



# Astilleros Canarios

---

Presentado para la obtención del Título de Graduado en Tecnologías Marinas

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA.  
SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL  
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA.  
Santa Cruz de Tenerife.

**Alejandro Pérez Rodríguez**

**01/07/2019**



"Astilleros Canarios, Puerto de La Luz y reparación naval"



*Ilustración 1 Reparación Naval (trabajo de campo)*

Director: D. Santiago José Rodríguez Sánchez

Nombre: Alejandro Pérez Rodríguez.

Grado: Tecnologías Marinas.

Julio 2019



Dr. D. Santiago José Rodríguez Sánchez, profesor asociado del área 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. Alejandro Pérez Rodríguez, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

*“Astilleros Canarios”*

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 01 de Julio de 2019.

Fdo. Santiago José Rodríguez Sánchez  
Dirección del Trabajo de Fin de Grado



### Dedicatoria

Al Dr. D. Santiago José Rodríguez Sánchez por su ayuda, dirección en este TFG. Así como por el conocimiento transmitido tanto en este proyecto, como en las prácticas profesionales, las cuales tuve la suerte de compartir con él y obtuve gracias a él. Gran profesor y persona.

A Dña. María del Cristo Adrián de Ganzo por concederme los conocimientos y ayuda necesaria, tan importantes, y que han sido fundamentales durante mi etapa de prácticas.

A Felipe Del Rosario S.L y a su gran equipo de mecánicos e ingenieros por emplear el tiempo de su trabajo en ayudar a mi formación, trasmitirme su conocimiento y permitirme trabajar con ellos, dándome la oportunidad de aprender.

A Fred Olsen Express y a toda su tripulación la cual me acogió desde primer momento y no dudó en enseñarme de la mejor manera que podían hacerlo. A veces el camino es difícil, pero en equipo y con constancia, todo es posible.

A toda mi familia y en particular a mis padres y mi novia, por su apoyo incondicional desde el principio al fin, todos los días. Gracias a ellos estoy donde estoy hoy.

A todos ellos, muchas gracias.



## Índice

### Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	13
Resumen.....	15
Abstract.....	17
II. OBJETIVOS.....	19
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES.....	23
3.1 Presentación del Puerto de la luz. Las Palmas de Gran Canaria.....	25
3.1.2 Actividades Portuarias.....	26
3.2 Reparación naval en el Puerto de La Luz.....	31
3.2.1 Repnaval.....	31
3.2.2 ASTICAN.....	34
3.2.3 FEROTHER.....	36
IV.METODOLOGÍA.....	43
4.1. Documentación bibliográfica.....	45
4.2. Metodología del trabajo de campo.....	45
4.3. Marco referencial.....	45
V.RESULTADOS.....	47
1. OBJETO:.....	49
2. ALCANCE:.....	49
3. Descripción de trabajos:.....	50
3.1 Auxiliares del Buque.....	50
3.2 Motor principal.....	57
3.3. Cambio tramo eje de camones Motor Ruston.....	68
V.I Conclusiones.....	75



## Tabla de figuras

Ilustración 1. Reparación Naval (trabajo de campo) .....	3
Ilustración 2. Localización de Puertos en el Archipiélago Canario. Fuente [1] .....	25
Ilustración 3. Muelles del Puerto de La Luz [2] .....	27
Ilustración 4. Distribución del Puerto de La Luz [3] .....	28
Ilustración 5. Astillero Repnaval. Fuente [4].....	31
Ilustración 6. Desguace Buque. Fuente. (Trabajo de campo) .....	33
Ilustración 7. Desguace Buque. Fuente. (Trabajo de campo) .....	33
Ilustración 8. Astican. Astilleros Canarios. Fuente [5] .....	34
Ilustración 9. Instalaciones de Ferroher. Fuente. (Trabajo de campo).....	36
Ilustración 10. Instalaciones de Ferroher. Fuente. (Trabajo de campo) .....	37
Ilustración 11. Instalaciones de Ferroher. Fuente. (Trabajo de campo) .....	37
Ilustración 12. Instalaciones de Ferroher. Fuente. (Trabajo de campo) .....	38
Ilustración 13. Botellas de aire de arranque. Fuente. Trabajo de campo .....	51
Ilustración 14. Bomba de lodos. Fuente. Trabajo de campo.....	52
Ilustración 15. Bomba Contra Incendios. Fuente. Trabajo de campo.....	52
Ilustración 16. Sala de Bombas desmontada. Fuente. Trabajo de campo.....	53
Ilustración 17. Sala de Bombas montada. Fuente. Trabajo de campo. ....	53
Ilustración 18. Enfriador principal A.S. Fuente. Trabajo de campo .....	54
Ilustración 19. Enfriador principal A.S. Fuente. Trabajo de campo .....	55
Ilustración 20. Enfriador principal A.S. Fuente. Trabajo de campo .....	55
Ilustración 21. Depuradora de aceite. Fuente. Trabajo de campo.....	56
Ilustración 22. Culata MP. Fuente. Trabajo de campo. ....	57
Ilustración 23. Culata MP. Fuente. Trabajo de campo. ....	57
Ilustración 24. Pistón MP. Fuente. Trabajo de campo .....	58
Ilustración 25. Pistón MP. Fuente. Trabajo de campo .....	58
Ilustración 26. Medición tolerancia de bulones. Fuente. Trabajo de campo .....	59
Ilustración 27. Camisa MP. Fuente. Trabajo de campo .....	60
Ilustración 28. Calibración Camisas. Fuente. Trabajo de campo .....	61
Ilustración 29. Bielas MP. Fuente. Trabajo de campo.....	62
Ilustración 30. Cojinetes de Biela. Fuente. Trabajo de campo. ....	62
Ilustración 31. Calibración Biela. Fuente. Trabajo de campo.....	63
Ilustración 32. Calibración Biela. Fuente. Trabajo de campo.....	64
Ilustración 33. MP Enfriador A.D. Fuente. Trabajo de campo.....	65
Ilustración 34. Filtro de aceite sucio. Fuente. Trabajo de campo. ....	66
Ilustración 35. Filtro de aceite limpio. Fuente. Trabajo de campo .....	66
Ilustración 36. Dámper usado. Fuente. Trabajo de campo. ....	67
Ilustración 37. Dámper nuevo montado. Fuente. Trabajo de campo. ....	67
Ilustración 38. Motor Ruston. Fuente. Trabajo de campo .....	68
Ilustración 39. Eje de camones Motor Ruston. Fuente. Trabajo de campo .....	68
Ilustración 40. Marca Eje de camones. Fuente. Trabajo de campo .....	69

Ilustración 41. Calzado Eje de camones. Fuente. Trabajo de campo .....	70
Ilustración 42. Tornillos extractores. Fuente. Trabajo de campo. ....	70
Ilustración 43. Desplazamiento Eje de camones. Fuente. Trabajo de campo. ....	71
Ilustración 44. Extracción eje de camones. Fuente. Trabajo de campo. ....	71
Ilustración 45. Nuevo Tramo Eje de camones. Fuente. Campo de trabajo. ....	72
Ilustración 46. Nuevo Tramo Eje de camones. Fuente. Campo de trabajo. ....	72

# I. INTRODUCCIÓN



## Resumen

Las prácticas realizadas en diversas empresas pertenecientes al sector naval como lo son Fred Olsen Express y Feroher hacen que nazca este trabajo de fin de grado. En ellas tuve la ocasión de asistir, ver y experimentar las diferentes tareas de mantenimiento y reparación que se llevan a cabo en este sector. Aspecto que en nuestro ámbito profesional es imprescindible para asegurar el adecuado funcionamiento de una sala de máquinas y por consiguiente el de un buque. Esta labor me ha llevado a realizar el trabajo de fin de grado sobre esta temática.

Trataremos el caso concreto de la reparación naval en Canarias. Concretamente en el Muelle de La Luz desarrollando una descriptiva del Puerto y la actividad que allí se desarrolla. En dónde se repara en la actualidad. Por otro lado, trataremos la distribución del puerto y las características de las empresas de reparación naval que lo componen.



**Abstract**

The practices carried out in various companies belonging to the naval sector such as Fred Olsen Express and Ferroher make this end-of-degree project come into being. In them I had the opportunity to attend, see and experience the different maintenance and repair tasks that are carried out in this sector. Aspect that in our professional field is essential to ensure the proper functioning of a machine room and therefore that of a ship. This work has led me to do the end-of-grade work on this subject.

We will deal with the specific case of naval repair in the Canary Islands. Specifically, in the Muelle de La Luz developing a description of the Port and the activity that takes place there. Where is repaired at present. On the other hand, we will discuss the distribution of the port and the characteristics of the naval repair companies that compose it.



## **II. OBJETIVOS**



Objetivos a alcanzar de este trabajo.

- 1 • Analizar la distribución y estructura del Puerto de La Luz.
- 2 • Identificar los diferentes astilleros situados en el puerto de Las Palmas de Gran Canaria.
- 3 • Conocer la actividad de reparación naval y las distintas certificaciones de una empresa de reparación naval .
- 4 • Ver en detalle diferentes reparaciones y trabajos de mantenimiento realizados a bordo o fuera del buque.



## **III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES**



### 3.1 Presentación del Puerto de la luz. Las Palmas de Gran Canaria.

En Canarias contamos con una ubicación geográfica muy privilegiada ya que hacemos de unión con América África y Europa. El Puerto de La Luz se encuentra en el noreste de Gran Canaria. Su tamaño, las infraestructuras de las que dispone y la cantidad de servicios que ofrece este puerto hacen que conecten más de 30 líneas marítimas y 180 puertos del planeta. Es el puerto más grande de nuestro Archipiélago canario y uno de los puntos de distribución de mercancías más importante de España. Éste cuenta con casi 16 kilómetros de línea de atraque con calados que varían entre 3 y 44 metros de profundidad.

Este puerto ya fue utilizado por Cristóbal Colón siglos antes de su construcción en 1883, como bahía y refugio para sus embarcaciones rumbo a América.



*Ilustración 2 Localización de Puertos en el Archipiélago Canario. Fuente [1]*

El muelle recibe el nombre oficial de Puerto de Las Palmas por parte de Puertos del Estado, ente público dependiente del Ministerio de Fomento de España.

Inicialmente se llamaba Puerto de Las Palmas, debido al antiguo muelle que estaba cerca, donde está el actual parque San Telmo. Ambos puertos convivieron un tiempo hasta que se asentó el de

La Luz en la Bahía de La Isleta.<sup>7</sup>

### 3.1.2 Actividades Portuarias

Entre las diferentes actividades que se ejercen en el puerto de La Luz podemos encontrar las siguientes:

- Reparación naval con 170.000 m<sup>2</sup> de astilleros.
- Dos terminales de contenedores.
- Reparación naval con 170.000 m<sup>2</sup> de astilleros.
- Una línea de atraque de cruceros de 1.150 ml
- Graneles sólidos de 42.000 m<sup>3</sup> de cereales y 24.630 m<sup>3</sup> de áridos.
- Almacenamiento frigorífico de 250.000 m<sup>3</sup>.
- Bunkering con 332.000 m<sup>3</sup> de almacenamiento y con 8.000 ml de línea de atraque.
- Capacidad de 30 contenedores/horas; 2.700 ml de línea atraque y calado entre 10 y 18m.

Estas actividades se desarrollan en diferentes muelles ubicados dentro del Puerto. En los siguientes mapas se detallan los muelles y su ubicación dentro del puerto.



Ilustración 3 Muelles del Puerto de La Luz [2]

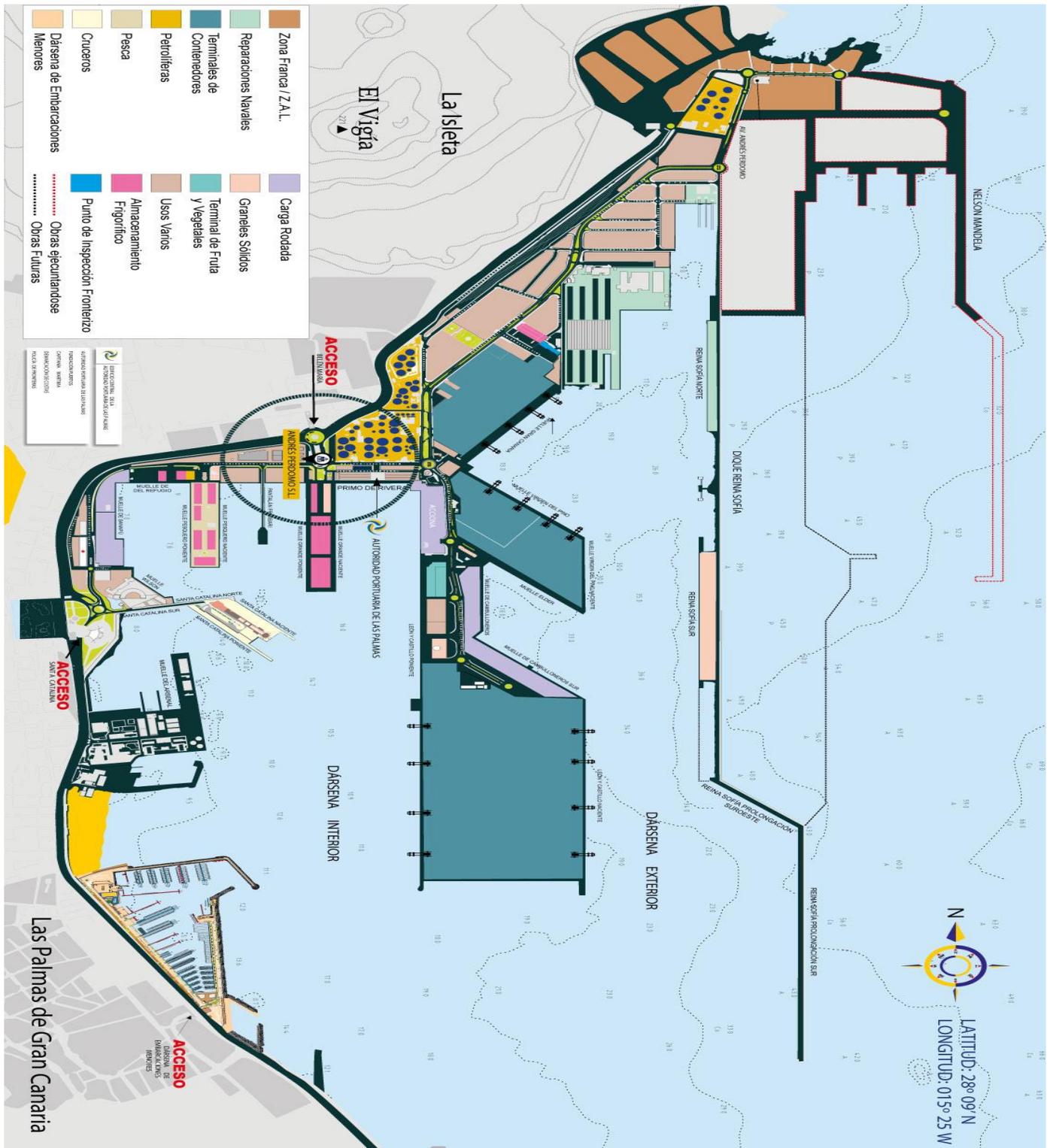


Ilustración 4 Distribución del Puerto de La Luz [3]

**Pasaje.**

El muelle destinado para pasaje es el de la Esfinge, con una longitud de 565m y un calado de 22m.

**Reparaciones navales.**

Los muelles destinados a reparaciones son:

- El de Armamento, con una longitud de 160m, un calado de 6.8m y 25m de ancho.
- Muelle Reina Sofía Norte, con una longitud de 550m y calado de 8 a 12m y un ancho de 33m.
- Muelle Reina Sofía prolongación SE, con una longitud de 380, calado de 20 a 22m y ancho 20m.
- Muelle Reina Sofía prolongación Sur con una longitud de 1.026m, calado 20 a 22m y ancho 20m.
- Muelle de Astican Norte, con una longitud de 180m y calado 6 a 8m.
- Muelle Astican Sur, con una longitud de 400m y calado 6 a 8m.
- Muelle Astican, Duque de Alba, con una longitud de 130m y calado 10 a 12m.
- Muelle Ribera Pantalán Izquierdo con una longitud de 139m y calado 6m.
- Muelle Ribera Pantalán Derecho con una longitud de 140m y calado 6m.

**Graneles sólidos**

- Dique reina Sofía, Reina Sofía Sur, con una longitud de 760m, calado de 20 a 22m y ancho 55m.

**Usos Múltiples.**

- Muelle de Cambullones Norte, con una longitud de 470m y calado de 14m.
- Muelle de Cambullones Naciente, con una longitud de 336m y calado de 14m.

- Muelle León y Castillo, del noray 3 al 27, con una longitud de 581m, calado de 10 a 12m y ancho 100m.
- Muelle Primo de Rivera, con una longitud de 248m, calado 9m y ancho 105m.
- Muelle Grande Naciente, con una longitud de 550m, calado de 10 a 12m, y ancho 50m.
- Muelle Grande Martillo, con una longitud de 100m, calado de 10 a 12m, y ancho 50m.
- Muelle Grande Poniente, con una longitud de 493m, calado de 8 a 10m, y ancho 50m.
- Pantalán de Fransari Naciente, con una longitud de 320m, y calado de 6m.
- Pantalán de Fransari Poniente, con una longitud de 320m y calado de 6m.
- Pantalán de Fransari Martillo, con una longitud de 52m y calado de 6m.

### **Combustibles y bunkering**

- Dique Reina Sofía, Duque de Alba, con una longitud de 120m y calado de 18,45m

### **Terminal de contenedores**

- Muelle Gran Canaria, con una longitud de 500, calado de 11,5m y ancho 300m.
- Muelle Virgen del Pino, con una longitud de 882m y calado de 410m.
- Virgen del Pino, con una longitud de 505m y calado de 10m.
- Muelle Virgen del Pino Naciente, con una longitud de 377m y calado de 14m.
- Muelle León y Castillo del Noray 46 al 84, con una longitud de 911m, calado de 10,4 a 13,5m y ancho 400m.
- León y Castillo Naciente, con una longitud de 953m y calado de 16m.
- León y Castillo Naciente Interior, con una longitud de 70m y calado de 16m.

## 3.2 Reparación naval en el Puerto de La Luz

### 3.2.1 Repnaval.



*Ilustración 5 Astillero Repnaval. Fuente [4]*

REPNAVAL es un astillero especializado en la reparación, conversión y mantenimiento de buques, que forma parte del puerto de Las Palmas, junto con ASTICAN. Su ubicación se encuentra en el Muelle Explanada, en la dársena exterior.

El astillero pertenece al grupo Zamakona Yards, este grupo es un grupo destacado de construcción y reparación de buques en España.

Las instalaciones cuentan con un muelle de 120 metros de largo con un calado máximo de 7 metros. Esta infraestructura permite ofrecer un servicio de reparación a flote sin varada.

Disponen de diversos tipos de maquinaria, tornos, taladradoras fijas y portátiles, máquinas de bruñir, máquina de ultrasonido, maquinaria para alineación móvil y bruñido láser.

Sus instalaciones pueden acoger buques de hasta 5500mTM en seco y poseen en su infraestructura, 5 carros de varadas que pueden soportar buques de dimensiones máximas de 123 metros de eslora y 21 metros de manga

El trabajo se lleva a cabo con total garantía y con arreglo a las sociedades de clasificación más importantes del mundo, como Lloyd 's Register of Shipping Bureau Veritas, Germanischer Lloyd, Registro Italiano Navale, Nipon Kaiji Kyokai, Veritas De Norske, American Bureau of Shipping.

### ***SERVICIOS REPNAVAL.***

Los servicios ofrecidos por este astillero se pueden englobar en cuatro departamentos. Siendo estos, departamento técnico, departamento de mecánica, de soldadura y eléctrico y electrónico.

Como novedad, este año han comenzado con un nuevo servicio de desguace de buques, en el cual se sigue un proceso de desguace donde se gestiona un plan detallado de recursos humanos, un proceso de desmantelamiento, el uso de equipos para el desmantelamiento del buque, se elabora un plan de estabilidad para cada fase, también se genera un plan de gestión de residuos, una evaluación del riesgo para cada fase y un evaluación de seguridad, salud y medioambiental.

Finalmente, para cumplir con la legislación los residuos extraídos del buque desguazado son separados, clasificados y almacenados según su naturaleza, en zonas específicas y apropiadas para cada residuo. Después de todo el desmonte, el buque se lleva a la rampa del astillero, en el cual se despieza por partes y una grúa retira cada pieza.



*Ilustración 6. Desguace Buque. Fuente. (Trabajo de campo)*



*Ilustración 7. Desguace Buque. Fuente. (Trabajo de campo)*

### 3.2.2 ASTICAN.



*Ilustración 8 Astican. Astilleros Canarios. Fuente [5]*

Ubicado frente la Avenida de las petrolíferas, es uno de los 3 astilleros presentes en el muelle de la luz.

El astillero se compone por una Plataforma de elevación de 175 metros de largo, 30 metros de ancho, de 10.000 Tn de capacidad de elevación. Una superficie de Varada de 7 líneas de varada, 2 de 220 mts de largo, 2 de 180 mts de largo y 3 de 120 mts de largo. Grúas móviles con capacidades de hasta 600 Tn para el servicio en buques en dique seco Muelle de 700 mts con un calado entre 8 y 12 mts.

Se dispone de grúas móviles para los servicios de los buques que pueden levantar hasta 150 toneladas. Para embarcaciones de eslora y peso más reducido como los yates, se emplea un travelift de hasta 60 toneladas.

El syncrolift tiene 180 metros de largo y 10.000 toneladas de capacidad para la puesta en seco de buques, con un límite de buques de 30 metros de manga máxima y 36.000 toneladas de peso muerto. Además, cuentan con grúas móviles de hasta 600Tn para el servicio en buques en dique seco.

Operan en Astican cuatro talleres cubiertos (9.672m<sup>2</sup>), adaptados y especializados para trabajos de mantenimiento y reparación concretos. Así mismo diferenciamos; el taller de mecánica, taller de acero y calderería, taller de reparación de hélices y taller de mantenimiento y almacenes.

### 3.2.3 FEROTHER.

FELIPE DEL ROSARIO HERNÁNDEZ S.L es nuestro marco referencial en este trabajo de fin de grado. Debido a la gran demanda y crecimiento del sector naval, se mudan a una nave mayor en julio de 1999 pudiendo hacer trabajos de mayor magnitud, donde se encuentran actualmente.

#### *Instalaciones.*

Las instalaciones cuentan con 2 naves (2.400 m<sup>2</sup> y 700 m<sup>2</sup>), 5 puentes grúa (10 Tn el mayor), pañol de herramientas y almacén de repuestos. Instalación contraincendios, de aire comprimido, área de segregación de residuos y una potencia máxima instalada de 200 KW.

Además, con bastantes equipos para realizar los trabajos, como:

- Fresa CNC de hasta 12Tn de capacidad y 6 ejes.
- Centro mecanizado de 4 ejes.
- Máquina de corte por agua con capacidad de corte en acero de hasta 150 mm y con una mesa de corte de 4.000x2.000 mm y equipos láser para alineación.



*Ilustración 9. Instalaciones de Feroher. Fuente. (Trabajo de campo)*



*Ilustración 10. Instalaciones de Ferroher. Fuente. (Trabajo de campo)*

Además, cuentan con un equipo formado por un Gerente, 3 Ingenieros Técnicos de la especialidad de Navales como mandos intermedios, responsables de Prevención de riesgos laborales, administrativos, jefe de compras, pañolero, encargados, jefes de equipos y operarios en torno a una plantilla total que oscila según las circunstancias entre 50 y 60 operarios.



*Ilustración 11. Instalaciones de Ferroher. Fuente. (Trabajo de campo)*



*Ilustración 12. Instalaciones de Feroher. Fuente. (Trabajo de campo)*

### ***Certificaciones.***

FEROHER S.L. certifica su aseguramiento de la calidad a través del LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE según lo dispuesto en la norma Internacional ISO 9001:2000.

Posteriormente se acredita al sistema integrado de gestión bajo las normativas ISO 9001:2000, ISO 14.001:2004 y OHSAS 18.001:1999, todas ellas bajo la supervisión y acreditación del LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE.

### ***Campos de actuación de la empresa.***

La empresa está ofrece disponibilidad tanto en ruta como en puerto. En cualquier parte de Canarias y de península. Asistiendo averías y reparaciones las 24 horas durante todo el año.

Los servicios de los que dispone Feroher se pueden dividir en los siguientes campos de actuación. Trabajos de mecánica naval e industrial, trabajos de alineación de equipos, líneas de ejes y montajes industriales, trabajos de calderería y tubería, trabajos de mecanizado, corte y conformado de planchas y carpintería naval e industria.

### ***Trabajos de mecánica naval e industrial.***

Abarca todos los trabajos de reparación realizados en cualquier motor diésel de cualquier rango de potencia, ya sea un equipo propulsor del buque o un generador. También se hacen reparaciones de equipos y componentes de menor tamaño, como lo son máquinas auxiliares, bombas, válvulas, compresores, depuradoras, enfriadores, turbocompresores, calentadores o instalaciones y equipos hidráulicos y/o neumáticos.

Además, se realizan trabajos en maquinaria de cubierta como; maquinillas, pescantes, molinetes, cabestrantes, etc.

La nave cuenta con un área de limpieza y lavado equipada con limpieza por ultrasonidos, lavadoras industriales de gran capacidad y microchorreo.

El taller también es reparador autorizado, de REINTEJES Y VOLVO y acreditado para usar equipos MAGNAFLUX.

### ***Trabajos de alineación de equipos, líneas de ejes y montajes industriales***

Alineación y retranqueado de máquinas y líneas de ejes con el uso de equipos láser. Verificación de igual forma con el uso de instrumental láser planitudes, paralelismo, escuadras, centros de círculo, etc.

Retranqueado de motores, contando para ello con personal acreditado para la aplicación de resina CHOCKFAST en soluciones de taqueados de motores, soportes de casquillos bocinas y otras aplicaciones Industriales y Navales.

### ***Trabajos de calderería y tubería***

Renovación total o parcial de cualquier elemento estructural de un buque ya sea en obra viva como en obra muestra, tanto en acero como en aluminio, con soldadores y procedimientos debidamente homologados tanto para acero, como inoxidable y aluminio.

Realización de cualquier trabajo en tubería, ya sea de elaboración de nuevas instalaciones o la reparación de tramos en instalaciones ya existentes, sin limitación en diámetros ni en calidades de tuberías (acero, cunife, aluminio, inoxidable, yorcalbro, etc.).

Tanto para trabajos en elementos estructurales como trabajos en tuberías, se cuenta con soldadores y procedimientos debidamente cualificados, con la acreditación expedida por las sociedades clasificadoras LLOYD'S REGISTER y BUREAU VERITAS.

### ***Trabajos de mecanizado, corte y conformado de planchas***

Realización de todo tipo de trabajos de mecanizado en torno, fresa, rectificadora y mandrinadora. Cuenta con un amplio parque de máquinas CNC de gran calibre tanto en torno, como en fresa de hasta seis ejes, como en rectificadora tangencial, acordes todas ellas en tamaño y prestaciones a las necesidades de Astillero.

Rectificadoras varias para válvulas, asientos y bloque de la firma Chris Marine.

Máquinas específicas para nuestro sector para el plegado, punzonado y corte de planchas, volteado y conformado de perfiles y volteado de tuberías.

Máquina de corte por agua con capacidad de corte de hasta 150mm en acero.

### ***Trabajos de mantenimiento de equipos hidráulicos y neumáticos***

Se efectúan reparaciones de todo tipo de elementos neumático e hidráulico como reparación de cilindros hidráulicos, distribuidores, bombas, motores.

Además, disponen de una máquina de capacidades varias para efectuar Flushing a líneas hidráulicas, inclusive equipos para medir valores de presencia de partículas según código NAS u otros.

Y cuentan con maquinaria autónoma para efectuar prueba de funcionamiento de sistemas, efectuar pruebas hidráulicas a equipos e instalaciones, inclusive Chart Recorder para emitir certificados de pruebas hidráulicas al amparo de patrones acreditados.

### ***Carpintería naval e industrial***

En cuanto a este apartado se realizan trabajos de aislamiento y carpintería Naval e Industrial, trabajos de plastificado con resinas de poliéster, elaboración de mobiliario en acero inoxidable y aluminio, revestimientos en materiales de igual calidad, conductos y canalizaciones de aire acondicionado y ventilación, reparación y ajuste de sistemas de estanqueidad en puertas, portillos, puertas frigoríficas y accesos diversos.



## **IV.METODOLOGÍA**



La metodología utilizada en este trabajo de fin de grado se ha dividido en los siguientes encabezamientos:

#### **4.1. Documentación bibliográfica.**

La documentación empleada en el trabajo, se obtiene a través de una fuente bibliográfica, la cual incluye informes, páginas webs, datos técnicos e imágenes. También incluyen los conocimientos adquiridos en mi periodo de prácticas. Tanto de Fred Olsen como de FEROTHER. Éstos enfocados a los aspectos técnicos de reparaciones y mantenimiento de un M.C.I. y sus componentes

#### **4.2. Metodología del trabajo de campo.**

La elaboración de este TFG se obtiene a través de la experiencia en varios trabajos de campo. Estos consistieron en la reparación de distintas averías comunes o genéricas solventadas por la empresa de reparación naval FEROTHER. Además, se realizaron pruebas de mantenimiento, alineaciones y recambios de consumibles. Asimismo, se incorporan fotos de elaboración propia con una breve narración de las mismas que aportan más claridad al lector del TFG.

#### **4.3. Marco referencial.**

El marco referencial principal son las instalaciones de ASTICAN y FEROTHER, aunque también se incluyen algunas fotos de buques externos que allí se vararon. En los cuales estuve dentro de mi periodo de prácticas para la elaboración de éste TFG.



## **V.RESULTADOS**



En el siguiente apartado se desarrolla el contenido de este proyecto. Dentro del mismo se trata la varada del buque "Volcán de Teneguía" y su correspondiente mantenimiento, revisión y reparación. Esta tarea consistió en realizar un desarme casi al completo del motor principal del buque: "Volcán de Teneguía". Se adjunta a la memoria material fotográfico de fuente propia con intención de comentar los trabajos llevados a cabo.

## 1. OBJETO:

Por motivo de la varada anual de este buque se procede a realizar el mantenimiento de las partes detalladas en este informe, el departamento técnico, una vez realizada la revisión de los diversos componentes de la sala de máquinas del buque, elabora una lista de los elementos a reparar y/o reemplazar.

## 2. ALCANCE:

Los resultados han sido:

Se repararon y/o sustituyeron los modelos siguientes:

### Compresores de aire:

Reemplazo de:

- Compresores de aire de alta (3 unds, SAUER & SOHN WP33L)

Mantenimiento de:

- Compresores de aire de baja (1 und)
- Botellas de aire de arranque (2 unds)

### Bombas:

Despiece, limpieza e inspección de:

- Bomba de refrigeración agua salada (2 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba refrigeración a/s puerto (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba a/d lt (2 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba a/d lt puerto (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba agua salada servicios generales (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba a/s c.i (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba aceite prelubricación MP (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba trasiego combustible (2 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba módulos combustible (4 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba sentinas (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba trasiego aceite (1 und, SWEDENNORG PUMPEN)

### Enfriadores y calentadores:

Apertura y limpieza:

- Enfriador de placas de refrigeración de alta T<sup>a</sup>

- Enfriador principal de agua salada de placas LT
- Intercambiador de calor de aceite M.P
- Intercambiador de calor de aceite H.P.V (TUBULAR)

#### Depuradora:

Mantenimiento de:

- Depuradora de aceite.

#### Puesta a punto de motor principal:

- Culatas.
- Pistones.
- Camisas.
- Cojinetes de biela.
- Enfriador.
- Filtro de aceite.
- Dámper.

### 3. Descripción de trabajos:

## 3.1 Auxiliares del Buque.

### 3.1.1 Compresores de aire:

- **Compresores de aire de alta** (3 unds, SAUER & SOHN WP33L): Se procedió a desmontar los anclajes de los tres compresores de alta, previamente desacoplando el motor eléctrico. Extracción de mangón de acoplamiento y tacos silenblock de las patas de cada compresor. Traspasar los elementos a 3 compresores nuevos iguales que los desmontados.
- **Compresores de aire de baja:** Cambio de filtros, aceite, revisión de correas y eliminación de fugas.
- **Botellas de aire de arranque:** Despiezar, limpiar y revisar el estado de sus elementos. Armar el conjunto renovando los elementos dañados. Limpieza interior de la botella. Montaje del cabezal y válvula, finalmente se prosigue a llenar y a probarlo.



Ilustración 13. Botellas de aire de arranque. Fuente. Trabajo de campo

### 3.1.2 Bombas:

Se procedió a desmontar de sus anclajes, despiezar, limpiar y reconocer. Posteriormente se armó el conjunto renovando los elementos defectuosos. Y se volvieron a montar en sus anclajes las siguientes bombas:

- Bomba de refrigeración agua salada (2 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba refrigeración a/s puerto (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba a/d lt (2 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba a/d lt puerto (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba agua salada servicios generales (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba a/s c.i (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba trasiego combustible (2 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba módulos combustibles (4 unds, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba sentinas (1 und, BEHRENS PUMPEN)
- Bomba trasiego aceite (1 und, SWEDENNORG PUMPEN)

En la bomba de aceite de prepublicación se siguió otro protocolo. Habiendo desmontado el motor eléctrico previamente, se procede al desmontaje de los ejes de la bomba de aceite en el mismo lugar. Se despiezaron, limpiaron e inspeccionaron todos sus elementos. Posteriormente se armó el conjunto renovando elementos defectuosos y se montó en su anclaje.

- Bomba aceite prepublicación MP (1 und, BEHRENS PUMPEN)



*Ilustración 14. Bomba de lodos. Fuente. Trabajo de campo.*



*Ilustración 15. Bomba Contra Incendios. Fuente. Trabajo de campo.*



*Ilustración 16. Sala de Bombas desmontada. Fuente. Trabajo de campo.*



*Ilustración 17. Sala de Bombas montada. Fuente. Trabajo de campo.*

### **3.1.3 Enfriadores y calentadores:**

Se procedió a abrir el enfriador in situ, desmontando las placas para trasladarlas al taller. Una vez ahí se limpiaron con productos químicos por ambas caras. Se volvieron a pegar las juntas que ya estaban, no colocando nuevas y estas se devolvieron al buque. Se cerró el enfriador dando su

correspondiente apriete y haciendo las pruebas pertinentes para comprobar su correcto funcionamiento. Sólo se renovaron juntas en el intercambiador de calor de aceite H.P.V

- Enfriador de placas de refrigeración de alta T<sup>a</sup>
- Enfriador principal de agua salada de placas LT
- Intercambiador de calor de aceite M.P
- Intercambiador de calor de aceite H.P.V (TUBULAR) (Se realizó el cambio de juntas).



*Ilustración 18. Enfriador principal A.S. Fuente. Trabajo de campo*



*Ilustración 19. Enfriador principal A.S. Fuente. Trabajo de campo*



*Ilustración 20. Enfriador principal A.S. Fuente. Trabajo de campo*

### 3.1.4 Depuradora:

- Depuradora de aceite: Se efectuó el mantenimiento de las 16.000 horas correspondiente. El procedimiento que se siguió fue: Extraer motor eléctrico, desmontar de sus anclajes, despiezar al completo, limpieza e inspección de cada una de las piezas. Armar el conjunto renovando piezas dañadas. Renovar tornillería y juntas dañadas y sus correspondientes pruebas.



*Ilustración 21. Depuradora de aceite. Fuente. Trabajo de campo*

## 3.2 Motor principal

### 3.2.1 Culatas.

Se desmontaron las 12 culatas del motor principal y estas fueron llevadas al taller para cambiar asiento de las válvulas de admisión y de escape, proporcionándoles la medida y ángulo adecuados.



*Ilustración 22. Culata MP. Fuente. Trabajo de campo.*



*Ilustración 23. Culata MP. Fuente. Trabajo de campo.*

### 3.2.2 Pistones.

Se desmontaron los 12 pistones para cambiar los aros de los mismos.



*Ilustración 24. Pistón MP. Fuente. Trabajo de campo*



*Ilustración 25. Pistón MP. Fuente. Trabajo de campo*

No se cambiaron bulones ni cabeza de pistón debido a que las medidas están dentro de tolerancia.

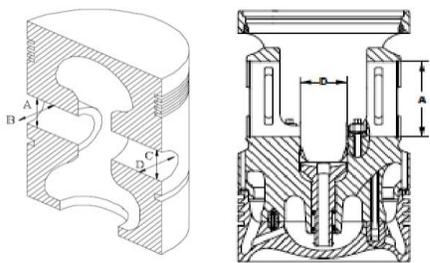
<b>FEROHER S.L.</b> <b>FELIPE DEL ROSARIO</b> <b>HERNANDEZ S.L.</b>	<b>CALIBRACIÓN</b> <b>BULONES</b>	<b>BUQUE:</b> V. DE TENEGUIA <b>Nº O.T.:</b> 17/001344 <b>Hoja:</b> 1 de 1 <b>Doc. D23P10 Rev 1</b>																																																															
<p> <b>MOTOR:</b> MAK 12V 32C  <b>H.P.:</b> 6.000 Kw  <b>R.P.M.:</b> 700 rpm  <b>MEDIDA ORIGINAL:</b> 150 mm  <b>OBSERVACIONES:</b> Medidas dentro de tolerancias. Faldilla 6A de medida, se queda de respeto.         </p>																																																																	
																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Juego mínimo</th> <th>Juego máximo</th> <th>Juego límite de servicio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dijo del pistón Ø (A) Bulón Ø (C)</td> <td>0,005</td> <td>0,029</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>Casquillos de biela Ø (B) Bulón Ø (C)</td> <td>0,12</td> <td>0,182</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Distancia de eje (D) Ancho del casquillo (X)</td> <td>0,2</td> <td>0,8</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table>				Juego mínimo	Juego máximo	Juego límite de servicio	Dijo del pistón Ø (A) Bulón Ø (C)	0,005	0,029	0,06	Casquillos de biela Ø (B) Bulón Ø (C)	0,12	0,182	0,25	Distancia de eje (D) Ancho del casquillo (X)	0,2	0,8	1,1																																															
	Juego mínimo	Juego máximo	Juego límite de servicio																																																														
Dijo del pistón Ø (A) Bulón Ø (C)	0,005	0,029	0,06																																																														
Casquillos de biela Ø (B) Bulón Ø (C)	0,12	0,182	0,25																																																														
Distancia de eje (D) Ancho del casquillo (X)	0,2	0,8	1,1																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="9">CALIBRACIÓN DE ALONAMIENTO BULONES EN PISTON L.A.</th> </tr> <tr> <th>NºCIL</th> <th>Nº 1</th> <th>Nº 2</th> <th>Nº 3</th> <th>Nº 4</th> <th>Nº 5</th> <th>Nº 6</th> <th>Nº7</th> <th>Nº8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REF</td> <td>0102B3</td> <td>0135B3</td> <td>2097B3</td> <td>0128B3</td> <td>0118B3</td> <td>0070B3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.08</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CALIBRACIÓN DE ALONAMIENTO BULONES EN PISTON L.A.									NºCIL	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº7	Nº8	REF	0102B3	0135B3	2097B3	0128B3	0118B3	0070B3			A	150.07	150.07	150.07	150.08	150.07	150.07			B	150.08	150.07	150.08	150.07	150.08	150.08			C	150.07	150.07	150.08	150.08	150.07	150.07			D	150.08	150.07	150.07	150.08	150.07	150.08		
CALIBRACIÓN DE ALONAMIENTO BULONES EN PISTON L.A.																																																																	
NºCIL	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº7	Nº8																																																									
REF	0102B3	0135B3	2097B3	0128B3	0118B3	0070B3																																																											
A	150.07	150.07	150.07	150.08	150.07	150.07																																																											
B	150.08	150.07	150.08	150.07	150.08	150.08																																																											
C	150.07	150.07	150.08	150.08	150.07	150.07																																																											
D	150.08	150.07	150.07	150.08	150.07	150.08																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="9">CALIBRACIÓN DE ALONAMIENTO BULONES EN PISTON L.B.</th> </tr> <tr> <th>NºCIL</th> <th>Nº 1</th> <th>Nº 2</th> <th>Nº 3</th> <th>Nº 4</th> <th>Nº 5</th> <th>Nº 6</th> <th>Nº7</th> <th>Nº8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REF</td> <td>0133B3</td> <td>0105B3</td> <td>1415B3</td> <td>1490B3</td> <td>0096B3</td> <td>0085B3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.08</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.06</td> <td>150.08</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td>150.07</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CALIBRACIÓN DE ALONAMIENTO BULONES EN PISTON L.B.									NºCIL	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº7	Nº8	REF	0133B3	0105B3	1415B3	1490B3	0096B3	0085B3			A	150.08	150.07	150.07	150.08	150.07	150.07			B	150.07	150.07	150.07	150.08	150.08	150.07			C	150.08	150.07	150.06	150.08	150.07	150.07			D	150.07	150.07	150.07	150.07	150.07	150.07		
CALIBRACIÓN DE ALONAMIENTO BULONES EN PISTON L.B.																																																																	
NºCIL	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº7	Nº8																																																									
REF	0133B3	0105B3	1415B3	1490B3	0096B3	0085B3																																																											
A	150.08	150.07	150.07	150.08	150.07	150.07																																																											
B	150.07	150.07	150.07	150.08	150.08	150.07																																																											
C	150.08	150.07	150.06	150.08	150.07	150.07																																																											
D	150.07	150.07	150.07	150.07	150.07	150.07																																																											
<b>REF. EQUIPO MEDIDA:</b>  MI 09	<b>ELABORADO:</b> Nombre: ANTONIO BETANCOR Fecha: 30/10/2017	<b>COMPROBADO:</b> Nombre: TEC. WÄRTSILÄ Fecha: 30/10/2017																																																															

Ilustración 26. Medición tolerancia de bulones. Fuente. Trabajo de campo

### 3.2.3 Camisas.

Se procedió a bruñir in situ las camisas del motor con una bruñidora portátil.



*Ilustración 27. Camisa MP. Fuente. Trabajo de campo*

Se midió con el rugosímetro posteriormente, para comprobar que la rugosidad fuese la correcta establecida por fabricante.

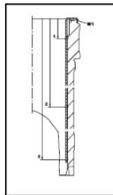
<b>FEROHER S.L.</b> FELIPE DEL ROSARIO HERNANDEZ S.L.	<b>CALIBRACION CAMISAS</b>	<b>BUQUE:</b> V. DE TENEGUIA <b>Nº O.T.:</b> 17/001344 <b>Hoja:</b> 1 de 1 <b>Doc. DOIP10 Rev 1</b>														
<b>ASUNTO: CALIBRACIÓN CAMISAS MP</b>																
<b>CROQUIS:</b>																
	<b>MOTOR:</b> MAK 12V 32C <b>H.P.:</b> 6.000 Kw <b>R.P.M.:</b> 700 rpm  <b>OBSERVACIONES:</b> Camisas bruñidas in situ, medidas tomadas en el motor principal. Medidas dentro de tolerancias.															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>MAK</b> Engineer's Handbook <b>CAT</b> M32 L - VEE</p> <p style="text-align: center;"><b>Liner</b></p> <p>In-line engine      Vee-engine</p> <p>Nominal size Ø (original size) →      320.00-320.057 mm          Wear limits      1.00 mm          Wear and tear value →      0.30 mm          Max. ovality →</p> </div> </div>																
<b>CALIBRACION CAMISAS MMPP</b>																
	L.A.								L.B.							
Nº CIL.	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
REF																
I	1	320.31	320.43	320.21	320.31	320.23	320.23		320.36	320.18	320.22	320.31	320.25	320.27		
	2	320.31	320.34	320.24	320.23	320.26	320.33		320.47	320.34	320.29	320.25	320.23	320.37		
	3															
	4															
II	1	320.16	320.20	320.14	320.21	320.17	320.16		320.25	320.14	320.20	320.30	320.18	320.19		
	2	320.16	320.10	320.15	320.21	320.17	320.22		320.21	320.25	320.23	320.31	320.19	320.20		
	3															
	4															
III	1	320.14	320.12	320.13	320.18	320.15	320.15		320.24	320.14	320.19	320.30	320.16	320.19		
	2	320.15	320.06	320.12	320.20	320.14	320.21		320.18	320.24	320.20	320.30	320.16	320.18		
	3															
	4															
IV	1	320.14	320.10	320.11	320.18	320.14	320.10		320.18	320.13	320.17	320.28	320.14	320.17		
	2	320.13	320.02	320.11	320.18	320.13	320.10		320.15	320.16	320.19	320.27	320.14	320.16		
	3															
	4															
REC																
• REC= VALOR RECTIFICADO ASIENTO CAMISA																
<b>REF. EQUIPO MEDIDA:</b> ME-43 RC 04	<b>ELABORADO:</b> Nombre: Alexander Fabelo Fecha: 28/10/2017	<b>COMPROBADO:</b> Nombre: Técnico de Wärtsilä Fecha: 28/10/2017														

Ilustración 28. Calibración Camisas. Fuente. Trabajo de campo

### 3.2.4 Cojinetes de bielas.

Una vez desmontados los pistones, accedemos al cigüeñal y mediante el uso de gatos hidráulicos aflojamos las tuercas pertenecientes a los pernos de unión pudiendo acceder a los cojinetes. Los cojinetes viejos fueron enumerados para controlar el desgaste regular de cada biela.



*Ilustración 29. Bielas MP. Fuente. Trabajo de campo.*



*Ilustración 30. Cojinetes de Biela. Fuente. Trabajo de campo.*

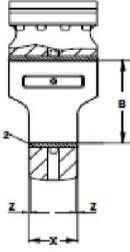
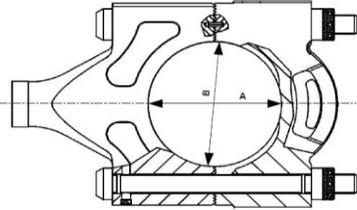
<b>FEROHER S.L.</b> <b>FELIPE DEL ROSARIO</b> <b>HERNANDEZ S.L.</b>	<b>ESTADO DE MEDICIÓN</b>	BUQUE: V.TENEGUIA N° O.T.: 17/001344 Hoja: 1 de 2 Doc. DO1P10 Rev 1																																																																																																																																																
ASUNTO: RENOVACIÓN DE LA TOTALIDAD DE LOS COJINETES DE CABEZA DE BIELA Y PIE DE BIELA MP L.A. (MAK 12V 32C)																																																																																																																																																		
<b>CROQUIS:</b> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Juego mínimo</th> <th>Juego máximo</th> <th>Juego límite de servicio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ojo del pistón Ø (A) Bulón Ø (C)</td> <td>0,005</td> <td>0,029</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>Casquillos de biela Ø (B) Bulón Ø (C)</td> <td>0,12</td> <td>0,182</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Distancia de ojo (D) Ancho del casquillo (X)</td> <td>0,2</td> <td>0,8</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table>		Juego mínimo	Juego máximo	Juego límite de servicio	Ojo del pistón Ø (A) Bulón Ø (C)	0,005	0,029	0,06	Casquillos de biela Ø (B) Bulón Ø (C)	0,12	0,182	0,25	Distancia de ojo (D) Ancho del casquillo (X)	0,2	0,8	1,1	 <p>Dimension „A“ → <math>280,25^{+0,05}</math> mm</p> <p>Dimension „B“ → <math>A + 0,04^{+0,02}</math> mm</p>																																																																																																																																
	Juego mínimo	Juego máximo	Juego límite de servicio																																																																																																																																															
Ojo del pistón Ø (A) Bulón Ø (C)	0,005	0,029	0,06																																																																																																																																															
Casquillos de biela Ø (B) Bulón Ø (C)	0,12	0,182	0,25																																																																																																																																															
Distancia de ojo (D) Ancho del casquillo (X)	0,2	0,8	1,1																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="9">CALIBRACIÓN CABEZA DE BIELA M.P L.A.</th> </tr> <tr> <th>BIELA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REF</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A-1</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>B-2</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>C-3</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>D-4</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>A'-1</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>B'-2</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>C'-3</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>D'-4</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <th colspan="9">CALIBRACIÓN PIE DE BIELA M.P L.A.</th> </tr> <tr> <th>BIELA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> <tr> <td>REF</td> <td>518</td> <td>8471</td> <td>871</td> <td>1200</td> <td>1164</td> <td>896</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E-1</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>F-2</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>			CALIBRACIÓN CABEZA DE BIELA M.P L.A.									BIELA	1	2	3	4	5	6	7	8	REF									A-1	N	N	N	N	N	N	N	N	B-2	N	N	N	N	N	N	N	N	C-3	N	N	N	N	N	N	N	N	D-4	N	N	N	N	N	N	N	N	A'-1	N	N	N	N	N	N	N	N	B'-2	N	N	N	N	N	N	N	N	C'-3	N	N	N	N	N	N	N	N	D'-4	N	N	N	N	N	N	N	N	CALIBRACIÓN PIE DE BIELA M.P L.A.									BIELA	1	2	3	4	5	6	7	8	REF	518	8471	871	1200	1164	896			E-1	N	N	N	N	N	N	N	N	F-2	N	N	N	N	N	N	N	N
CALIBRACIÓN CABEZA DE BIELA M.P L.A.																																																																																																																																																		
BIELA	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																										
REF																																																																																																																																																		
A-1	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
B-2	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
C-3	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
D-4	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
A'-1	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
B'-2	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
C'-3	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
D'-4	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
CALIBRACIÓN PIE DE BIELA M.P L.A.																																																																																																																																																		
BIELA	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																										
REF	518	8471	871	1200	1164	896																																																																																																																																												
E-1	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
F-2	N	N	N	N	N	N	N	N																																																																																																																																										
<b>REF. EQUIPO MEDIDA:</b> ME29 ME09	<b>ELABORADO:</b> Nombre: GONZALO / JUAN RAMON Fecha: 28/10/2017	<b>COMPROBADO:</b> Nombre: TECNICO DE WÄRTSILÄ Fecha: 28/10/2017																																																																																																																																																

Ilustración 31. Calibración Biela. Fuente. Trabajo de campo.

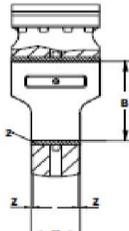
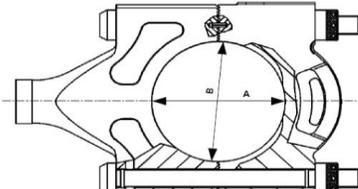
<b>FEROHER S.L.</b> FELIPE DEL ROSARIO HERNANDEZ S.L.	<b>ESTADO DE MEDICIÓN</b>	BUQUE: V.TENEGUIA Nº O.T.: 17/001344 Hoja: 2 de 2 Doc. DO1P10 Rev 1																								
<b>ASUNTO: RENOVACIÓN DE LA TOTALIDAD DE LOS COJINETES DE CABEZA DE BIELA Y PIE DE BIELA MP.L.A(MAK 12V 32C).</b>																										
<b>CROQUIS:</b> 	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Juego mínimo</th> <th>Juego máximo</th> <th>Juego límite de servicio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ojo del pistón Ø (A)</td> <td>0,005</td> <td>0,025</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>Casquillos de biela Ø (B)</td> <td>0,12</td> <td>0,182</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Bulón Ø (C)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia de ojo (D)</td> <td>0,2</td> <td>0,8</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>Ancho del casquillo (X)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Juego mínimo	Juego máximo	Juego límite de servicio	Ojo del pistón Ø (A)	0,005	0,025	0,06	Casquillos de biela Ø (B)	0,12	0,182	0,25	Bulón Ø (C)				Distancia de ojo (D)	0,2	0,8	1,1	Ancho del casquillo (X)				 <p style="margin-left: 20px;">Dimension „A“ → <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">280.25 ± 0.05 mm</span></p> <p style="margin-left: 20px;">Dimension „B“ → <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A + 0.04 ± 0.02 mm</span></p>
	Juego mínimo	Juego máximo	Juego límite de servicio																							
Ojo del pistón Ø (A)	0,005	0,025	0,06																							
Casquillos de biela Ø (B)	0,12	0,182	0,25																							
Bulón Ø (C)																										
Distancia de ojo (D)	0,2	0,8	1,1																							
Ancho del casquillo (X)																										
<b>CALIBRACIÓN BIELAS MP L.B.</b>																										
BIELA	1	2	3	4	5	6	7	8																		
REF																										
A-1	N	N	N	N	N	N	N	N																		
B-2	N	N	N	N	N	N	N	N																		
C-3	N	N	N	N	N	N	N	N																		
D-4	N	N	N	N	N	N	N	N																		
A'-1	N	N	N	N	N	N	N	N																		
B'-2	N	N	N	N	N	N	N	N																		
C'-3	N	N	N	N	N	N	N	N																		
D'-4	N	N	N	N	N	N	N	N																		
<b>CALIBRACIÓN BIELAS MP L.B.</b>																										
BIELA	1	2	3	4	5	6	7	8																		
REF	853	729	849	1288	1251	841																				
E-1	N	N	N	N	N	N	N	N																		
F-2	N	N	N	N	N	N	N	N																		
<b>REF. EQUIPO MEDIDA:</b> ME29 MI09	<b>ELABORADO:</b> Nombre: GONZALO / JUAN RAMON Fecha: 28/10/2017		<b>COMPROBADO:</b> Nombre: TECNICO DE WÄRTSILÄ Fecha: 28/10/2017																							

Ilustración 32. Calibración Biela. Fuente. Trabajo de campo.

### ***3.2.5 Enfriador.***

El enfriador se llevó al taller. Ahí se limpiaron y descontaminaron los haces tubulares del mismo.



*Ilustración 33.MP Enfriador A.D. Fuente. Trabajo de campo.*

### ***3.2.6 Filtro de aceite.***

El filtro de aceite tenía pérdidas de fluido debido al mal mantenimiento. Este se despiezó, repintó y rearmó en el taller.



*Ilustración 34. Filtro de aceite sucio. Fuente. Trabajo de campo.*



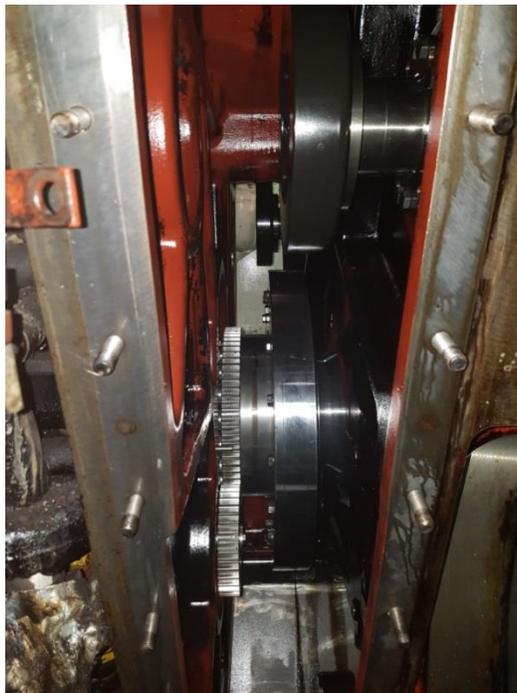
*Ilustración 35. Filtro de aceite limpio. Fuente. Trabajo de campo.*

### 3.2.7 Dámper.

El dámper se retiró y fue sustituido por uno nuevo.



*Ilustración 36. Dámper usado. Fuente. Trabajo de campo.*



*Ilustración 37. Dámper nuevo montado. Fuente. Trabajo de campo.*

### 3.3. Cambio tramo eje de camones Motor Ruston.

Tras sacar las tapas del eje de camones, la tapa del engranaje de la distribución y el regulador si fuese su lado se realiza lo siguiente.



*Ilustración 38. Motor Ruston. Fuente. Trabajo de campo*

Se desmontan balancines, para poder sacar varillas empujadoras y bomba de inyección para acceder a los rodetes empujadores, desmontándolos por completo como se aprecia en la fotografía.



*Ilustración 39. Eje de camones Motor Ruston. Fuente. Trabajo de campo*

Marcaremos un tramo por sí en algún momento se gira la parte del eje de camones que va quedar libre. Lo haremos en varios puntos y con marcas claras.



*Ilustración 40. Marca Eje de camones. Fuente. Trabajo de campo*

Aflojamos dos tornillos, uno en la parte superior y otro en la inferior, serán los que estén más hacia el interior para asegurarnos de que el resto, los que quedan entre ellos, se pueden aflojar sin problema posteriormente.

Viramos el motor para acceder a los tornillos que están entre los dos retirados anteriormente, los sacamos y volvemos a virar para poner el camón de nuevo en posición y poder retirar el resto de tornillos una vez hecho firme el resto del eje de camones.



*Ilustración 41. Calzado Eje de camones. Fuente. Trabajo de campo*

Una vez virado y colocado el eje en posición lo bloqueamos con cuñas de madera de manera que no sea posible que el eje gire en cualquiera de las dos direcciones.

Una vez fijado el eje ya podemos aflojar por completo el tramo a sustituir, el tramo de popa es el que se desplazara para dejar el espacio suficiente para sacar el camón, para esto dejaremos dos tornillos en la parte de popa. En la parte de proa dejaremos un tornillo roscado por unos pocos filetes, que servirá de tope para que una vez separado el camón del tramo que se queda fijo se separe la parte del eje que desplazamos.



*Ilustración 42. Tornillos extractores. Fuente. Trabajo de campo.*

Para desplazar el eje se usan dos espárragos o tornillos a modo de extractores colocados en la popa. Para colocarlos es necesario quitar la tapa. Se roscan en dos orificios que pueden estar tapados con nural.



*Ilustración 43. Desplazamiento Eje de camones. Fuente. Trabajo de campo.*

Al apretar los tornillos tiraremos del tramo de camones, separándolo poco a poco.



*Ilustración 44. Extracción eje de camones. Fuente. Trabajo de campo.*

Una vez separado ya se puede sacar el camón para colocar el nuevo.



*Ilustración 45. Nuevo Tramo Eje de camones. Fuente. Campo de trabajo.*

Una vez colocado el tramo nuevo empujaremos por popa para encajar el tramo nuevo. Lo presentamos con tres tornillos por cada lado para que no se nos mueva.



*Ilustración 46. Nuevo Tramo Eje de camones. Fuente. Campo de trabajo*

Una vez presentado ya podemos colocar y apretar los tornillos. Se colocará la mitad de la tornillería, para poder virar y colocar el resto tendremos que virar, importante quitar las cuñas antes de hacerlo.

Una vez apretados los dos extremos del tramo podremos montar los empujadores y balancines.[8]



## **V.I Conclusiones**



- A lo largo de este TFG hemos podido apreciar el papel fundamental que desempeñan los astilleros a nivel global, pero en particular el de Las Palmas de Gran Canaria, que abastece, repara y mantiene buques procedentes de todo el mundo. Debido a nuestra geografía nuestros puertos están transitados y vivos. Siendo además un punto de apoyo económico Canario.
- También apreciamos la importancia del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de todos los elementos del motor. Empleando este tipo de mantenimiento podemos alargar mucho la vida útil de la máquina. Llevando a cabo lo que aconseja fabricante estrictamente.
- Y para llevar todo este mantenimiento de las instalaciones marinas e industriales a cabo, es clave la existencia de astilleros cualificados con talleres máquinas, máquinas herramientas y equipos modernos con los cuales somos capaces de prevenir, fabricar y reparar averías. Así también siempre trabajando con profesionales especializados y formados en su uso.
- Por otra parte, nosotros como futuros marinos debemos adquirir el conocimiento para poder emplearlo y solventar problemas lo más rápidamente posible.



## Bibliografía.

- [1] <https://otroblogdeviajesmas.files.wordpress.com/2009/09/islascanarias1.jpg>
- [2] [https://w3.trasmediterranea.es/es/Img/planos-puertos/puerto\\_las\\_palmas.jpg](https://w3.trasmediterranea.es/es/Img/planos-puertos/puerto_las_palmas.jpg)
- [3] <http://grupoperdomo.com/wp-content/uploads/2015/09/Mapa.jpg>
- [4] <http://www.zamakonayards.com/empresas/astillero-repnaval/>
- [5] <https://www.astican.es/>
- [6] <http://www.palmasport.es/es/>
- [7] <http://www.feroher.com/index.php/es/instalaciones>
- [8] Manual Ruston.
- [9] [http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica\\_Historicas.aspx](http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica_Historicas.aspx)
- [10] [https://www.laluzport.com/MAIN\\_folder/PORTSERVICES/portservices.html](https://www.laluzport.com/MAIN_folder/PORTSERVICES/portservices.html)
- [11] [http://www.zamakonayards.com/wp-content/uploads/2015/01/astillero\\_repnaval.jpg](http://www.zamakonayards.com/wp-content/uploads/2015/01/astillero_repnaval.jpg)
- [12] <http://www.e7energy.com/wp-content/uploads/2014/06/puertos-20.jpg>
- [13] <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/1210>

