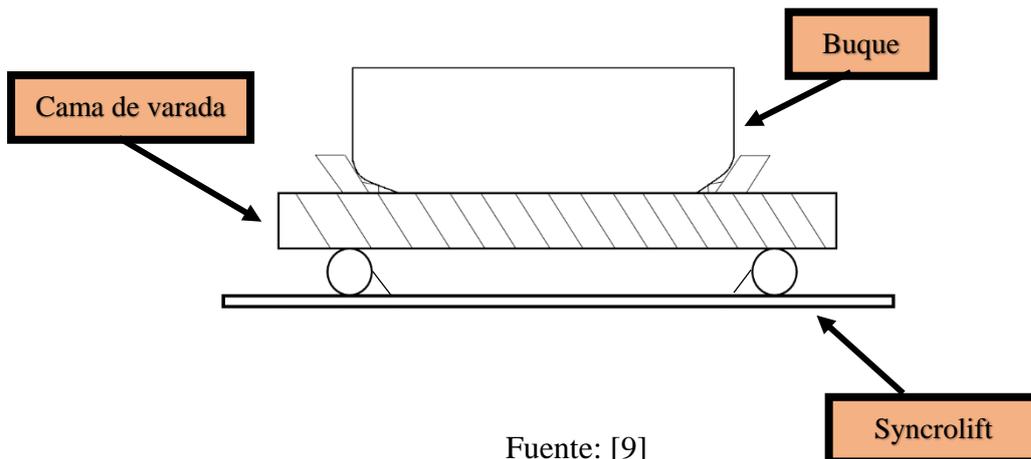
Ilustración n° 34. Buque sobre cama de varada.



Fuente: [8]

Una vez que el buque se encuentra apoyado sobre la cama de varada, el conjunto cama-buque se encuentra ya preparado para ser arrastrado hasta la línea de varada.

Ilustración n° 35. Esquema de cama de varada 2



Fuente: [9]

5.3 Puesta en seco del buque

En la mañana del 31 de diciembre de 2016, se comenzó con el proceso de varada del buque OPDR Canarias. Tras una breve reunión que realizó el jefe de máquinas en la sala del control de máquinas para informarnos a la tripulación de máquinas el itinerario de la jornada, procedimos a ultimar los pasos necesarios para la varada.

5.3.1 Operaciones realizadas en el syncrolift

Una vez llegados al syncrolift de ASTICAN, el buque se colocó sobre la cama de varada, que se encontraba en la plataforma del syncro.

Ilustración nº 36. Buque OPDR Canarias en syncrolift



Fuente: [8]

Una vez asegurado el buque, la plataforma comenzó a subir, y es en este momento cuando se debe realizar otra operación en la máquina de vital importancia. A medida que la plataforma va elevando el buque, el nivel del agua va bajando, por lo que las tomas de mar del barco van quedando al descubierto, es decir, sin agua, por lo que comienza a bajar

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

la presión de agua. Es importante, cerrar las válvulas que conectan con las tomas de mar, para evitar que las bombas que impulsan agua salada se desceben.

Ilustración n° 37. Válvula de fondo de estribor.



Fuente: [8]

Ilustración n° 38. Válvula de fondo de babor.



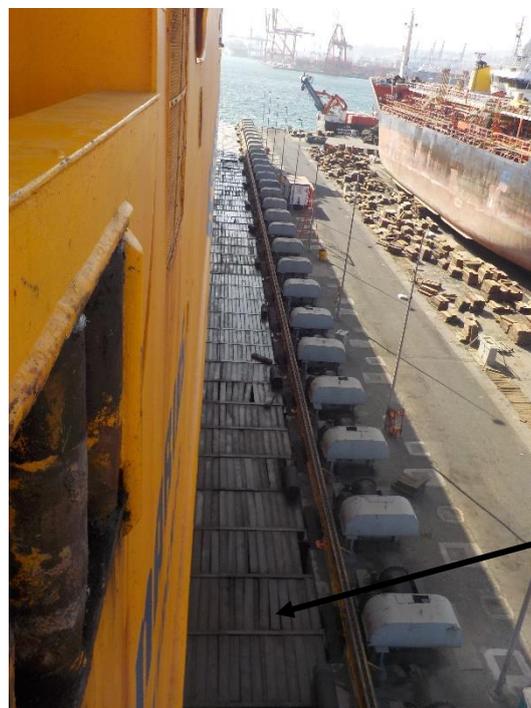
Fuente: [8]

Otra operación importante de la cual se encargan los operarios del astillero es de colocar los tapones a los tanques de lastre, para evitar que los tanques se vacíen y se comprometa la estabilidad del buque.

5.3.2 Blackout

Cuando la plataforma se encuentra arriba del todo, se procede a realizar el blackout o caída de planta intencionada.

Ilustración nº 39. Buque OPDR Canarias sobre plataforma del syncrolift.



Plataforma elevadora

Fuente: [8]

El buque se encuentra alimentado eléctricamente por los motores auxiliares, que se encargan de suministrar la corriente necesaria para la iluminación del buque y los diferentes sistemas que se encuentran en uso. Para provocar el blackout, es suficiente con apagar los motores auxiliares. Cada motor auxiliar consta de un cuadro en la sala de control que permite su puesta en marcha o apagado de forma remota, y del cuadro de mando en el propio auxiliar para realizar esta operación. En nuestro caso, el apagado de los motores auxiliares se realizó de forma remota por comodidad. Para ello, basta con girar el selector de STAR/STOP de cada auxiliar a la posición de STOP. De esta forma se produce la caída de planta.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Ilustración nº 40. Panel de la sala de control del Motor Auxiliar N°1.



Fuente: [8]

Cuando realizamos esta operación debemos fijarnos que el machete que conecta el cuadro principal con el generador de emergencia se encuentra activado, ya que de lo contrario, al provocar la caída de planta no se producirá la conexión con el generador de emergencia y nos quedaremos completamente a oscuras en el buque. Más adelante, cuando recibamos la conexión de tierra si debemos provocar también la caída del generador de emergencia.

Ilustración nº 41. Machete de traspaso a cuadro de emergencia.



Fuente: [8]

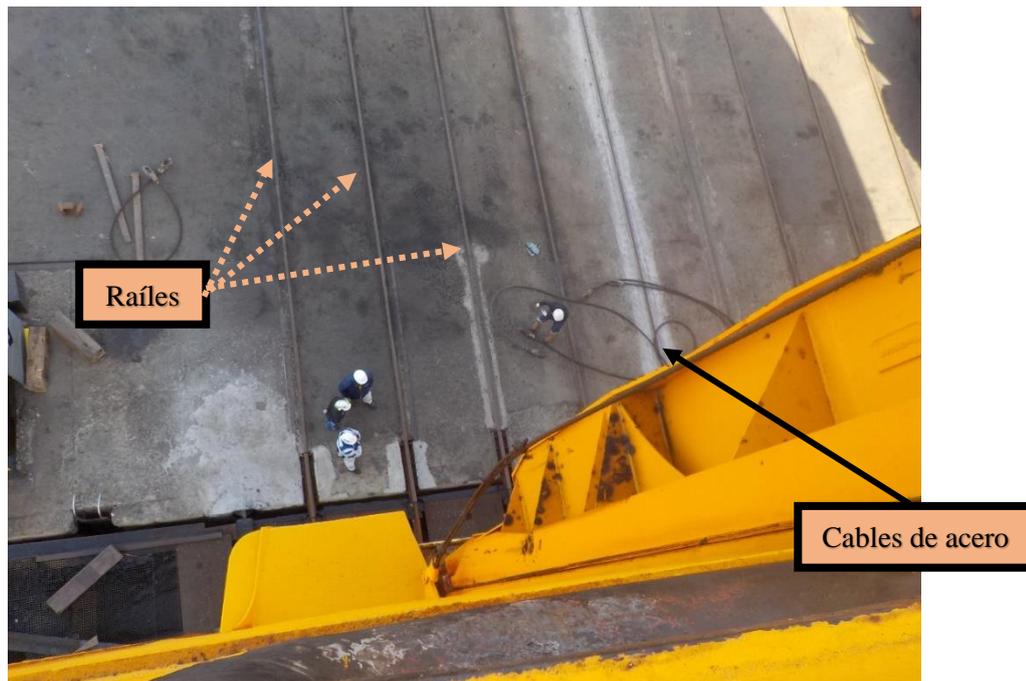
Como ya deslizamos en el párrafo anterior, al provocar el blackout, el generador de emergencia entra en escena, manteniendo unos servicios mínimos hasta que el buque sea llevado a la línea de varada que le corresponde.

5.3.3 Traslado del buque a línea de varada.

En este momento, el buque ya se encontraba fijado a la cama de varada sobre la plataforma del syncrolift, y solo faltaba conducirlo hasta la línea de varada.

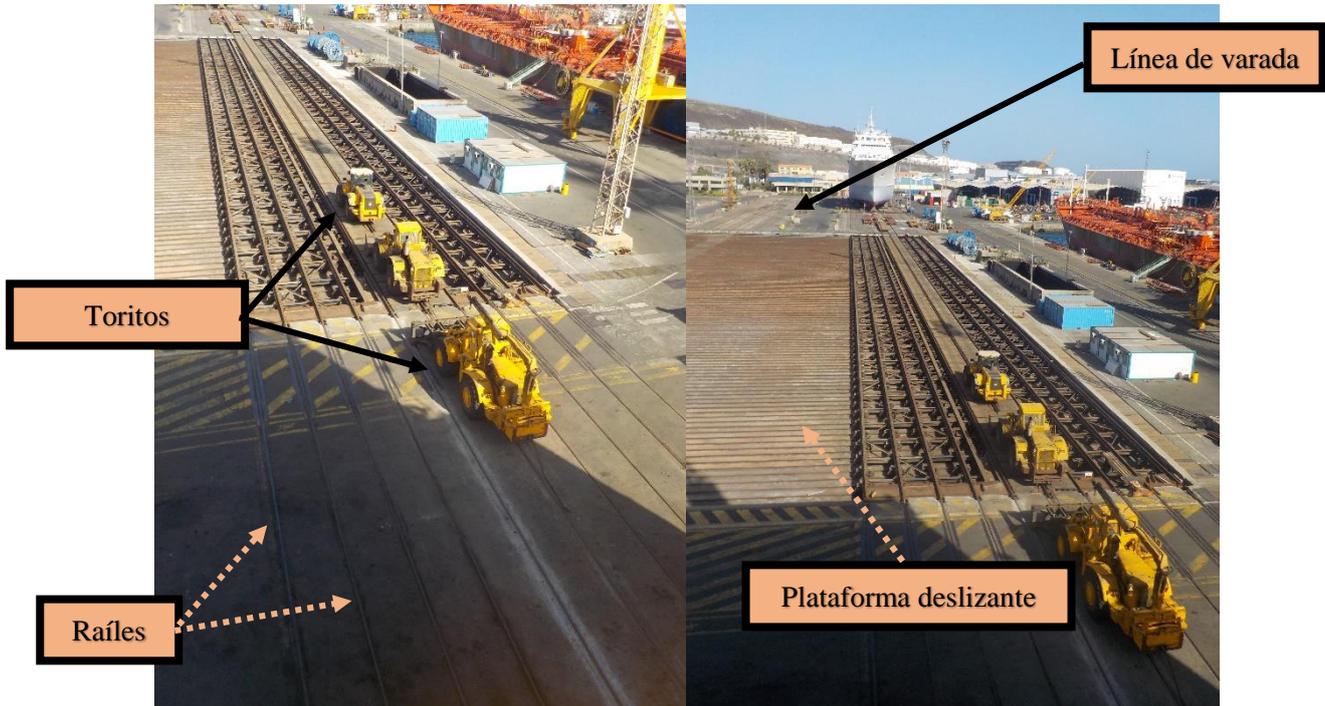
Para ello, los operarios de ASTICAN, se encargaron de atar unos cables de acero a la popa del barco mediante los cuales, el barco sería remolcado a través de los raíles que se encontraban en la superficie de varada, por tres toritos de gran potencia.

Ilustración n° 42. Operarios colocando cables de acero.



Fuente: [8]

Ilustración nº 43. Tractores remolcando al buque OPDR Canarias.



Fuente: [8]

En un primer momento, el buque fue remolcado hasta una plataforma deslizante que se encuentra en el medio del varadero, cuya función es mover el conjunto cama de varada-buque longitudinalmente, para poder ubicarlo en la línea de varada correspondiente. Una vez en dicha plataforma y ubicado, el conjunto cama-buque, es remolcado de nuevo por los toritos para situarlo definitivamente y dar por concluido el proceso de puesta en seco del buque.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Ilustración nº 44. Plataforma de deslizamiento.



Fuente: [8]

Ilustración nº 45. Buque OPDR Canarias puesto en seco.



Fuente: [8]

5.4 Puesta del buque en varadero

En este apartado, vamos a hablar sobre la toma de servicio de tierra, una vez que el barco ya se encuentra en la línea de varada.

5.4.1 Toma de corriente.

En primer lugar, se debe conocer el orden de las fases R-S-T del barco. Esto se consigue midiendo con un medidor de fase en el cuadro eléctrico principal de la sala de máquinas. Además, en nuestro caso, tuvimos que medir las fases del sistema de carga, puesto que este sistema tenía dos fases invertidas. Una vez conocidas las fases, debemos asegurarnos que el machete de conexión de tierra y el machete de conexión de la rampa de bodega se encuentra desconectado, para evitar un cortocircuito cuando nos suministren corriente de tierra. En este momento, ya podemos recibir conexión desde tierra.

Ilustración nº 46. Machetes de desconexión.



Fuente: [8]

Para la toma de corriente desde tierra, fue necesario el uso de una grúa que subiera los cables por la banda de estribor hasta la cubierta. Cabe mencionar, que se realizaron dos conexiones de corriente, una hacia el cuarto del generador de emergencia, en el que se encontraba el cuadro eléctrico donde se conectaban los cables de tierra, y otra hacia la sala del sistema de carga, hacia el cuadro eléctrico del misma.

Ilustración nº 47. Grúa de tierra para alcanzar los cables de conexión.



Fuente: [8]

Ilustración nº 48. Electricista del buque OPDR Canarias recibiendo la conexión de tierra.

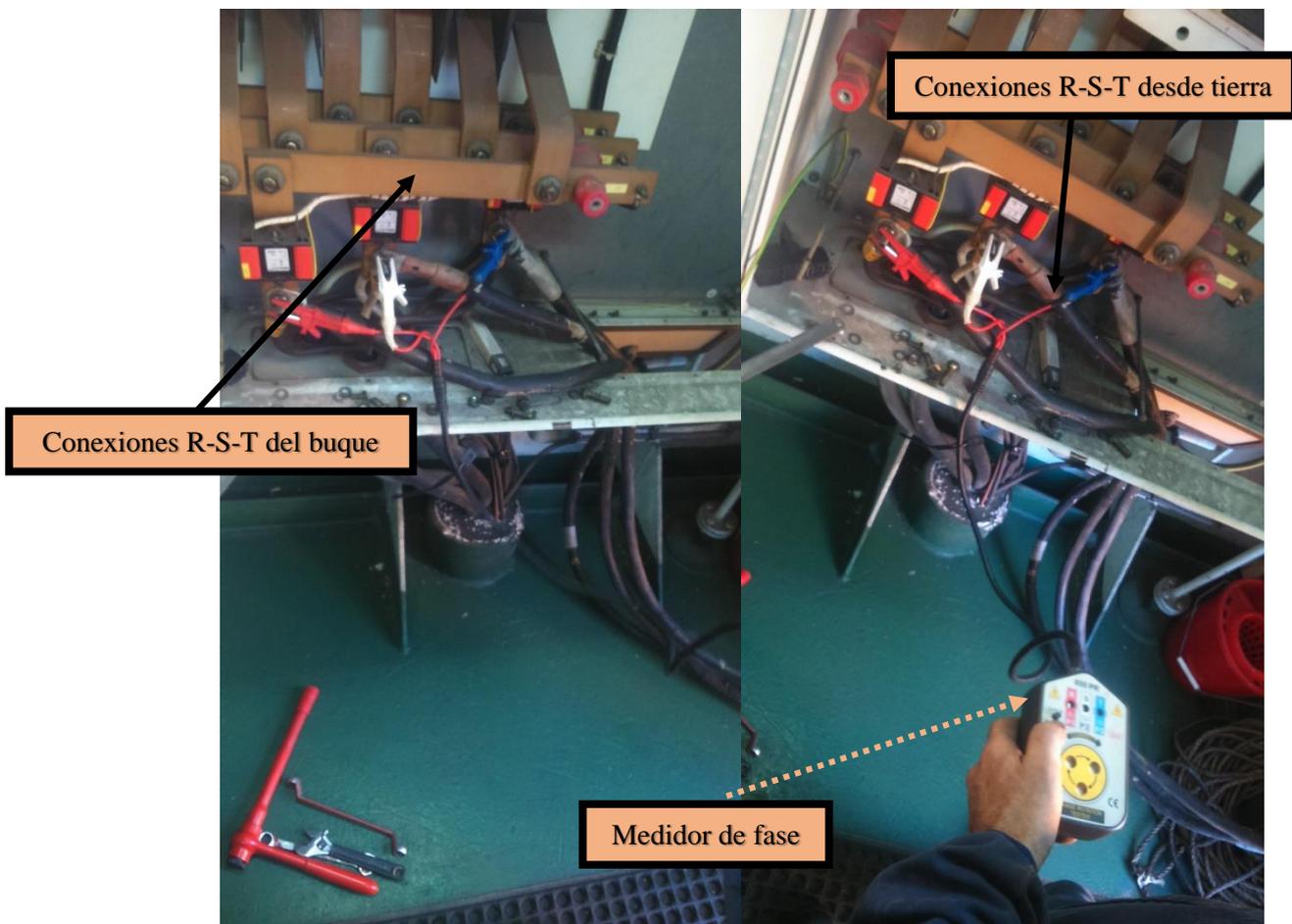


Fuente: [8]

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

A continuación, se conectaron primero los cables de conexión de corriente para dar servicio al buque. Para ello, como ya comentamos, se conectaron los cables respetando las fases que ya habíamos medido en el cuadro eléctrico que conectaba con el cuadro principal de la máquina. Además, antes de ordenar al astillero que suministrara la corriente, se comprobaron las fases para asegurarse de que la conexión se había realizado correctamente. Cuando se da corriente de tierra, el generador de emergencia se detiene, y el buque se queda dependiendo únicamente de la conexión eléctrica suministrada por el astillero.

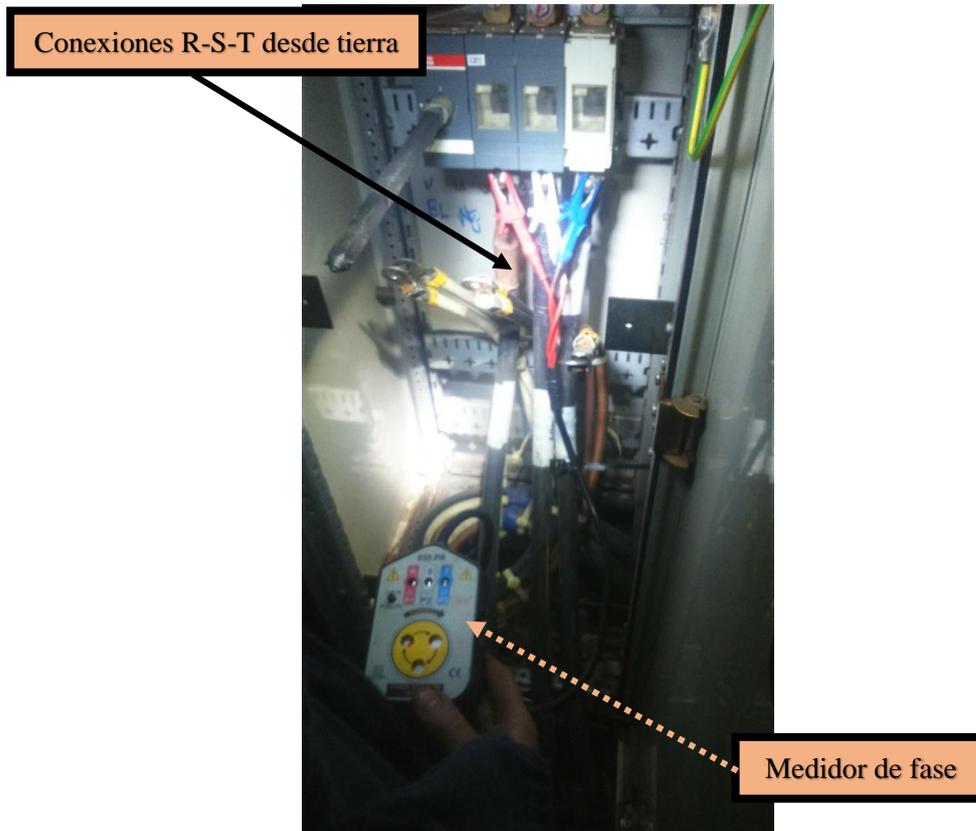
Ilustración nº 49. Conexión desde tierra para los servicios generales.



Fuente: [8]

Homólogamente a lo que se hizo con la conexión a tierra para los servicios generales, se procedió a conectar los cables al cuadro eléctrico del sistema de carga. Para ello, recordamos que este sistema funciona con dos fases estaban invertidas, por lo que a la hora de conectar simplemente conectaremos dos cables invertidos.

Ilustración nº 50. Comprobación de fases.



Fuente: [8]

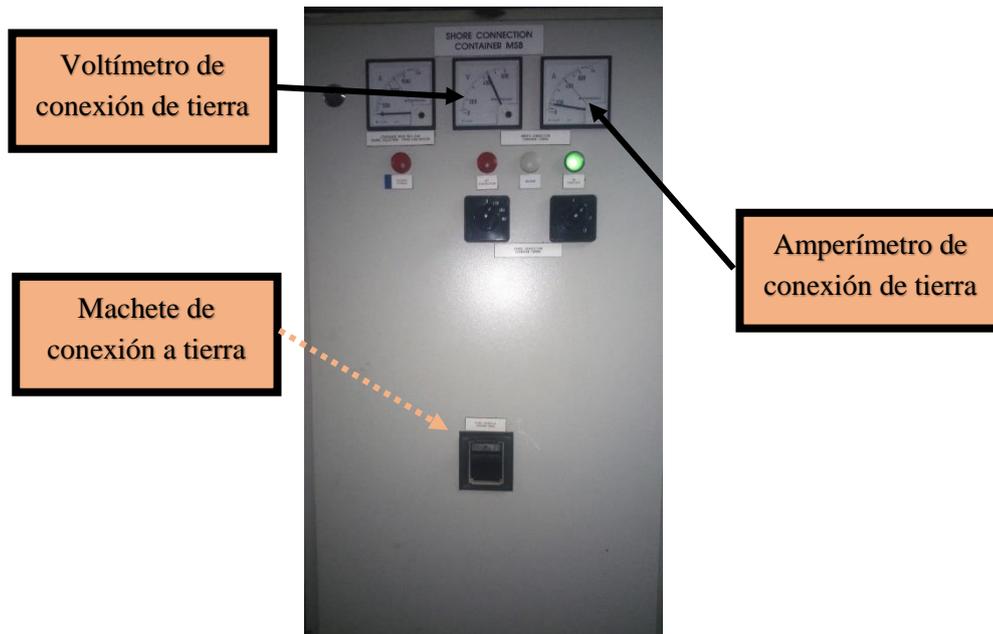
Ilustración nº 51. Conexión desde tierra para el sistema de carga.



Fuente: [8]

Para acabar con este apartado, comentar que se realiza una comprobación meramente por seguridad, de que la conexión a tierra está dada (con el machete de conexión en ON), y que la tensión suministrada es la correcta, que en nuestro caso era de 440V.

Ilustración n° 52. Cuadro de comprobación de la conexión de tierra



Fuente: [8]

5.4.2 Toma de agua.

El siguiente servicio que se conecta es el de agua. Este servicio se utilizó para dos actividades diferentes:

- Por seguridad, en caso de incendio, el buque podría utilizar sus propios medios de contraincendios.
- Para la refrigeración de las cámaras frigoríficas y el aire acondicionado de abordó.

Este servicio se conectó a partir de una toma de contraincendios de cubierta, y mediante la apertura y cierre de válvulas se consiguió canalizar el agua por el circuito de LT del buque. Este circuito de LT recorría todo el barco, y era el encargado de llevar el agua a los intercambiadores de calor de las cámaras frigoríficas y aire acondicionado. Un inconveniente que surgió más adelante en la varada, pero comentaremos en este apartado, fue que al sacar las bombas de LT para su saneado, se tuvo que utilizar las bombas de lastre conectadas al circuito LT para no quedarnos sin refrigeración a bordo. Además, se

tuvo que alterar entre la bomba de lastre nº1 y la nº2, pues estas también debían ser llevadas a tierra para su saneado.

Ilustración nº 53. Toma de agua en cubierta.



Fuente: [8]

5.4.3 Toma de aire de servicio

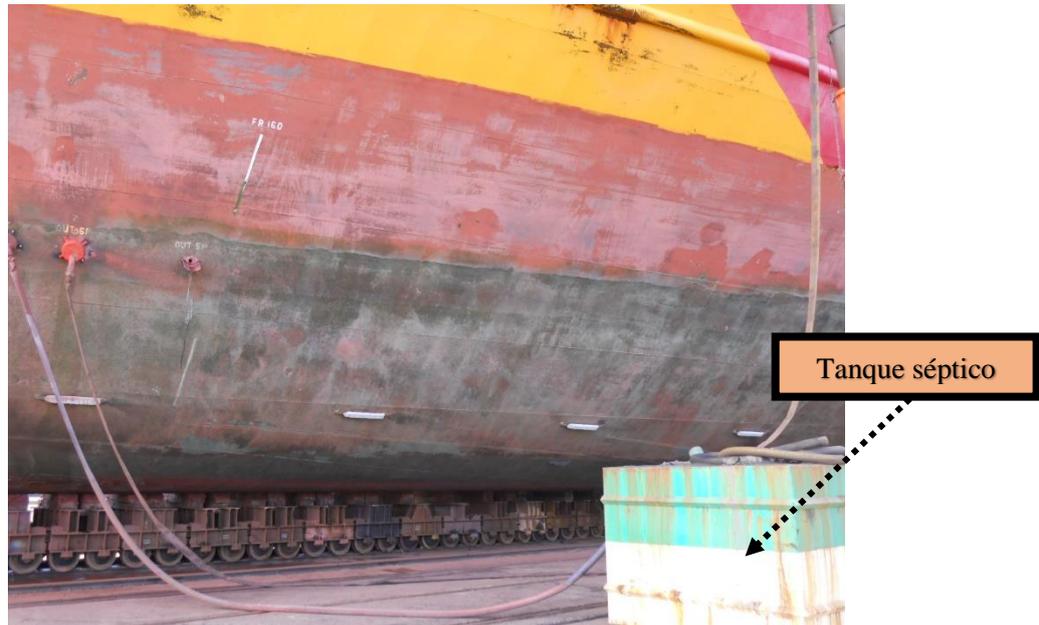
En este apartado, solo comentaremos que el astillero suministro aire comprimido de servicio para la utilización de todas aquellas máquinas y herramientas neumáticas que fueran necesarias durante la reparación. Dicho aire de servicio se suministró a una presión en torno a 9 bar.

5.4.4 Conexión a tierra de residuos y basuras

El astillero, también suministro servicios para la recogida de basuras y los residuos generados por el barco, durante la estancia en el astillero.

Para la descarga de las aguas grises y las aguas negras que salían tratadas de la planta de tratamiento, se colocó un tanque séptico en el costado de babor del buque. Dicho tanque se conectó al buque a través de la línea de descarga directa de aguas negras al mar, puesto que las válvulas de la línea de descarga de aguas grises y la línea de descarga de aguas tratadas, iban a ser saneadas.

Ilustración nº 54. Tanque séptico conectado.



Fuente: [8]

Para la descarga de basuras de abord, se instaló un tubo que recorría el casco por la banda de babor, que conectaba la zona de la habitación con un contenedor ubicado en tierra.

Ilustración nº 55. Tubo de descarga de basuras.

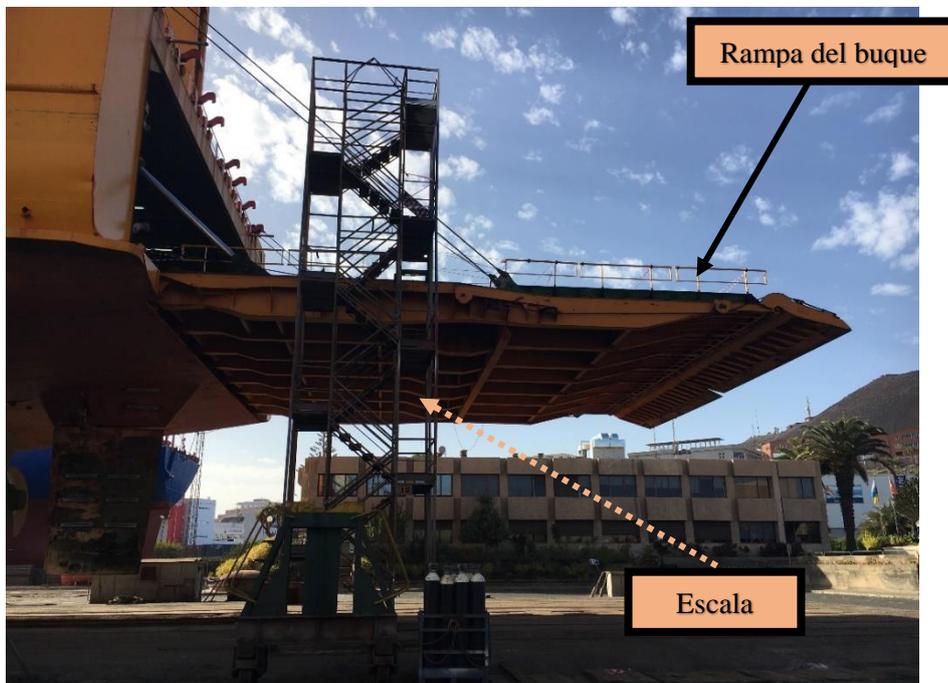


Fuente: [8]

5.4.5 Colocación escalas

Por último, en este apartado, comentaremos donde se ubicaron las dos escalas para permitir el acceso al buque desde tierra y viceversa. La primera escala que se colocó fue por el costado de estribor, aprovechando la escala real del propio buque. La escala real se arrió hasta que estuvo en contacto con la escala que proporcionaba el astillero. La segunda escala, se colocó en la rampa de la bodega a babor, una vez se arrió está por completo. De esta forma, existían dos puntos de acceso al buque, uno en proa y a estribor, cerca de la habilitación, y otro en popa a babor, más pensada para la entrada de todo el personal que iba a trabajar a bordo.

Ilustración n° 56. Escala de la rampa a babor.



Fuente: [8]

5.5 Trabajos realizados en el buque

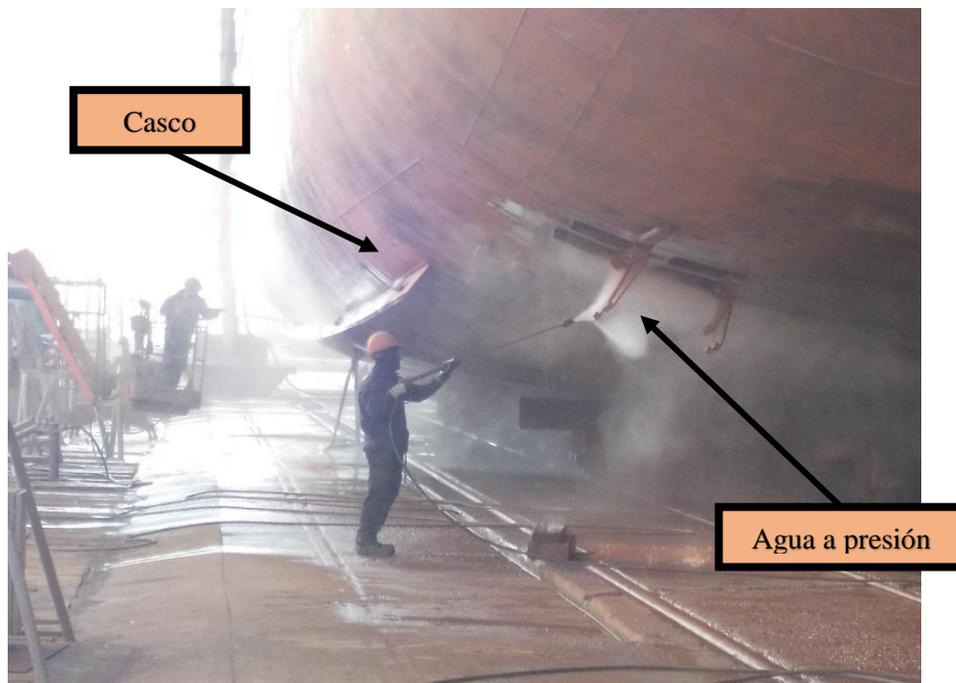
En este apartado, comentaremos brevemente los trabajos que se realizaron a bordo, apoyándonos con ilustraciones para esclarecer las ideas a las que nos referimos. Hemos dividido este apartado de trabajos en tres grupos según la zona de realización del trabajo: superficies, cubierta y máquinas, centrándonos un poco más nuestro interés en este último apartado

5.5.1 Tratamiento de superficies

Los trabajos que se realizaron en el casco estaban enfocados al mantenimiento y reacondicionado de la obra viva del buque, aunque también se llevaron a cabo trabajos de pintado en la obra muerta. Podemos decir, que en lo referente al casco los trabajos que se realizaron fueron:

- El endulzado del casco. Esta operación consistió en ``lavar`` todo el casco del buque con agua dulce a presión con la misión de desalar la superficie del mismo.

Ilustración nº 57. Endulzado del casco



Fuente: [8]

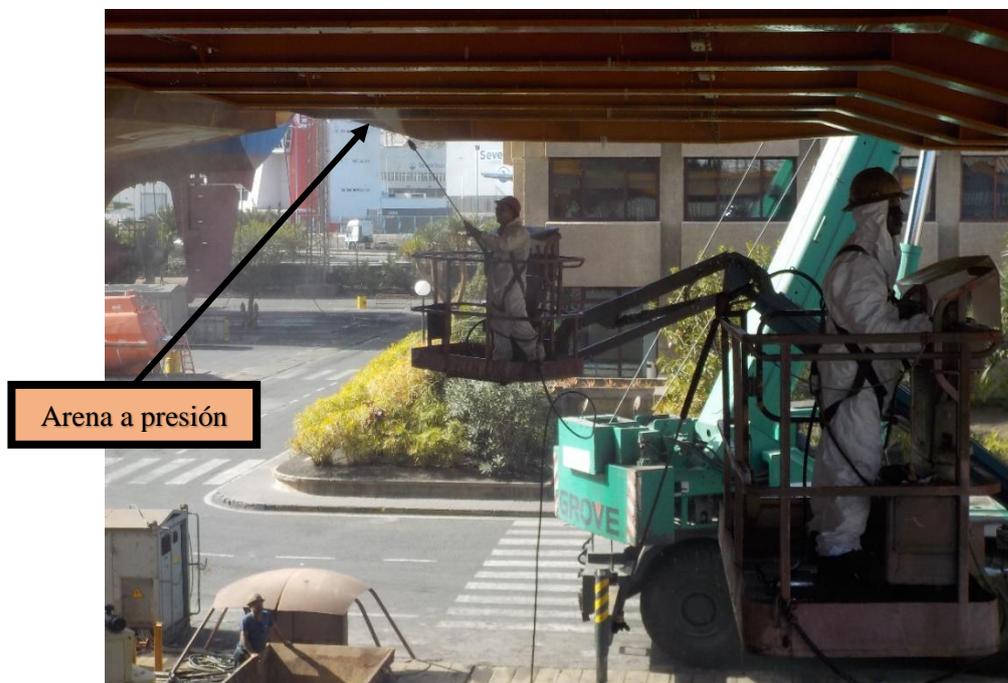
- Arenado del casco. El proceso de arenado se realizó para retirar los restos de la antigua pintura así como otros aspectos que se encontraran en el casco. En primer

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

lugar se realizó una limpieza del casco con máquinas de discos abrasivos. A continuación, se realizó la proyección de arena a presión sobre el casco.

- Pintado del casco. El buque fue pintado en el astillero tras los trabajos anteriormente nombrados, por JOTUN, una gran empresa en el sector de pinturas para todos los sectores, pero en especial al marítimo. Para ello, el responsable de la compañía del buque tuvo que facilitar el esquema de pintado del barco, que es un documento que se facilita al barco cuando se construye para futuras tareas de mantenimiento y pintado del casco.

Ilustración nº 58. Arenado del casco



Fuente: [8]

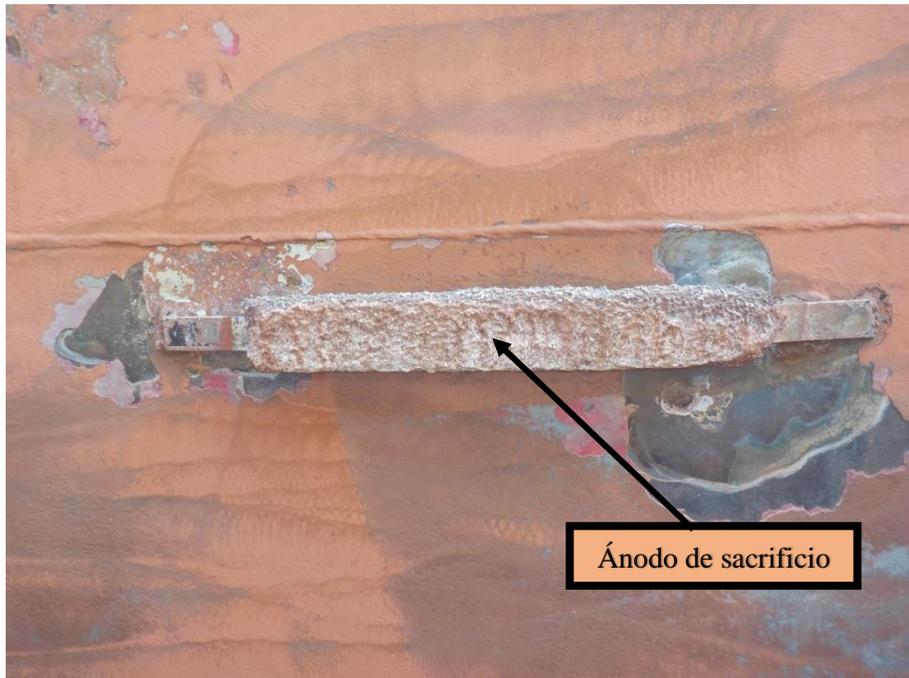
Ilustración nº 59. Buque OPDR Canarias recién pintado.



Fuente: [8]

- Cambio de los ánodos de sacrificio del casco y del timón. Otro de los trabajos realizados en el casco fue la sustitución de todos los ánodos de sacrificio del casco y del timón, por ánodos nuevos de zinc.

Ilustración nº 60. Ánodo de sacrificio.



Fuente: [8]

5.5.2 Trabajos de cubierta

Dado que este TFG tiene un enfoque desde el punto de vista del personal de máquinas, solo comentare unos de los trabajos de cubierta que me llamó la atención, que fue el calibrado y saneado de la caja de cadenas y anclas. En primer lugar se arriaron las cadenas de ambas anclas sobre el suelo del varadero. El calibrado de la cadena consistió en sanear todos los eslabones de la misma, y pintar los grilletes de unión para diferenciar bien los tramos de cadena.

Ilustración n° 61. Arriado de cadenas y pintado del ancla.



Fuente: [8]

Otro trabajo que se realizó, fue el saneado de la caja de cadenas.

Ilustración n° 62. Caja de Cadenas



Fuente: [8]

5.5.3 Trabajos de máquinas

En cuanto a los trabajos de máquinas que se realizaron, vamos a dividir este apartado en función del trabajo que se realizó para poder incidir con más detalle en los mismos.

5.5.3.1 Overhaul del motor principal

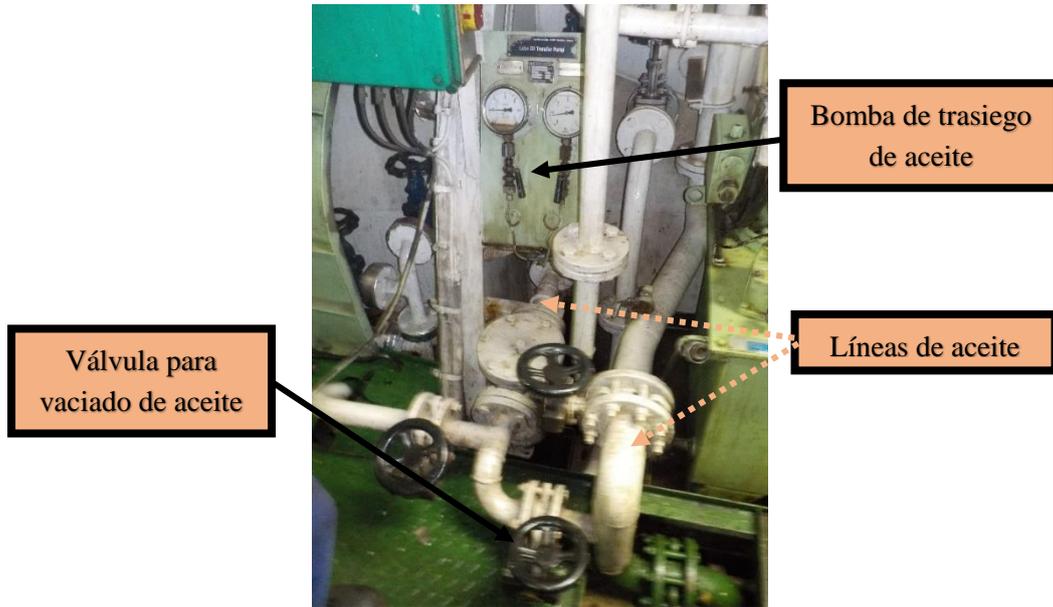
Ilustración n°63. Motor principal.



Fuente: [8]

En primer lugar, antes de comenzar con los trabajos en el motor principal, fue necesario vaciar el aceite que contenía este, tanto en el motor como en el cárter seco. Para ello es necesario abrir las válvulas que se muestran en la *ilustración n° 68. Válvulas para vaciado del motor*, y a partir de aquí se nos presentan varias opciones de trasiego del aceite, hacia el tanque de pérdidas, hacia el tanque de lodos o hacia el tanque de settlings. En nuestro caso, se trasegó el aceite hacia el tanque de pérdidas, puesto que iba a ser vaciado y limpiado más adelante como parte de los trabajos del astillero.

Ilustración nº 64. Válvula para vaciado de aceite del motor.

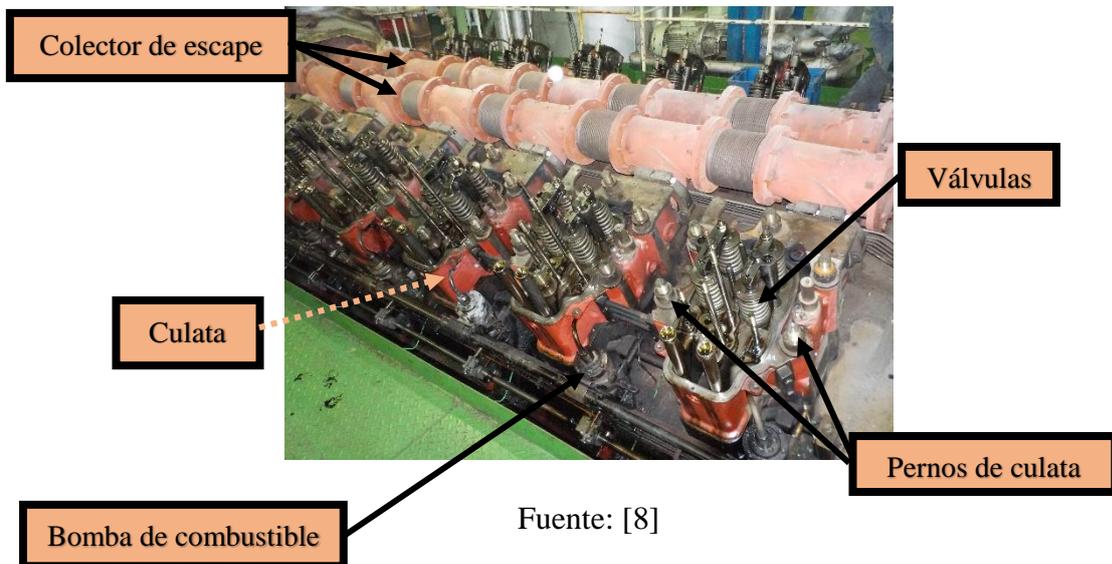


Fuente: [8]

A continuación, vamos a comentar los trabajos que se realizaron en el motor principal, apoyándonos con ilustraciones de los mismos. Comentar, que los trabajos en el motor principal fueron realizados por los técnicos de CATERPILLAR, con el apoyo de la tripulación de máquinas del barco.

En primer lugar, se comenzó con el desmontaje de las culatas.

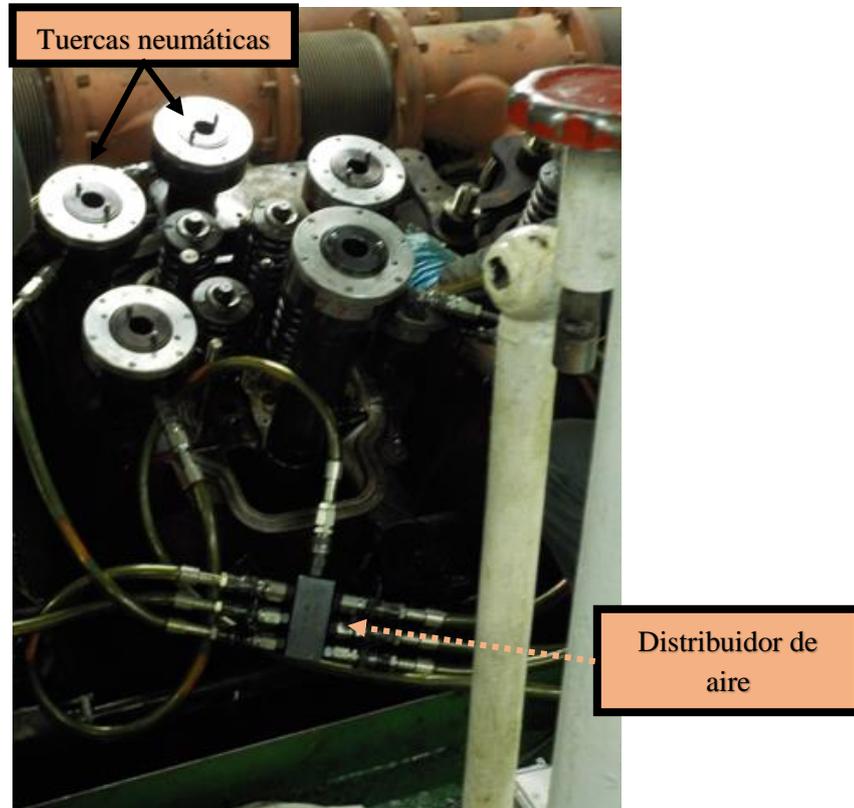
Ilustración nº 65. Motor principal sin tapas de culatas.



Fuente: [8]

Para aflojar los pernos de apriete de las culatas, se utiliza una bomba neumática.

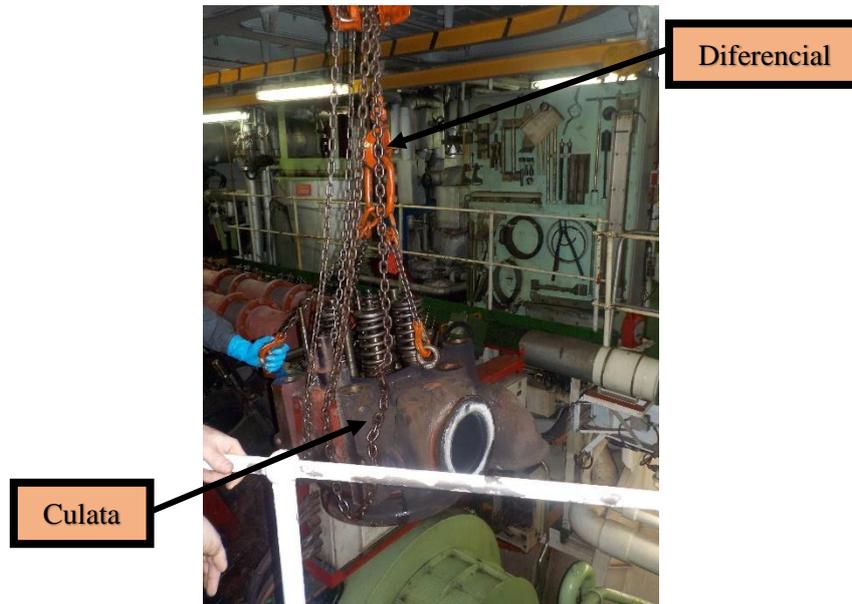
Ilustración n° 66. Bomba neumática para pernos de culata.



Fuente: [8]

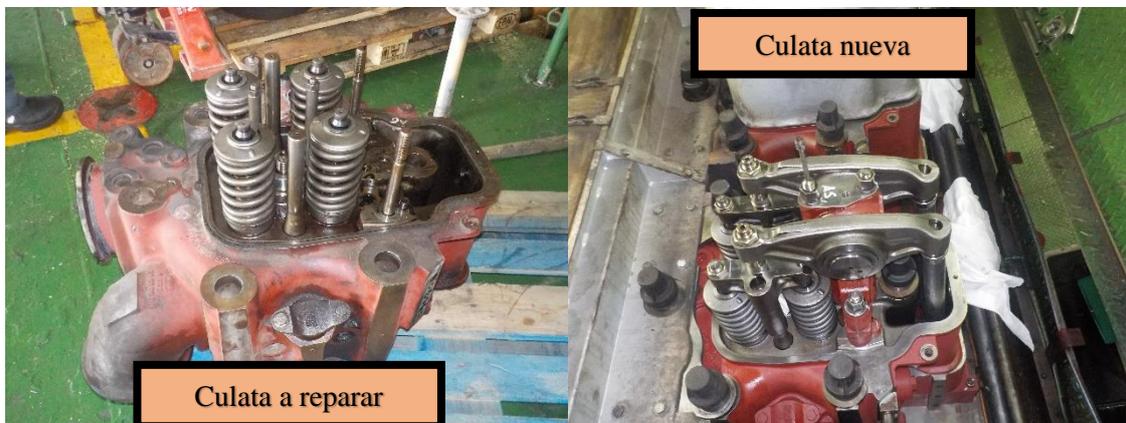
Cuando las culatas están listas para su desmontaje, se comienzan a extraer y se envían a los talleres de CATERPILLAR para su reparación.

Ilustración n° 67. Extracción de una culata



Fuente: [8]

Ilustración n° 68. Culata.



Fuente: [8]

Simultáneamente, otro grupo de técnicos, se encargó de desmontar y enviar al taller para su saneado, el enfriador del motor principal.

Ilustración n° 69. Enfriador motor principal.



Fuente: [8]

Mientras se reparaba el enfriador en los talleres de tierra, se realizó el reacondicionado y saneado de la zona de proa del motor.

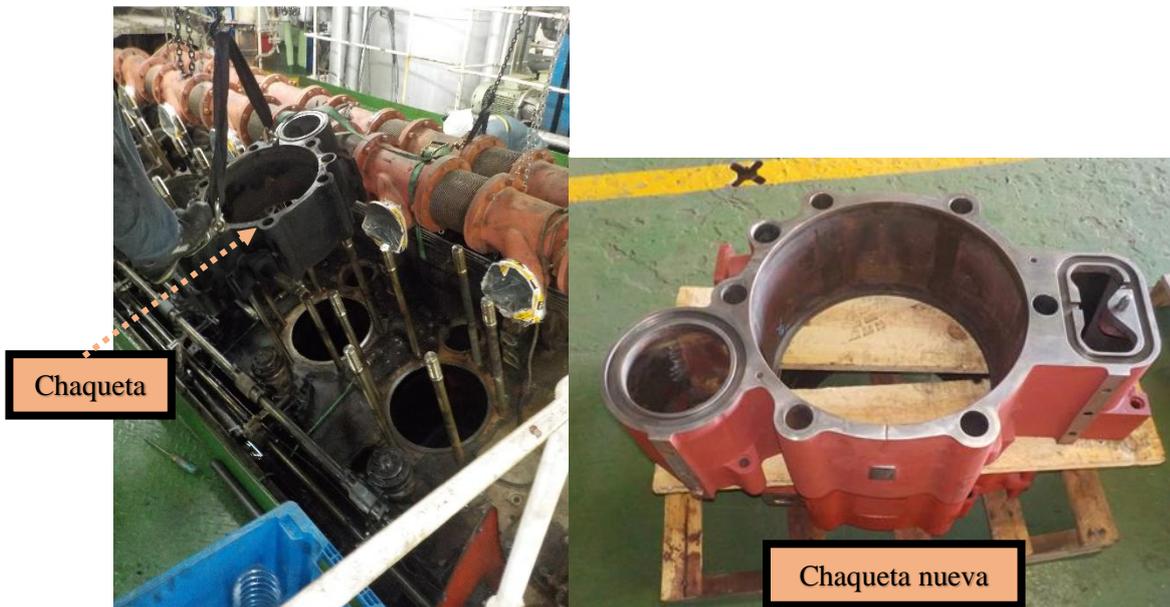
Ilustración n° 70. Saneado zona proa del motor.



Fuente: [8]

A continuación, se procede a realizar el desmontaje de las chaquetas.

Ilustración n° 71. Chaqueta.



Fuente: [8]

El siguiente paso, fue desmontar el pistón y la biela.

Ilustración n° 72. Desmontaje de un pistón.



Fuente: [8]

Para proceder a la verificación del cigüeñal y poder sustituir los cojinetes de bancada y de biela, fue necesario limpiar el cárter del motor principal.

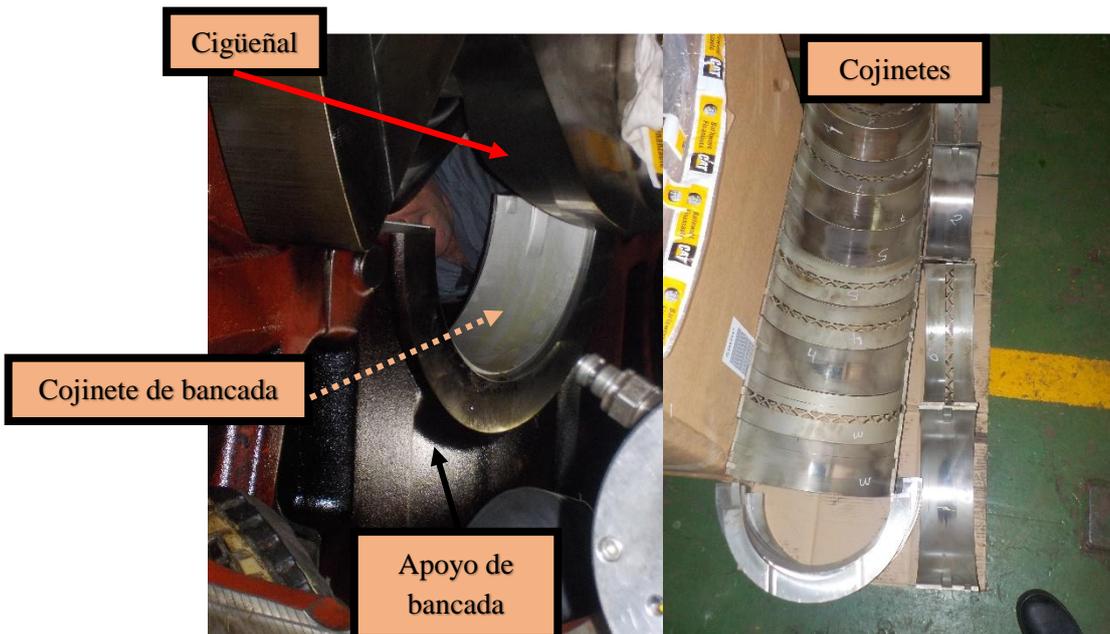
Ilustración nº 73. Cárter del motor principal tras limpieza.



Fuente: [8]

Como comentamos, se procedió a la sustitución de los cojinetes de bancada y de biela.

Ilustración nº 74. Cojinetes de bancada y de biela



Fuente: [8]

Se realizó el reacondicionado de las bombas de aceite y de agua acopladas al motor principal.

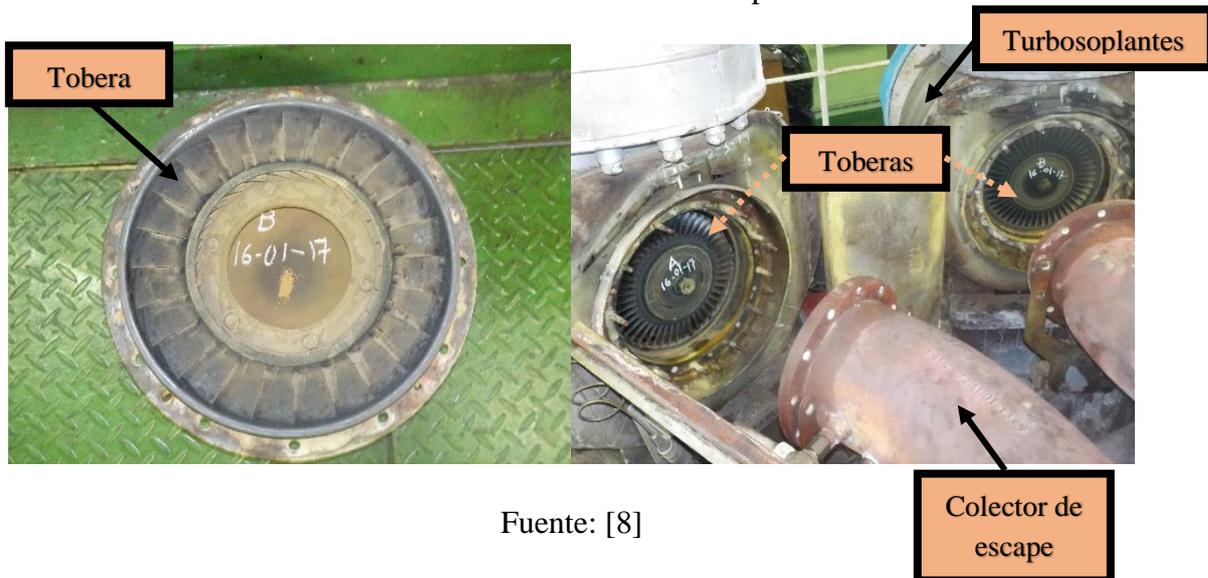
Ilustración nº 75. Bombas de agua y de aceite acopladas.



Fuente: [8]

También se sustituyeron las toberas de las turbosoplantes.

Ilustración nº 76. Toberas turbosoplantes



Fuente: [8]

5.5.3.2 Saneado y reacondicionado del conjunto bombas de agua-motor eléctrico.

Otro de los trabajos que se realizó durante la estancia en ASTICAN, fue el saneado y reacondicionado de gran parte de las bombas de agua del buque, concretamente, las dos bombas de lastre, las bombas de agua salada, junto con la bomba de agua salada de puerto, y las bombas de LT, junto con la bomba de LT de puerto.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

Ilustración nº 77. Extracción de las bombas de agua y motores eléctricos.



Fuente: [8]

Dichos trabajos fueron realizados por la empresa FEROTHER, que se encargó del reacondicionado de las bombas, mientras que los motores eléctricos fueron realizados por el propio astillero.

Ilustración nº 78. Bombas de agua y motores eléctricos reacondicionados.



Fuente: [8]

5.5.3.3 Apertura, inspección, reacondicionado y cierre de las válvulas de fondo y costado.

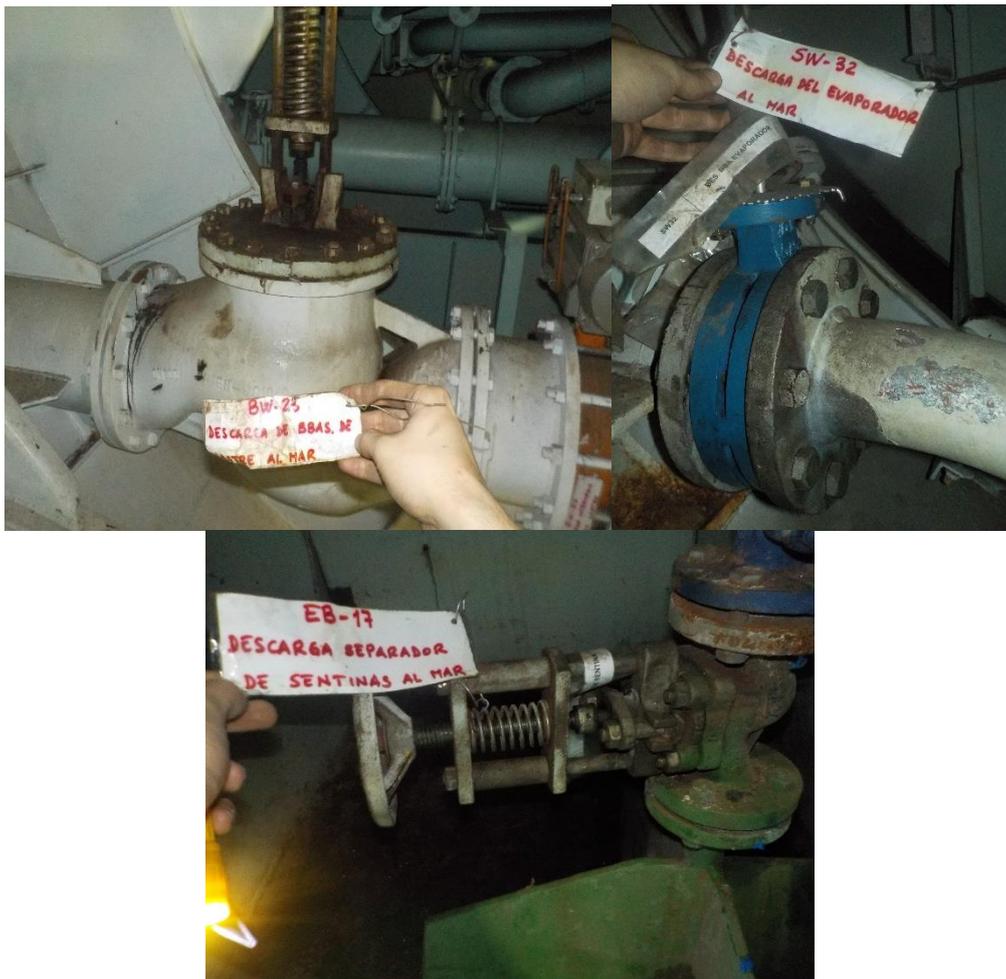
Las válvulas en las que se realizaron los trabajos fueron:

1. Válvula descarga al mar separador de sentinas
2. Válvula descarga directa sentinas al mar
3. Válvula descarga al mar directa aguas grises
4. Válvula descarga al mar planta tratamiento aguas negras

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

5. Válvula descarga eyector local hélice proa
6. Válvula descarga eyector local bomba heeling
7. Válvula aspiración mar bomba contraincendios de emergencia
8. Válvula descarga lastre al mar
9. Válvula aspiración fondo alto babor
10. Válvula entrada colector principal A/S babor
11. Válvula aspiración fondo bajo estribor
12. Válvula entrada colector principal A/S estribor
13. Válvula descarga de enfriadores LT al mar
14. Válvula aspiración A/S evaporador
15. Válvula descarga eyector al mar
16. Válvula descarga evaporador al mar

Ilustración nº 79. Válvulas de descarga al mar.



Fuente: [8]

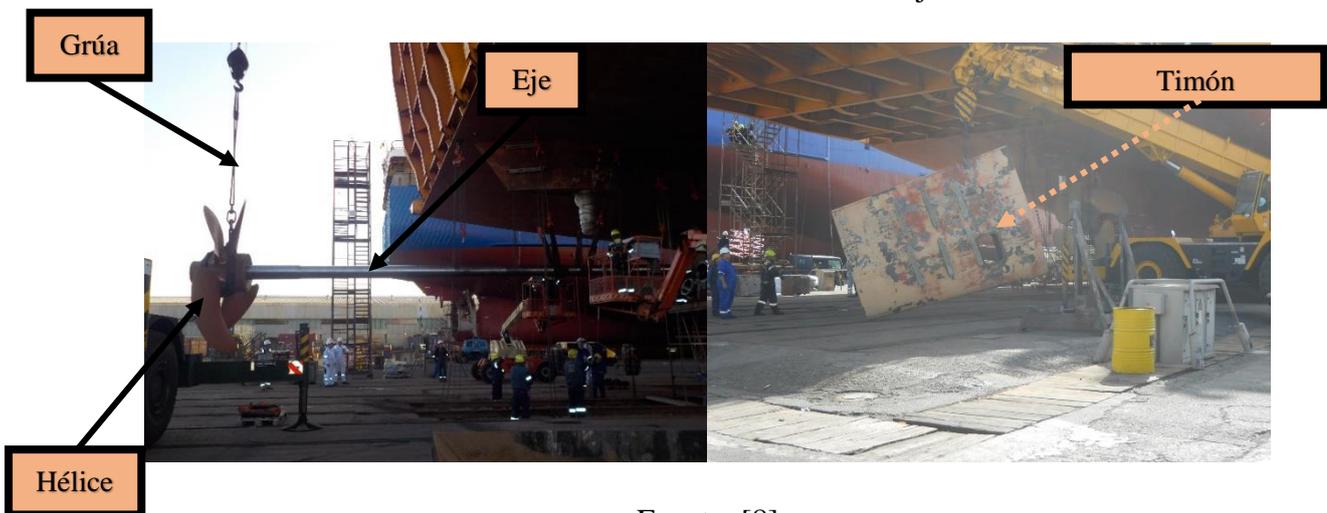
5.5.3.4 Inspección del eje

El objetivo de este trabajo era realizar la extracción del eje propulsor y realizar una verificación de su estado (ralladuras, marcas de rozaduras, comprobación de flexiones en varios puntos a lo largo del mismo, etc.), con el apoyo de técnicos de WÄRTSILÄ.

La extracción del eje es una operación muy compleja que podemos resumir en varios pasos:

- Primero se debe desacoplar el eje de la reductora
- A continuación, tras liberar el eje de todos los apoyos a lo largo de su línea, comienza a sacarse, tirando de el con un sistema de poleas, hasta que se llega a la mecha del timón.
- Cuando las palas de la hélice llegan a la mecha del timón, se debe realizar una maniobra algo compleja, pues mientras se tira del eje, este debe ir girando, para que las palas en su giro pasen entre la mecha del timón.
- Una vez pasada la mecha del timón, se saca el eje hasta aproximadamente $\frac{3}{4}$ de su longitud

Ilustración nº 80. Extracción del eje.

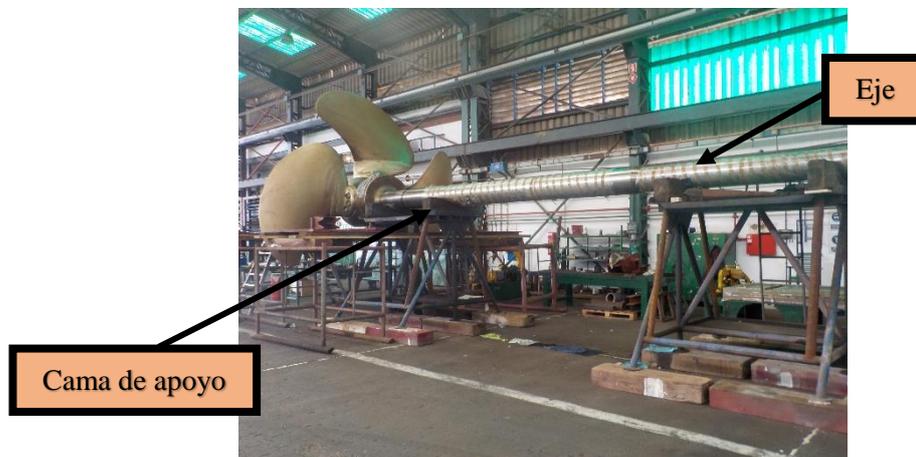


Fuente: [8]

Para terminar de sacar el eje, se necesita el apoyo de una grúa, que sostendrá el eje por el núcleo de la hélice. La misión de la grúa es actuar como punto de apoyo del eje, a la vez que ayuda a tirar del mismo hacia fuera. De esta forma, mientras los operarios actúan con las poleas en la zona de popa del eje, la grúa lo hace por la zona de proa.

El eje fue llevado a uno de los talleres de ASTICAN, donde se realizaron los trabajos de toma de flexiones, rectificación del eje y saneado de las palas de la hélice. En nuestro caso el eje no presentaba grandes defectos, así que sólo se realizó un ligero rectificado superficial del eje para eliminar pequeñas irregularidades.

Ilustración n° 81. Eje en el taller de ASTICAN.



Fuente: [8]

5.5.3.5 Reparación mecha del timón.

La mecha del timón se extrajo para realizar una inspección visual y verificar su estado. Una vez extraído, y viendo el estado en el que se encontraba, se decidió realizar un trabajo de rectificación y saneado de la superficie de la mecha del timón.

Ilustración nº 82. Mecha del timón.



Fuente: [8]

5.5.3.6 Inspección y limpieza de tanques

Este tipo de trabajos lo incluimos en trabajos de máquinas, puesto que los tanques en los que se realizó la limpieza se encontraban en la sala de máquinas, y fue el personal de máquinas quién inspecciono y verificó dichos tanques, una vez se terminaron los trabajos.

Los tanques en cuestión fueron:

- Tanque de lodos.

Ilustración n°83. Tanque de lodos.



Fuente: [8]

- Tanque de sentinas.

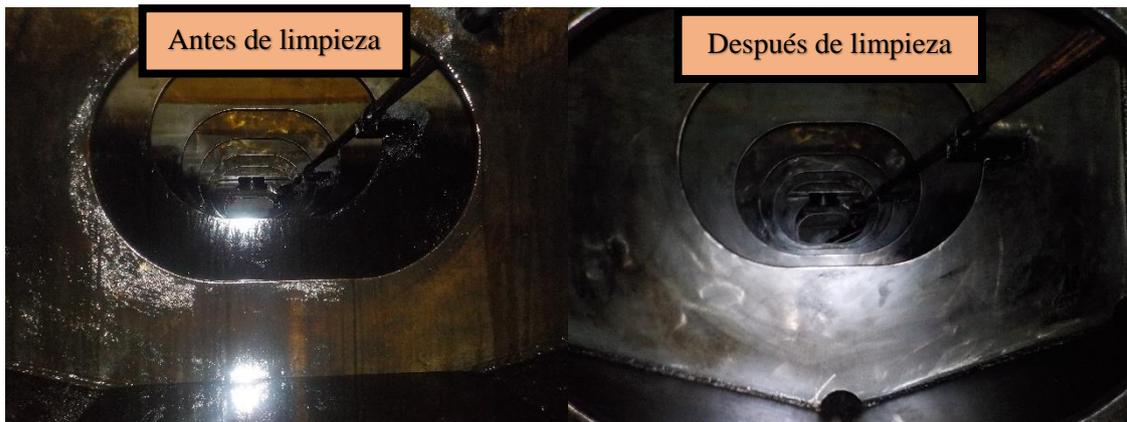
Ilustración n° 84. Tanque de sentinas.



Fuente: [8]

- Cáster de aceite del motor principal.

Ilustración nº 85. Cárter de aceite del motor principal.



Fuente: [8]

5.5.3.7 Overhaul del conjunto hélice de maniobra más motor eléctrico.

Tanto el conjunto hélice más motor eléctrico de la hélice de maniobra de proa como el de popa fueron llevados a los talleres de tierra para realizar un overhaul de los mismos, siguiendo la recomendación de los técnicos de WARTSILA.

Ilustración nº 86. Hélice de maniobra.



Fuente: [8]

Ilustración n° 87. Motores eléctricos de las hélices de maniobra.

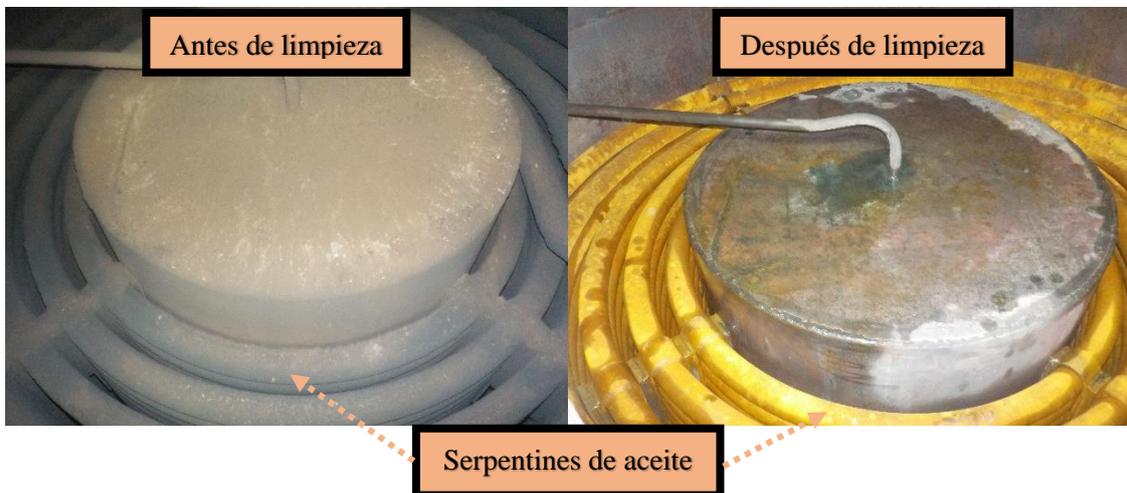


Fuente: [8]

5.5.3.8 Limpieza de caldereta

En cuanto a los trabajos que atañen a la caldera, se realizó la limpieza con agua a presión de la caldereta de gases de la misma.

Ilustración n° 88. Caldereta de gases.



Fuente: [8]

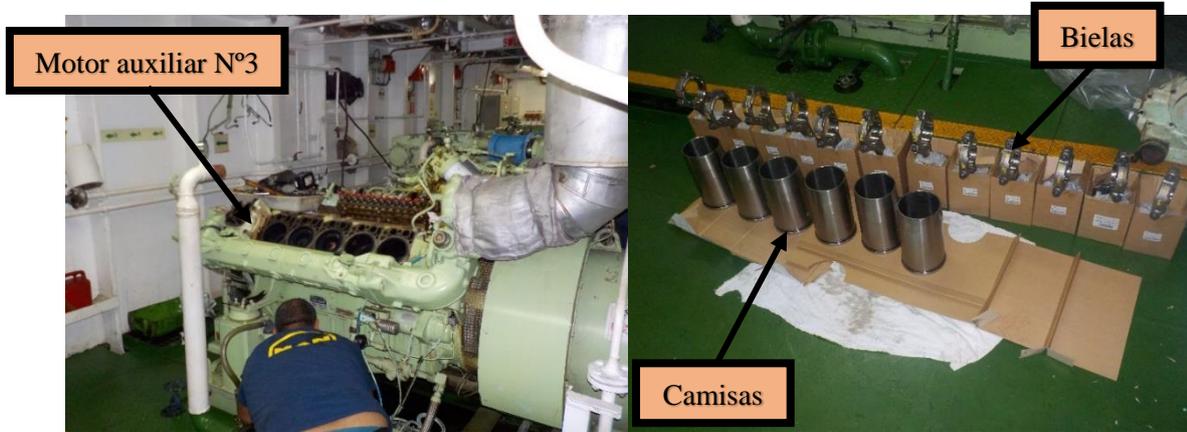
5.5.3.9 Overhaul motor auxiliar n° 1 y 3.

Tanto al motor auxiliar n° 1 como al n° 3, se le realizó un overhaul de todos los elementos (culatas, pistones, bielas, camisas, cojinetes de biela y de bancada, enfriador,

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

turbos, etc.). Además, también se verifico el estado de los alternadores para comprobar que no se encontraban en mal estado.

Ilustración nº 89. Motores auxiliares



Fuente: [8]

5.5.3.10 Reacondicionado del servo

En el servo se realizó la sustitución del cojinete central y el reacondicionado de ambos pistones hidráulicos.

Ilustración nº 90. Servomotor hidráulico.

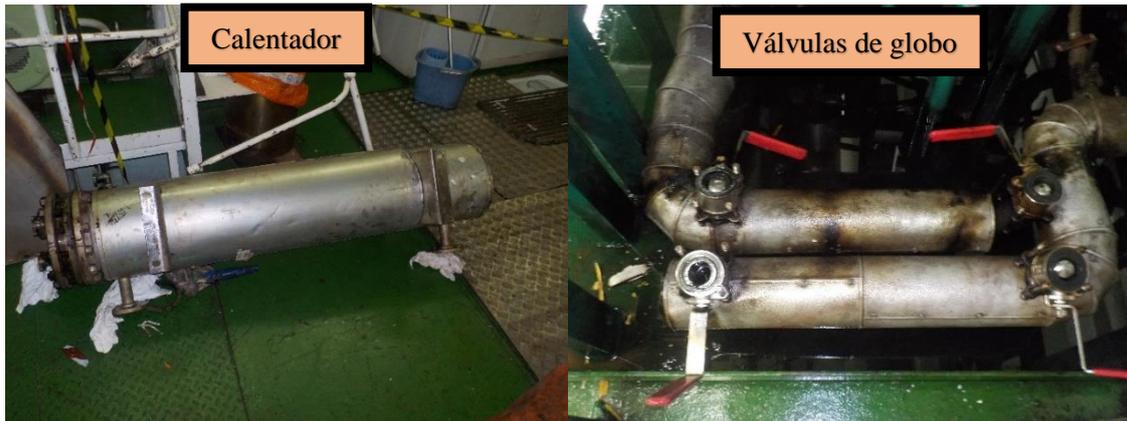


Fuente: [8]

5.5.3.11 Módulo booster.

En el módulo booster se procedió a realizar la sustitución de los intercambiadores de calor o calentadores por unos nuevos. Además, también se sustituyeron las válvulas de globo de ambos intercambiadores, puesto que las que las antiguas presentaban pérdidas.

Ilustración n° 91. Calentador y válvulas de globo del módulo booster.

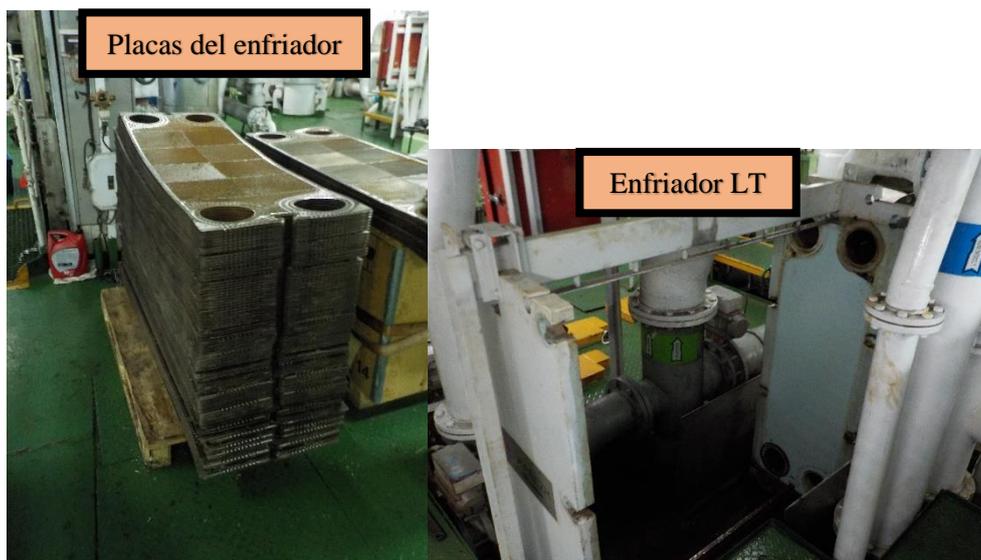


Fuente: [8]

5.5.3.12 Enfriador LT.

Se sustituyeron las placas y las juntas del enfriador de LT, que se encontraba en la sala de bombas.

Ilustración n° 92. Placas y enfriador LT.



Fuente: [8]

5.5.3.13 Botellas aire

En las botellas de aire, se realizó una limpieza interna de las mismas y se procedió a sustituir las válvulas de seguridad.

Ilustración nº 93. Botellas de aire.



Fuente: [8]

5.6 Revisión de trabajos por Administración de bandera y Sociedad de Clasificación.

Una vez acabados los trabajos realizados en el astillero, el buque tuvo que someterse a varias inspecciones, una por parte de la Administración de bandera y otra por parte de la sociedad de clasificación.

La Administración de bandera es la encargada de autorizar que el buque tras la reparación ha quedado en condiciones de ser reflotado. Dado que el buque posee bandera española., la inspección fue realizada por la Capitanía Marítima de Las Palmas de Gran Canaria.

La Sociedad de Clasificación es la encargada de realizar la inspección en lo referente a la clase. En este caso, la sociedad de clasificación que realizó la inspección fue el DNV-GL.

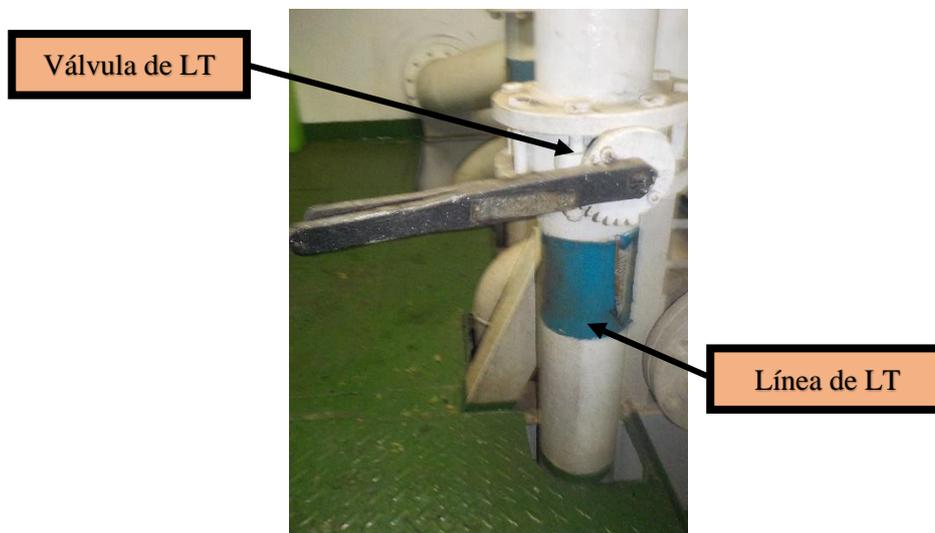
5.7 Desconexión del buque de varadero

En este apartado, comentaremos como se realiza la puesta en marcha de los sistemas del buque, para ir preparando la sala de máquinas para la salida de astillero.

5.7.1 Sistema de agua de refrigeración.

Comenzamos abriendo las válvulas de agua del sistema de HT y LT de entrada y salida al motor principal. Además, comunicamos también los enfriadores con el sistema de LT para verificar si el enfriador al que se realizó la reparación no tiene fugas. Comenzamos a rellenar los tanques de HT y LT con agua destilada.

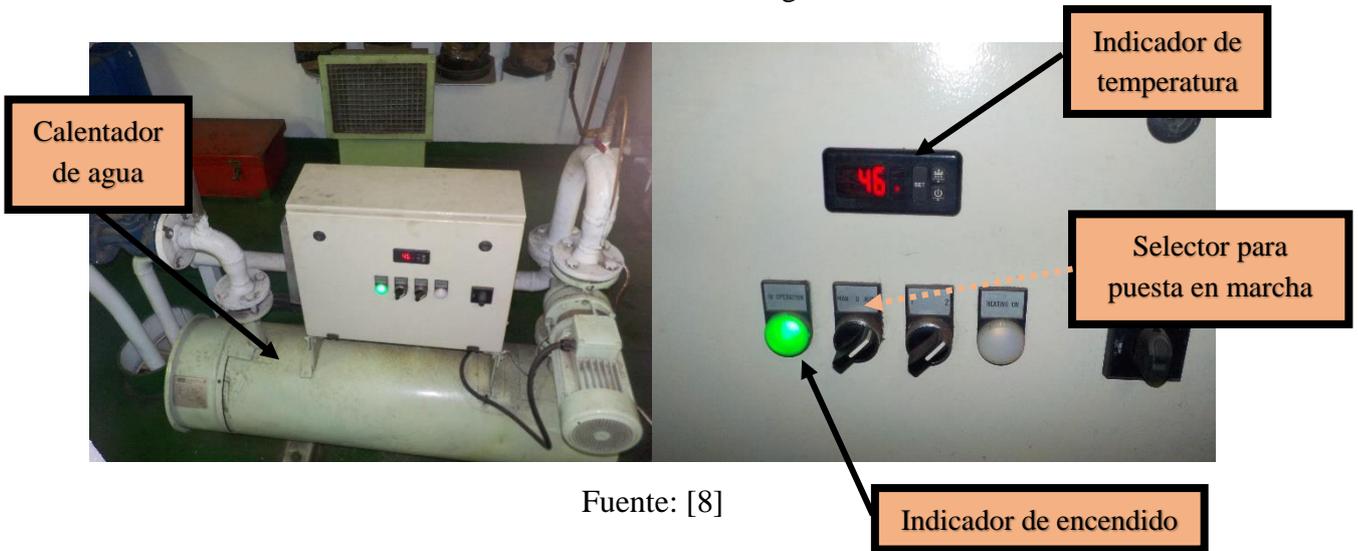
Ilustración nº 94. Válvula de LT.



Fuente: [8]

Cuando tengamos el sistema de agua de refrigeración operativo, procedemos a arrancar el calentador de agua del motor, para empezar a calentar el motor y que se mantenga caliente cuando llegue la hora de arrancarlo.

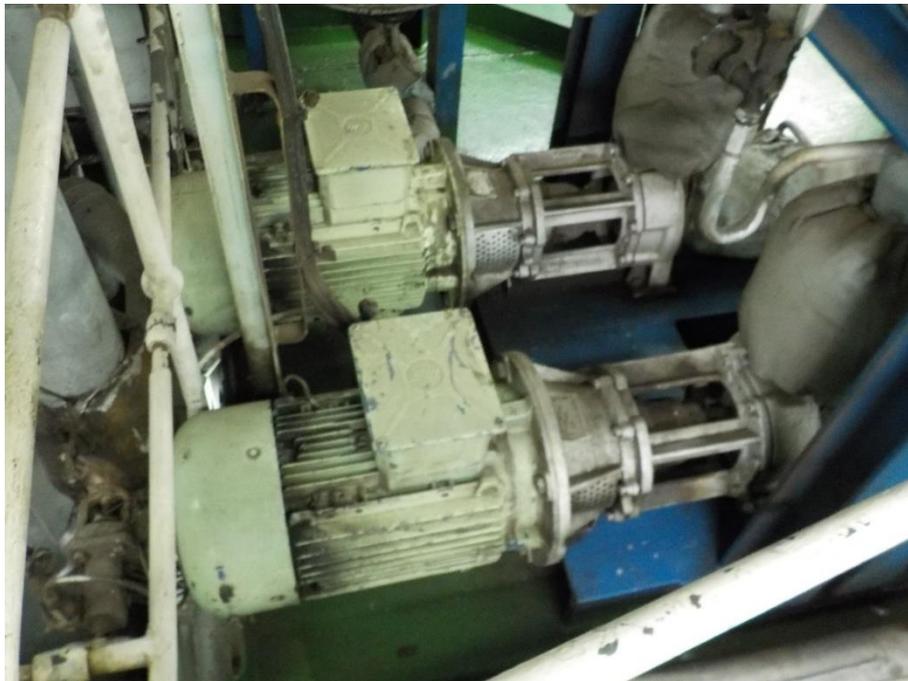
Ilustración nº 95. Calentador de agua del motor.



5.7.2 Puesta en marcha de la caldera.

El siguiente paso, consiste en poner en funcionamiento la caldera de aceite térmico. Para ello, primero arrancamos las bombas de circulación, con lo que conseguiremos que el aceite empiece a circular por todo el sistema.

Ilustración nº 96. Bombas de circulación.

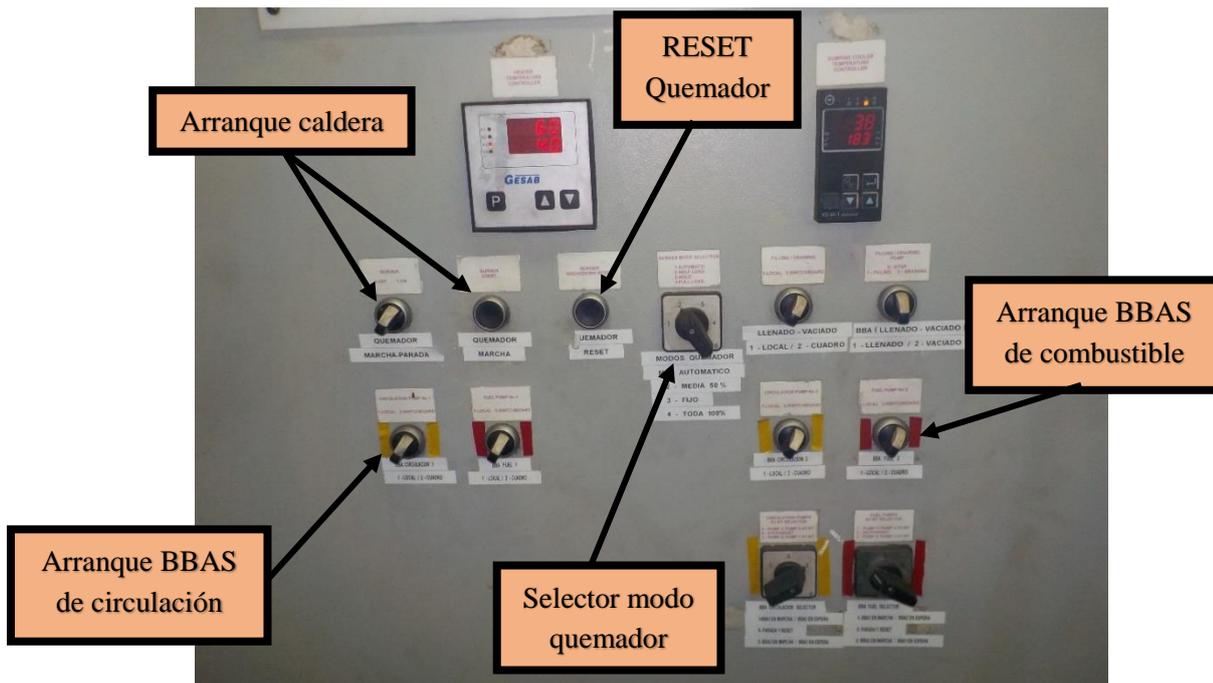


Fuente: [8]

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

A continuación, es momento de arrancar las bombas de combustible del quemador de la caldera para suministrar el combustible. Para poder arrancar el quemador, primero debemos resetear el mismo con el botón de RESET del panel de control de la caldera. A continuación, giramos el selector del quemador a la posición de ON, y pulsamos el botón de START de la caldera.

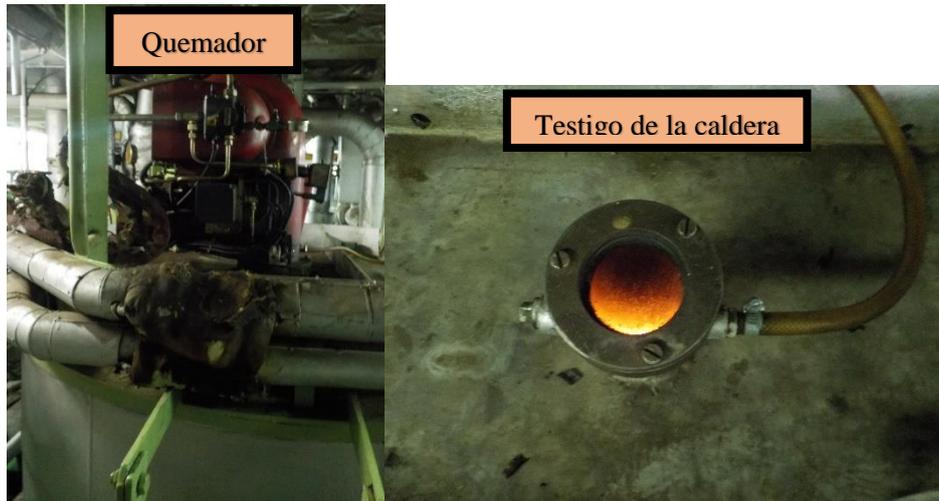
Ilustración nº 97. Panel de control de la caldera.



Fuente: [8]

Cuando el quemador arranca, podemos verificarlo por una tapa de registro que cuenta en la parte superior de la caldera.

Ilustración n°98. Quemador de la caldera.



Fuente: [8]

Cuando la caldera se encuentre arrancada, comienza a calentar el aceite térmico (necesario para calentar el fuel de los tanques de almacenamiento, entre otros servicios). El proceso a partir de este punto es dar templones de unos cinco minutos a la caldera de mechero, es decir, calentar el aceite hasta unos 60°C aproximadamente, y apagar el quemador. A continuación, se volverá a arrancar y se dará otro templón y así sucesivamente hasta alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento, unos 170-180°C.

5.7.3 Puesta en marcha del módulo booster

Cuando los tanques de fuel han cogido una temperatura aceptable en torno a unos 80 °C, llega el momento de poner en funcionamiento el módulo booster. Para, ello abrimos las válvulas de combustible que comunican el motor con el módulo booster. Al poner en funcionamiento el módulo booster, es necesario ir controlando los parámetros del fuel. Existen dos formas de hacerlo, bien controlando la temperatura del fuel, bien controlando la viscosidad del mismo. Si realizamos el control por temperatura, debemos asegurarnos que el fuel llega en torno a los 139°C, mientras que si lo realizamos por viscosidad, deberá alcanzar unos 11mPAs (viscosidad dinámica).

Ilustración nº 99. Control de viscosidad/temperatura.

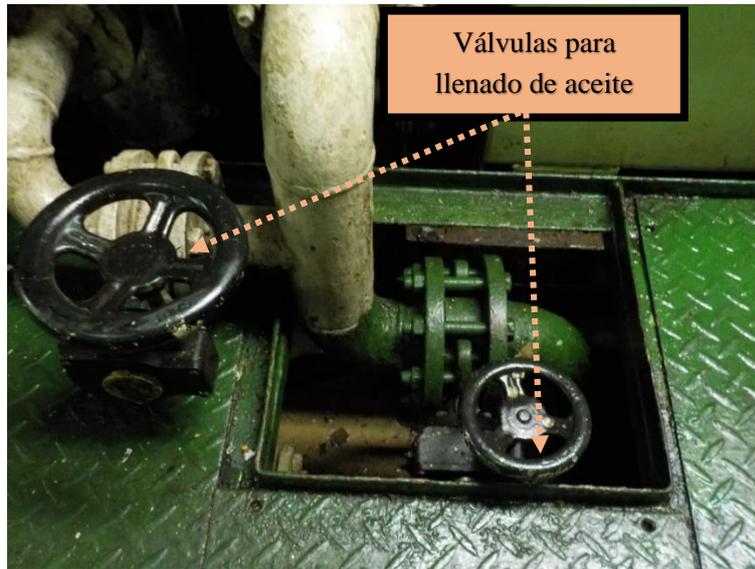


Fuente: [8]

5.7.4 Rellenado de aceite del motor principal.

Para rellenar el motor principal de aceite, es necesario abrir varias válvulas, y esperar al llenado, pues este se realiza por gravedad. Primero debemos abrir las dos válvulas que se encuentran en el teche del motor principal, cerca del módulo de la CPP.

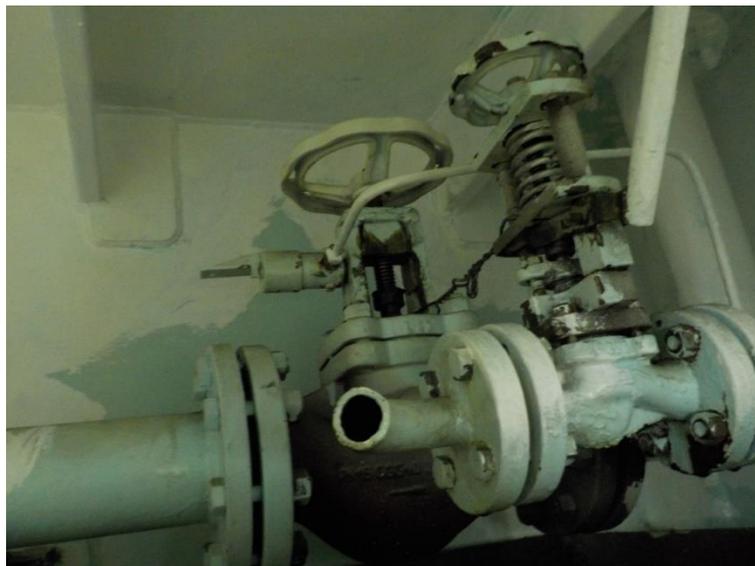
Ilustración nº 100. Válvulas para el llenado de aceite.



Fuente: [8]

A continuación, abrimos la válvula de salida del tanque almacén de aceite, que se encuentra en la parte alta del taller eléctrico, y esperamos a que se rellene. Para orientarnos de cuándo debemos cerrar estas válvulas, deberemos ir sondando el cárter del motor.

Ilustración nº 101. Válvula de salida del tanque almacén de aceite.



Fuente: [8]

5.7.5 Puesta en marcha de las depuradoras

Ponemos las depuradoras de fuel y aceite en marcha, para comenzar a circular el fuel y el aceite por los diferentes sistemas del buque, y que de esta forma vayan cogiendo temperatura.

Ilustración nº 102. Depuradoras.



Fuente: [8]

Una vez que hemos rellenado el cárter del motor principal de aceite y el aceite se encuentra con una temperatura optima, ponemos en marcha la bomba eléctrica de aceite para que el aceite comience a circular por el interior del motor. De esta forma, también nos aseguramos de que no existen pérdidas de aceite en el motor principal tras haber realizado la reparación.

5.7.6 Llenado de tanques de aceite hidráulico.

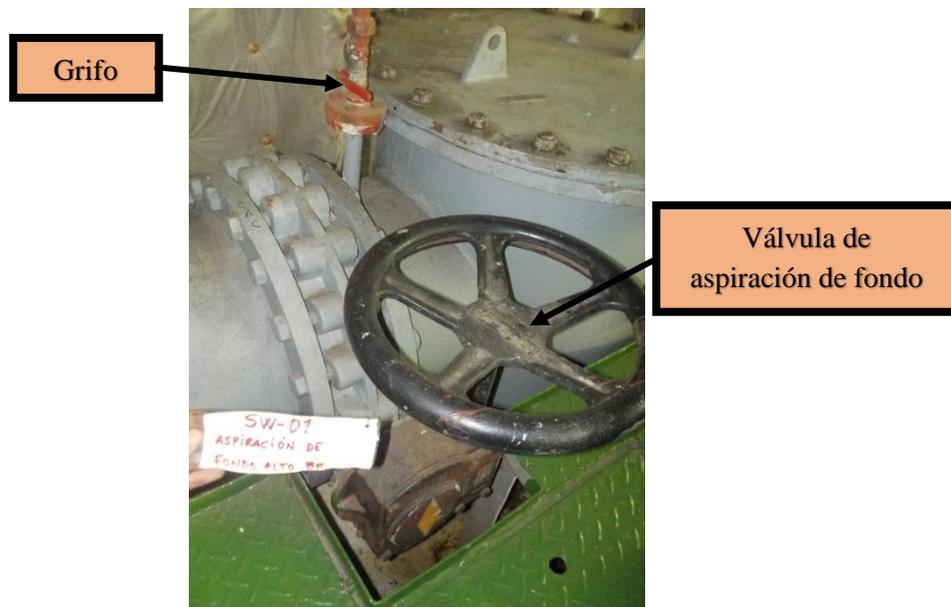
Como último paso de preparación, procedimos a rellenar los diferentes tanques de aceite hidráulico que se habían vaciado para la realización de los trabajos del servomotor hidráulico, las hélices de maniobra y el eje propulsor.

5.8 Entrada a plataforma

En este apartado, comentaremos las acciones que realizamos en la sala de máquinas, cuando el buque fue puesto en la plataforma syncrolift para la puesta a flote del mismo. En este punto de la varada, el buque ya se encontraba totalmente desconectado del varadero, es decir, se había retirado las conexiones eléctricas, de agua, de residuos, escalas, etc., y se mantenía con el generador de emergencia arrancado para dar servicio a los sistemas esenciales, necesarios para levantar de nuevo la planta. Igual que explicamos en el apartado *5.3.4 Traslado del buque a línea de varada*, se realizó la misma operación para llegar el buque desde la línea de varada hasta la plataforma syncrolift. Una vez en la plataforma, se realizan ciertas operaciones mientras el buque es puesto a flote.

En primer lugar, debemos esperar a que la plataforma comience a bajar y que las tomas de fondo del barco empiecen a llenarse de agua. Una forma para saber cuándo habría agua en los fondos, es abrir un grifo que existe en una de las tomas de fondo de la sala de bombas y, cuando salga agua por el mismo, es que ya empieza a haber agua.

Ilustración n° 103. Grifo de una de las tomas de fondo.



Fuente: [8]

A continuación, una vez que haya agua en los fondos, abriremos las purgas de los manómetros de las bombas de agua salada para que el sistema vaya cogiendo presión.

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

En segundo lugar, se llenan las botellas de aire de arranque, para tenerlas listas cuando llegué el momento de arrancar tanto el motor principal como los motores auxiliares. Utilizaremos el compresor de aire de emergencia, pues es el único que se encuentra funcionando con el generador de emergencia.

Ilustración n° 104. Botellas y compresores de aire.



Fuente: [8]

Una vez se cuenta, con el sistema de agua salada funcionando para la refrigeración, y aire comprimido a la suficiente presión para arrancar, se arrancan los motores auxiliares para dar suministro eléctrico al barco. Para ello, procedemos a arrancar los motores de forma manual y posteriormente se acoplan mediante el panel de control, pulsando el botón de auto.

5.9 Puesta a flote y pruebas de mar

En este apartado, hablaremos de cómo se realiza la maniobra de arranque del motor principal una vez que el buque se encuentra en el agua, así como las diferentes pruebas de mar que se realizaron.

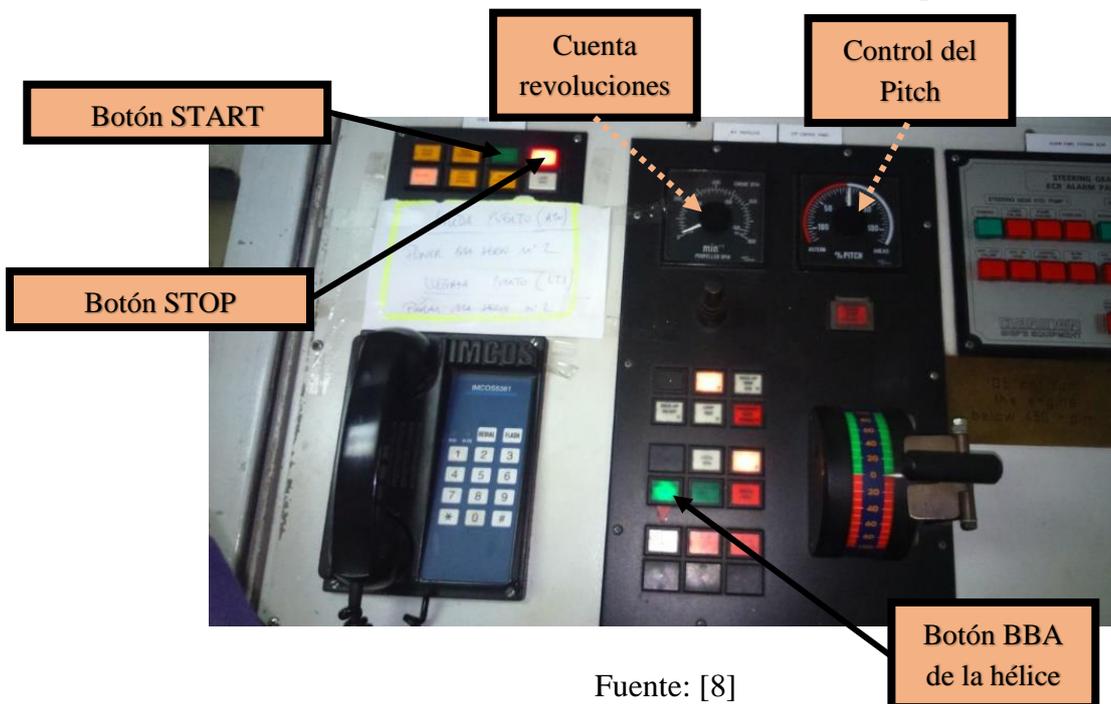
5.9.1 Puesta en marcha del motor principal.

Vamos a resumir de manera esquemática por puntos el proceso de puesta en marcha del motor principal (*Véase Ilustraciones n° 109 y n° 110*). Así, para arrancar el motor principal, debemos seguir los siguientes pasos:

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

- Arrancar la bomba eléctrica de la hélice (botón verde consola), para que gire y se lubrique el eje.
- Arrancar la bomba de aceite eléctrica y la bomba de aceite de la reductora. Cuando el motor arranque y alcance ciertas revoluciones, se desacoplan las bombas eléctricas y funcionan las bombas acopladas.
- Resetear las señales de alarma de aceite.
- Arrancar una de las bombas de agua salada.
- Purgar el motor principal. Para ello, se abren las purgas que se encuentran en las culatas, se baja la palanca de combustible del regulador, se gira el interruptor y se le da a START en el cuadro de control del regulador. Al cabo de 5-8 segundos, darle a stop, y girar el interruptor a posición inicial, así como subir la palanca de combustible. Cerrar las purgas.
- Una vez realizado el soplado del motor principal, arrancamos el motor principal desde el control de la máquina, pulsando el botón START.

Ilustración n° 105. Consolas del control de máquinas 1.



Fuente: [8]

Ilustración nº 106. Consolas del control de máquinas 3.



Fuente: [8]

5.9.2 Pruebas de mar.

En cuanto a las pruebas de mar se refiere, a parte de la comprobación de los diferentes trabajos que se realizaron en la sala de máquinas por parte de la tripulación y los talleres, destacaremos la prueba de timón, la prueba al motor principal, y las pruebas realizadas al eje y a las hélices de maniobra. Las pruebas de mar, se realizaron en un día de navegación entero, en el cual se salió del puerto de Las Palmas y se realizó una travesía de ida y vuelta entre la capital y el sur de la isla.

5.9.2.1 Pruebas de timón

La prueba de timón consistió en probar la respuesta del servotimón utilizando una o dos bombas. En el primer caso, con una bomba se midió el tiempo de respuesta que tardaba el timón en:

- Ir desde la posición central (la vía) a estribor
- Volver a la vía
- Ir desde la vía hasta babor

En el segundo caso, la prueba se realizó con las dos bombas y, aparte de realizar las mismas operaciones que con una bomba, se midió también:

- Tiempo de respuesta desde estribor a babor
- Tiempo de respuesta desde babor a estribor.

5.9.2.2 Pruebas del motor principal

Estas pruebas de mar fueron realizadas por dos técnicos de CATERPILAR. La prueba consistió en tomar presiones y temperaturas de todos los cilindros del motor a diferentes parámetros de carga durante 30 minutos cada uno. Los parámetros de carga empleados fueron:

- 25% de carga
- 50% de carga
- 85% de carga

Estos datos que se iban tomando se iban comparando con los proporcionados por el fabricante del motor, y se comprobaba de esta manera si el motor estaba funcionando en óptimas condiciones.

5.9.2.3 Pruebas de las hélices de maniobra y CPP.

Estas pruebas de mar fueron realizadas por dos técnicos de WARTSILA, que realizaron la comprobación de las hélices de maniobra y de la CPP.

Para las hélices de maniobra, se realizaron pruebas de funcionamiento a diferentes regímenes y se comprobaba el aislamiento de los motores eléctricos.

En cuanto a la CPP, se comprobó cómo se comportaba el sistema aumentando y disminuyendo el paso de la hélice, y se verificaba con los valores establecidos por WARTSILA para cada caso.

VI. CONCLUSIONES

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

VI. CONCLUSIONES

En éste apartado finalizaremos el contenido de éste trabajo fin de grado haciendo mención a las conclusiones que hemos obtenido con la realización del mismo.

- ✓ Hemos realizado una división de las actividades que se llevan a cabo para realizar una varada. Para ello, hemos dividido el proceso en varias etapas (requisitos del buque para entrar a varadero, diseño de la cama de varada, sacar el barco de flote, puesta del buque en varadero, trabajos realizado en el buque, revisión de trabajos por Administración de bandera y Sociedad de Clasificación, desconexión del buque de varadero, entrada a plataforma, puesta a flote y pruebas de mar) en las cuáles hemos ido explicando cómo se producía la varada y las acciones que se deben realizar en cada una de las etapas. Gracias a esto, hemos podido plasmar los conocimientos y experiencia adquirida durante la varada, de la cuál forme parte como alumno de máquinas.
- ✓ Hemos podido conocer y ver de primera mano lo que significa trabajar en un astillero y el tipo de trabajos que en él se desarrollan. Así mismo, también hemos plasmado como se realiza el diseño de una cama de varada, aunque no es objeto de este TFG, necesaria para realizar la puesta en seco del buque.
- ✓ Hemos podido aprender y así lo plasmo con distintas fotos de trabajo de campo sobre la varada del buque.
- ✓ Hemos conseguido realizar un trabajo que puede servir de guía, en la que se indican los pasos que se siguen en una varada y cómo realizarlos satisfactoriamente para poder realizar una varada con éxito. También, quiero dejar reflejado en las conclusiones de este TFG, que

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

VII. BIBLIOGRAFÍA

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://delacontecerportuario.wordpress.com/tag/opdr-canarias/>
- [2] <http://santacruzmiuerto.com/images/uploads/noticias/opdrcanarias/1.jpg>
- [3] [Hoja de información de características del buque](#)
- [4] <http://www.bs-shipmanagement.com/en/company/schulte-group>
- [5] <http://popeye-crew.com/upload/crew12014/08284375.png>
- [6] <http://www.opdr.com/es/sobre-opdr.html>
- [7] http://www.pauknergroupp.com/pauknercanarias/uploads/referencias/opdr_logo7.png
- [8] Trabajo de campo
- [9] Elaboración propia
- [10] http://portal.apsevilla.com/web_2015/index.php
- [11] <http://www.puertostetenerife.org/index.php/es/tf-terminal-de-contenedores>
- [12] <http://www.palmasport.es/web/guest/puerto-de-las-palmas>
- [13] Entrevista con Servando Luis León, inspector de Bernhard Schulte Canarias.
- [14] <http://www.canaryports.es/multimedia/images/puertos20.jpg>
- [15] Proyecto Final de Carrera Facultad de Náutica de Barcelona Universidad Politécnica de Catalunya. Gestión de la reparación de un buque en astillero.
- [16] <http://www.diariodeavisos.com/wp-content/uploads/2016/02/gr%C3%BAa-m%C3%B3vil-puerto-700x467.jpg>
- [17] <https://marinetraavelift.es/wp-content/uploads/2014/09/700C-Popup-Grade-One-Marine-001.jpg>
- [18] https://c2.staticflickr.com/2/1249/1120559470_d03198df24_z.jpg?zz=1
- [19] http://img.nauticexpo.es/images_ne/projects/images-g/nuevo-dique-flotante-infante-marina-tts-14027-9881028.jpg

PREPARACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE PARA LA ENTRADA Y SALIDA DE ASTILLERO

[20] <http://www.pmicolombia.org/wp-content/uploads/2015/05/Figura-1.-barco-en-reparacion.jpg>

[21] <http://www.astican.es/company.asp>

[22] <http://www.wilmotmarine.com/img/services/shipyards/Gran-Canaria.jpg>

[23] <http://imgur.com/wvqthAZ>

[24] <http://www.myonu.com/ficheros/SERTEGO%20SERVICIOS%20MEDIOAMBIENTALES,%20S.L.U.LOGO-SERTEGO.jpg>

[25] Plano de varada proporcionado por D. Servando Luis León, inspector de Bernhard Schulte