

# **CAMBIO DE TREN ALTERNATIVO. BUQUE VOLCÁN DE TIMANFAYA**

**Trabajo Fin de Grado**

Grado en Tecnologías Marinas

Septiembre 2021

Autor:

**Rayco Herrera Fariña**

Tutora:

Profesora. Dra. M<sup>a</sup> del Cristo Adrián de Ganzo

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

---





Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

D/D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> del Cristo Adrián de Ganzo, Profesora de la UD de Ingeniería Marítima, perteneciente al Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Rayco Herrera Fariña** con **DNI 43837834H**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Cambio de Tren Alternativo. Buque Volcán de Timanfaya**.

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

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

En Santa Cruz de Tenerife a 08 de septiembre de 2021.

Fdo.: M<sup>a</sup> del Cristo Adrián de Ganzo.

Directora del trabajo.

# ÍNDICE

# ÍNDICE

# ÍNDICE

## ÍNDICE

---

I.	INTRODUCCIÓN .....	15
I.	ABSTRACT .....	19
II.	OBJETIVOS.....	23
2.1	OBJETIVOS GENERALES.....	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
III.	REVISIÓN Y ANTECEDENTES.....	27
IV.	METODOLOGÍA.....	38
4.1	DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	38
4.2	METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	38
4.3	MARCO REFERENCIAL.....	38
4.3.1	Datos principales del buque.....	39
4.3.2	Descriptiva de la sala de máquinas volcán de Timanfaya .....	39
4.3.3	Control.....	39
4.3.4	Motores principales .....	40
4.3.5	Motores auxiliares .....	40
4.3.6	Generadores de agua duce .....	41
4.3.7	Caldera.....	42
4.3.8	Módulos de combustible.....	43
4.3.9	Depuradoras.....	43
V.	Resultados.....	48

## ÍNDICE

5.1	Elementos constructivos de motor WÄRTSILÄ 8L46.....	48
5.1.1	El bloque motor .....	48
5.1.2	Cojinetes principales .....	48
5.1.3	Camisa del cilindro.....	49
5.1.4	Cigüeñal.....	49
5.1.5	Biela y pistón.....	49
5.1.6	Culata.....	51
5.2	Procedimiento de des/montaje tren alternativo.....	57
5.2.1	Parada y vaciado.....	57
5.2.2	Desmontaje de culata.....	59
5.2.3	Desmontaje de pistón y biela.....	63
5.2.4	Desmontaje de la camisa .....	66
5.2.5	Montaje de la camisa .....	69
5.2.6	Montaje de pistón y biela .....	71
5.2.7	Montaje de culata.....	79
5.2.8	Calentar el motor .....	85
5.2.9	Rodaje.....	85
VI.	CONCLUSIONES.....	89
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Volcán de Yaiza. Fuente: <a href="http://www.puentedemando.com">www.puentedemando.com</a> .....	27
Figura 2. Volcán de Tauce [11] .....	28
Figura 3. volcán de Tindaya [11].....	29
Figura 4. Volcán de Tamasite [11] .....	29
Figura 5. Volcán de Timanfaya [11] .....	30
Figura 6. Volcán de Taburiente [11] .....	30
Figura 7. Volcán de Tamadaba [11] .....	31
Figura 8. Volcán de Tijarafe [11] .....	31
Figura 9. Volcán de Teide [11].....	32
Figura 10. Volcán de Tinamar [11] .....	32
Figura 11. Volcán de Teno [11] .....	33
Figura 12. Volcán de Tagoro [11] .....	33
Figura 13. Volcán de Teneguia [11].....	34
Figura 14. Al Andalus Express [11] .....	34
Figura 15. Planos (1). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3] .....	40
Figura 16. Planos (2). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3] .....	40
Figura 17. Planos (3). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3] .....	41
Figura 18. Planos (4). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3] .....	42
Figura 19. Planos (5). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3] .....	42
Figura 20. Planos (6). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3] .....	43
Figura 21. Planos (7). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya .....	43
Figura 22. Planos (8). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya .....	44
Figura 23. Biela y pistón. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	50
Figura 24. Pistón. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	50

## ÍNDICE

Figura 25. Válvulas de admisión y escape. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]..	51
Figura 26. Accionamiento de válvulas. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4].....	52
Figura 27. Inyector. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	53
Figura 28. Útiles y herramientas (1). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	53
Figura 29. Útiles y herramientas (2). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	54
Figura 30. Útiles y herramientas (3). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4] .....	54
Figura 31. Útiles y herramientas (4). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4] .....	54
Figura 32. Útiles y herramientas (5). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4] .....	55
Figura 33. Útiles y herramientas (6). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	55
Figura 34. Útiles y herramientas (7). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4] .....	55
Figura 35. Útiles y herramientas (8). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	56
Figura 36. Útiles y herramientas (9). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	56
Figura 37. Útiles y herramientas (10). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	56
Figura 38. Útiles y herramientas (11). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	57
Figura 39. Útiles y herramientas (12). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	57
Figura 40. Plano agua refrigeración motores principales. Fuente: Planos Volcán de Timanfaya.....	58
Figura 41. Conexiones para vaciado de agua de refrigeración de motor principal. Fuente: Trabajo de campo .....	59
Figura 42. Desmontaje de tapas caja caliente y tapa de balacines. Fuente: Trabajo de campo .....	60
Figura 43. Conexiones rápidas de los sensores temperatura de gases de escape agua de refrigeración de alta temperatura. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4] .....	61
Figura 44. Desmontaje de balancines y empujadores. Fuente: Trabajo de campo.....	61
Figura 45. Desmontaje de balancines y empujadores (1). Fuente: Trabajo de campo ...	62

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Figura 46. Colocación de las herramientas hidráulicas (861143). Fuente: Trabajo de campo .....	62
Figura 47. Izado de camisa. Fuente: Trabajo de campo .....	63
Figura 48: Colocación de útiles de desmontaje de biela. Fuente: Trabajo de campo ....	64
Figura 49. Izado de pistón. Fuente: Trabajo de campo .....	66
Figura 50. Izado de camisa. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4].....	66
Figura 51. Izad de camisa (1). Fuente: Trabajo de campo .....	67
Figura 52. Retirada de culata a través de lumbrera. Fuente: Trabajo de campo .....	68
Figura 53.Retirada de pistón a través de lumbrera. Fuente: Trabajo de campo .....	68
Figura 54.Retirada de camisa a través de lumbrera. Fuente: Trabajo de campo.....	69
Figura 55. Montaje de camisa. Fuente: Trabajo de campo.....	70
Figura 56. Montaje de camisa (1). Fuente: Trabajo de campo .....	71
Figura 57. Montaje aros de pistón. Fuente: Trabajo de campo .....	72
Figura 58. Montaje de pistón. Fuente: Trabajo de campo .....	73
Figura 59. Montaje de pistón (1). Fuente: Trabajo de campo .....	74
Figura 60. Montaje de pie de biela. Fuente: Trabajo de campo .....	75
Figura 61. Colocación de útiles para apriete de pie de biela. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4].....	76
Figura 62. colocación aro antidesgaste. Fuente: Trabajo de campo .....	78
Figura 63. Pistón montado. Fuente: Trabajo de campo.....	78
Figura 64. Colocación de la culata. Fuente: Trabajo de campo .....	79
Figura 65. Apriete de la culata. Fuente: Trabajo de campo.....	81
Figura 66. Ajustes de balancines. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4].....	82
Figura 67. Montaje de tuberías de agua de refrigeración de alta temperatura. Fuente: Trabajo de campo .....	82

## ÍNDICE

Figura 68. Montaje de tuberías de agua de refrigeración de alta temperatura (1). Fuente: Trabajo de campo .....	83
Figura 69. reglaje de válvulas. Fuente: Trabajo de campo .....	84
Figura 70. Programa de rodaje. Fuente: Manual motor Wärtsila 8L46[4] .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos principales .....	39
----------------------------------	----

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

# **I. INTRODUCCIÓN**

# INTRODUCCIÓN

# I. INTRODUCCIÓN

---

El mantenimiento en un buque es la razón de la existencia de los oficiales y subalternos de máquinas, que junto a la correcta operación de los sistemas de abordaje dan lugar a un buen funcionamiento.

Este TFG se basa en la realización de un mantenimiento preventivo de los motores principales del buque “Volcán de Timanfaya”, concretamente del cambio de culata, camisa, pistón y biela. Este mantenimiento captó mi atención porque es un mantenimiento grande y se suele realizar en varada, pero en este caso se realizó con el barco a flote mientras la ruta permitía que el barco estuviera en el puerto.

En el capítulo de Objetivos, se definirán los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de este trabajo.

El capítulo Revisión y Antecedentes, hace referencia a la historia de la naviera.

En el capítulo Metodología, se incluirá la documentación bibliográfica, la metodología del trabajo de campo y el marco referencial.

El capítulo de Resultados, es la parte principal donde se desarrollará el funcionamiento de los equipos nombrados anteriormente.

En las Conclusiones, se mostrará el propósito final de este trabajo.

Finalmente, en la Bibliografía, se citarán los manuales y referencias web utilizados durante la realización de este trabajo.

# INTRODUCCIÓN

# **I. ABSTRACT**

## ABSTRACT

# I. ABSTRACT

---

Maintenance on a ship is the reason for the existence of engine officers, who together with the correct operation of the on-board systems give rise to a good operation.

This TFG is based on the performance of preventive maintenance of the main engines of the ship “Volcán de Timanfaya”, specifically the change of cylinder head, cylinder line, piston and connecting rod. This maintenance caught my attention because it is a large maintenance and it is usually carried out while grounded, but in this case it was carried out with the ship afloat while the route allowed the ship to be in port.

In the Objectives chapter, the objectives that are intended to be achieved with the completion of this work will be defined.

The chapter Review and Antecedents, makes reference to the history of the shipping company.

In the Methodology chapter, the bibliographical documentation, the methodology of the field work and the reference framework will be included.

The Results chapter is the main part where the functioning of the teams named above will be developed.

In the Conclusions, the final purpose of this work will be shown.

Finally, in the Bibliography, the manuals and web references used during the realization of this work will be cited.

## ABSTRACT

## **II. OBJETIVOS**

## OBJETIVOS

## II. OBJETIVOS

---

### 2.1 OBJETIVOS GENERALES

Descriptiva general de la sala de máquinas del buque "Volcán de Timanfaya" así como de los elementos constructivos de sus motores principales.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descripción de los elementos constructivos principales que se deben tener en cuenta a la hora de realizar un cambio de tren alternativo de un motor Wärtsilä 8L46.

Descripción de las herramientas específicas de Wärtsilä necesarias para realizar este mantenimiento.

Descripción paso a paso del desmontaje y montaje que se realiza durante el cambio de un tren alternativo (culata, pistón y biela) desde que se para el motor hasta que se vuelve a poner en marcha para hacer el rodaje.

Revisión de manuales para aprietes y correcto orden de desmontaje y montaje de un tren alternativo.

Calibrado de piezas y reglaje de válvulas necesario para un correcto montaje y funcionamiento del motor.

## OBJETIVOS

### **III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES**

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

### III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

---

La naviera canaria Naviera Armas es una compañía de transporte de pasajeros y mercancías, sus barcos navegan entre las islas canaria además de conectar estas con la península ibérica, Huelva, Motril, Sevilla y también conecta con Melilla y el norte de Marruecos. Es la empresa naviera que más años lleva operando en el archipiélago canario y la que más ha crecido en los últimos años.

La creó Antonio Armas Curbelo en 1941, en la isla de Lanzarote y se ha convertido en la compañía naviera más importante de canarias. Durante sus diferentes etapas ha contado con más de 50 buques. Comenzó con barcos de casco de madera, veleros y motoveleros, posteriormente incorporó buques de casco de acero con propulsión diésel y máquinas de vapor, con las que expandió su actividad más allá de las fronteras insulares de canarias.



Figura 1. Volcán de Yaiza. Fuente: [www.puentedemando.com](http://www.puentedemando.com)

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

El hijo de Antonio Armas Curbelo, Antonio Armas Fernández continuó expidiendo la empresa de su padre. Aprovechando las nuevas tendencias del sector introdujo los primeros buques de carga rodada que operaron en canarias. En 1975 adquirió dos buques que navegaron entre las islas canarias con los nombres de Volcán de Yaiza y Volcán de Tahíche. (www.puentedemando.com, s.f.)

Actualmente la flota de Naviera Armas cuenta con 16 buques de los cuales 11 son de carga rodada y pasaje, 1 es de carga rodada y contenedores y 4 de ellos son buques de alta velocidad

- ***Volcán de Tauce***. Construido en 1995



*Figura 2. Volcán de Tauce [11]*

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

- ***Volcán de Tindaya***. Construido en 2003



Figura 3. volcán de Tindaya [11]

- ***Volcán de Tamasite***. Construido en 2004



Figura 4. Volcán de Tamasite [11]

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- *Volcán de Timanfaya*. Construido en 2005



Figura 5. Volcán de Timanfaya [11]

- *Volcán de Taburiente*. Construido en 2006



Figura 6. Volcán de Taburiente [11]

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

- *Volcán de Tamadaba*. Construido en 2007



Figura 7. Volcán de Tamadaba [11]

- *Volcán de Tijarafe*. Construido en 2008



Figura 8. Volcán de Tijarafe [11]

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- *Volcán del Teide*. Construido en 2011



Figura 9. Volcán de Teide [11]

- *Volcán de Tinamar*. Construido en 2011



Figura 10. Volcán de Tinamar [11]

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

- **Volcán de Teno.** *Construido en 2000*



Figura 11. Volcán de Teno [11]

- **Volcán de Tagoro.** *Construido en 2019*



Figura 12. Volcán de Tagoro [11]

## REVISIÓN Y ANTECEDENTES

- **Volcán de Teneguía.** Construido en 2007



Figura 13. Volcán de Teneguía [11]

- **Al Andalus Express.** Construido en 1987



Figura 14. Al Andalus Express [11]

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

## **IV. METODOLOGÍA**

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

## IV. METODOLOGÍA

---

A continuación, dividiremos la metodología utilizada en este trabajo de fin de grado en los siguientes apartados.:

### **4.1 DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

La documentación referenciada en este Trabajo de Fin de Grado, se ha obtenido a partir de fuentes bibliográficas en la que se incluyen páginas web, informes y manuales del buque, etc. Además de muchos de los conocimientos que he obtenido en mi periodo de prácticas en Naviera Armas. Para la parte técnicas de la sustitución del tren alternativo se han revisado los manuales proporcionados por el fabricante del MCI.

### **4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO**

La elaboración de este TFG viene de la experiencia resultante de un trabajo desarrollado a bordo que se basaba en describir las etapas del proceso de desmontaje y montaje del pistón, la biela la camisa y la culata a bordo de un buque. Añadiendo fotos del proceso que aportan más claridad al lector del TFG.

### **4.3 MARCO REFERENCIAL**

Nuestro marco referencial es el buque “Volcán de Timanfaya” de Naviera Armas en el que realicé las prácticas y la empresa de reparaciones navales FEROTHER, la cual ha llevado a cabo este mantenimiento preventivo de los motores principales y me han aportado mucha información vital para este TFG.

### 4.3.1 Datos principales del buque

Tabla 1: Datos principales

Eslora	142
Manga	24
Calado	5,70
Velocidad de servicio	22 nudos
Potencia de propulsión	2 x 8400 kW = 16800 kW
Potencia de los generadores	2 x 1100 kW at 1000 rpm
Número de propulsores	2
Revoluciones de los propulsores	176
Propulsores de proa	2 propulsores de proa transversales de paso variable x 1000 kW cada uno, accionado eléctricamente

Fuente: trabajo de campo

### 4.3.2 Descriptiva de la sala de máquinas volcán de Timanfaya

En este apartado voy a proceder exponer la distribución de la sala de máquinas del volcán de Timanfaya y también los equipos que la componen.

### 4.3.3 Control

En la cabina de control se controla la planta eléctrica, los parámetros de funcionamiento de los motores principales y auxiliares, de los equipos de propulsión (hélices, bocinas, bombas de lubricación,...), los niveles de los tanques de aceite y combustible, bombas y válvulas neumáticas de lastre, válvulas y bobas de achique de sentinas, las tomas de mar del buque, el sistema de bobas contraincendios, las bombas de los motores principales, la ventilación de la sala de máquinas y es el lugar en el que se registran todas las alarmas de la sala de máquinas.

## METODOLOGÍA

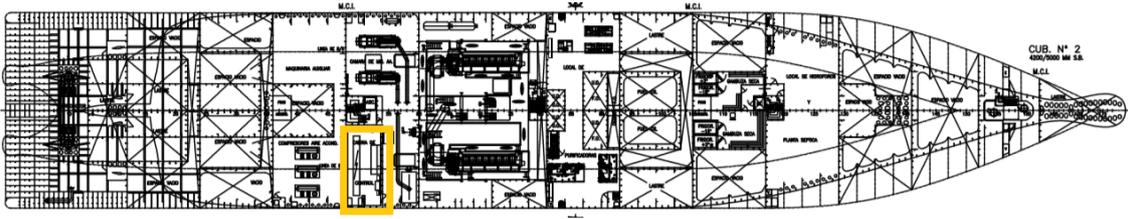


Figura 15. Planos (1). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3]

### 4.3.4 Motores principales

Los motores principales son los encargados de la propulsión y el abastecimiento eléctrico del buque durante la navegación y las maniobras. Son dos motores WÄRTSILÄ 8L46 son motores de 8 cilindros en línea, sobrealimentado, alimentados con fuel y generan una potencia de 8400 kW a 500 rpm cada uno. El diámetro de los cilindros es de 460 mm, la carrera de los pistones es de 580mm y la cilindrada de cada cilindro es de 96,4 litros. La potencia de los generadores de cola es de 1.2MW. Son los encargados de suministrar potencia eléctrica a las hélices de proa durante las maniobras y a todo el buque durante la navegación. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

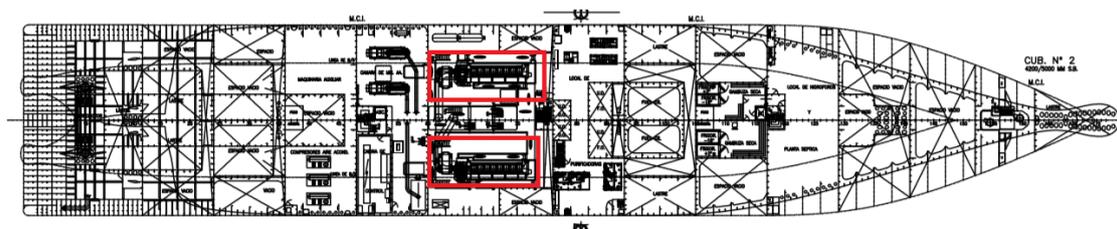


Figura 16. Planos (2). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3]

### 4.3.5 Motores auxiliares

Los motores auxiliares son los encargados de suministrar potencia eléctrica al buque cuando se encuentra atracado en puerto y durante las maniobras. Son dos motores WÄRTSILA 6L20 son motores de 6 cilindro en línea, sobrealimentados, que pueden consumir tanto diésel como fuel y generan una potencia de 1080 kW.

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

El diámetro de los cilindros es de 200 mm, la carrera de los pistones es de 280mm y la cilindrada de cada cilindro es de 8,8 litros. La potencia de los generadores de cola es de 900 kW y son los encargados de suministrar potencia eléctrica. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 6L20)

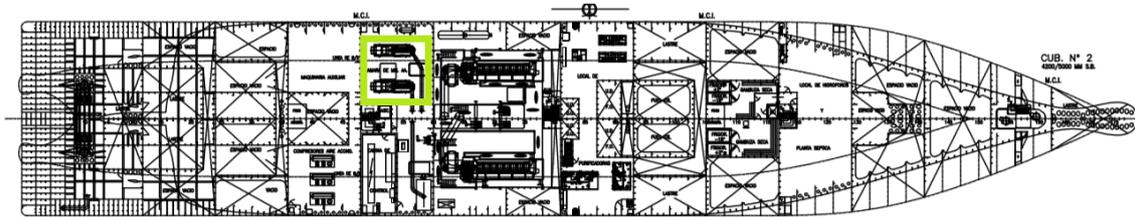


Figura 17. Planos (3). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3]

### 4.3.6 Generadores de agua duce

Hay dos equipos de generación de agua dulce de la marca AQUAMAR tipo AQ 16/20.

Los generadores de agua "AQUAMAR" han sido diseñados para obtener agua destilada a partir del agua salada del mar utilizando energía térmica a baja temperatura. El agua producida es ideal para aplicaciones industriales, así como para consumo humano.

La unidad es muy ligera, su uso es económico y una vez puesto en marcha es prácticamente automático y pequeñas variaciones en las condiciones de operación no exigen ajuste de esta.

La calidad del agua producida es controlada en todo momento a través de la célula salinométrica instalada en la descarga de la bomba de destilado, la cual transfiere una señal proporcional a la salinidad media, en el salinómetro instalado en el cuadro eléctrico. Si la salinidad es superior al punto de alarma, el agua producida es descargada al mar. De este modo, se garantiza en cualquier situación de un modo automático, una calidad del agua preestablecida.

## METODOLOGÍA

Son capaces de generar más de  $16 \text{ m}^3$  al día cada uno, pero es necesario que los motores principales estén en funcionamiento. (Manual de mantenimiento “AQUAMAR tipo AQ)

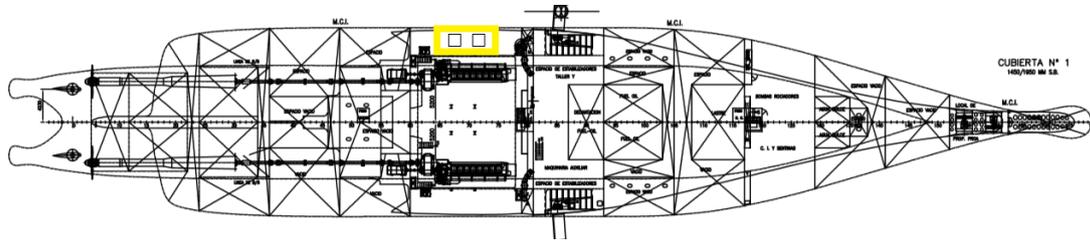


Figura 18. Planos (4). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3]

### 4.3.7 Caldera

Caldera piro tubular tipo PH ha sido especialmente desarrollada para la generación de vapor de uso marino.

La cámara de combustión de la caldera está totalmente refrigerada, lo cual, además de aumentar la superficie de transmisión, permite eliminar el refractario y las consiguientes y costosas operaciones con interrupción del servicio para reparación o sustituciones periódicas del mismo.

Es la encargada de generar vapor que se utiliza para calefactar las líneas de fuel, los tanques que requieran calefacción, para calentar los motores principales y auxiliares a través de precalentadores, calentar el fuel y el aceite en las depuradoras para depurarlo correctamente y calentar el agua sanitaria de todo el buque. (Manual de mantenimiento “VULCANO OMNIVAP 300-5000 kg/h “)

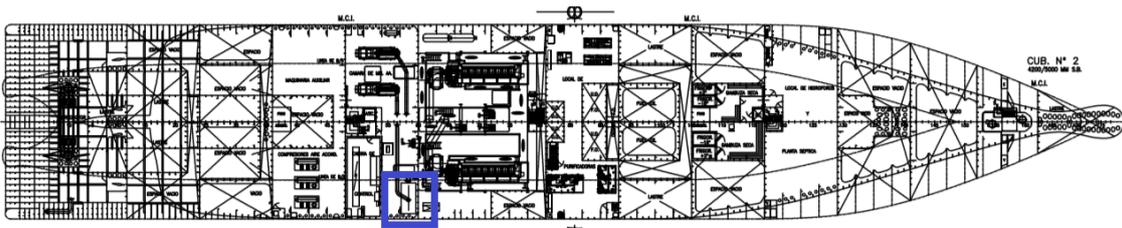


Figura 19. Planos (5). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3]

#### 4.3.8 Módulos de combustible

Los módulos de combustible se encargan de calentar el fuel para que tenga la viscosidad correcta para poder trasegarlo e inyectarlo a los motores principales y los motores auxiliares. Esto lo hace a través de intercambiadores de calor de vapor y fuel. Hay dos módulos de combustible uno para el motor principal y el motor auxiliar de babor y otro par los de vapor.

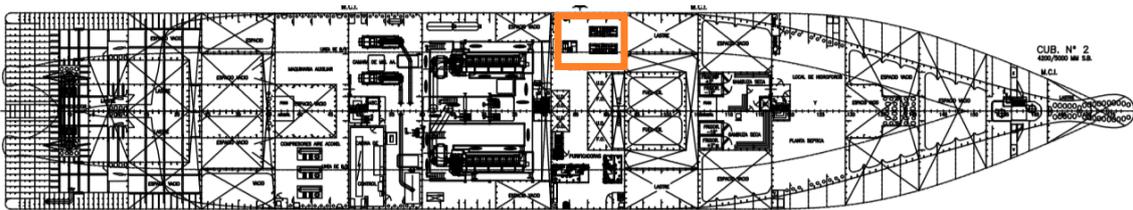


Figura 20. Planos (6). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya [3]

#### 4.3.9 Depuradoras

Las depuradoras de este buque son de la marca WESFALIA SEPARATOR, se encargan de eliminar las impurezas del fuel, el diésel y el aceite. Hay dos depuradoras de fuel que se encargan de trasegar el fuel del tanque de sedimentación a los tanques diarios de fuel normalmente solo hay una en funcionamiento y la otra queda de respeto, hay tres depuradoras de aceite dos más grandes similares a las de fuel una para cada motor principal y una más pequeña que se utiliza para el aceite de los motores auxiliares y una para depurar diésel de los tanques de almacén hacia los de consumo diario. (Manual de mantenimiento "WESFALIA SEPARATOR")

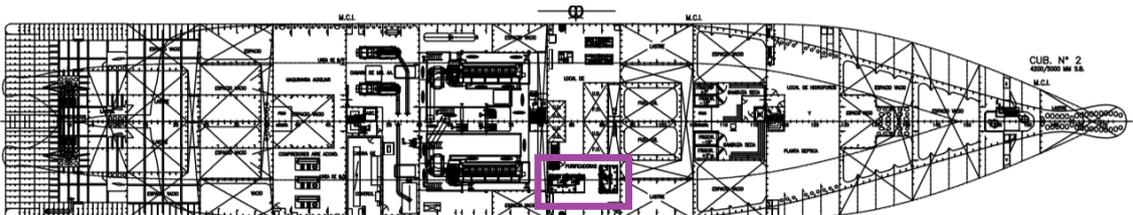


Figura 21. Planos (7). Fuente: Planos Volcán de Timanfaya



Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

## **V. RESULTADOS**

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

# V. RESULTADOS

---

En este capítulo se procederá al desarrollo de los objetivos específicos planteados al principio del TFG.

### **5.1 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE MOTOR WÄRTSILÄ 8L46**

Se trata de un motor que funciona con el ciclo Diesel de 4 tiempos, con ocho cilindros dispuestos en línea, inyección directa de combustible y sobrealimentado y con enfriador de aire de barrido.

#### **5.1.1 El bloque motor**

El bloque del motor es de fundición dúctil, de una única pieza. El agua se distribuye a través de tuberías integradas en el bloque motor. Las tapas se sujetan al bloque del motor mediante cuatro tornillos y una junta de goma. Algunas de estas tapas disponen de válvulas de seguridad que alivian el exceso de presión en la situación de explosión en el cárter. El motor tiene tapas de cárter con válvulas de seguridad. Así mismo el cárter está equipado de una tubería de venteo, que incluye una válvula de no retorno, y una conexión para purgas.

#### **5.1.2 Cojinetes principales**

Las tapas de los cojinetes principales, que soportan el cigüeñal de eslinga, están fijadas mediante tornillos de tensión hidráulica, dos desde la parte inferior y dos horizontalmente. Las protecciones de los cojinetes están guiadas axialmente mediante casquillos para un montaje correcto. Todos los cojinetes principales están equipados con sensores de temperatura. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

### **5.1.3 Camisa del cilindro**

Las camisas de cilindro disponen de orificios de refrigeración y para la colocación de sensores de temperatura. Las camisas son fabricadas de una fundición especial.

### **5.1.4 Cigüeñal**

El cigüeñal está forjado en una única pieza y está provisto de contrapesos para equilibrarlo, sujetos mediante pernos de apriete hidráulico. En el extremo del volante, el cigüeñal está provisto de una tórica para el cierre del cárter, un cojinete de empuje y de los engranajes de accionamiento del eje de levas. El cigüeñal se puede girar por medio de un mecanismo virador eléctrico que actúa sobre la corona dentada.

### **5.1.5 Biela y pistón**

La biela es de tres piezas. Se ha llevado a cabo una amplia gran labor de I+D para conseguir una biela en la que las fuerzas resultantes de la combustión se distribuyan sobre la mayor superficie de cojinete posible, y en donde se reducen los movimientos entre las superficies de contacto. La biela de sección redondeada está mecanizada y forjada en una aleación de acero. La cabeza de biela está dividida en tres partes para facilitar el desmontaje de la misma así como el del pistón. Todos los pernos de la biela son de apriete hidráulico (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

## RESULTADOS

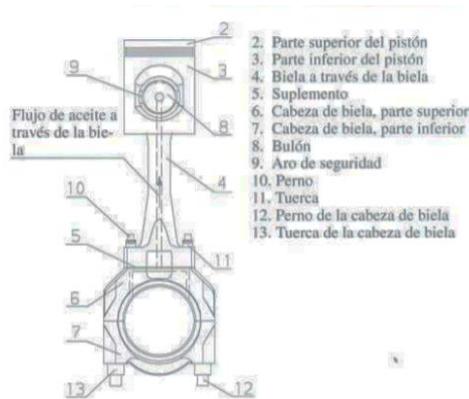


Figura 23. Biela y pistón. Fuente: Manual motor Wäertsilä 8L46 [4]

El pistón está compuesto de varios materiales, la faldilla de fundición ductil y la corona es de acero forjado y están atornilladas entre sí. Entre la corona y la faldilla hay un espacio para la refrigeración con aceite, por medio de un efecto de coctelera. El aceite llega a los cojinetes de la cabeza de biela a través de los conductos del cigüeñal y desde ahí llega al espacio de refrigeración de la biela, bulón y faldilla a través de los conductos de refrigeración de la biela y desde ahí regresan al cárter. Parte de este aceite de lubricación es desviado de la faldilla del pistón a través de toberas especiales, para lubricar la camisa. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

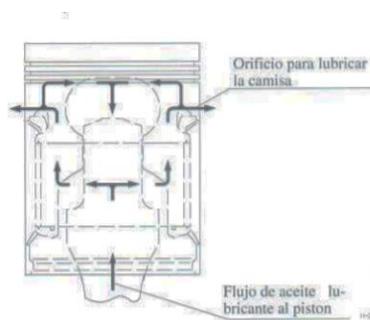


Figura 24. Pistón. Fuente: Manual motor Wäertsilä 8L46 [4]

### 5.1.6 Culata

Cada uno de los cilindros cuenta con una culata que dispone de dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape con rotadores, una válvula de inyección, una válvula de arranque y una válvula indicadora.

Las culatas están fabricadas de fundición gris de especial calidad. La culata se refrigera con agua que viene del bloque motor a través de los orificios de las camisas del cilindro. El agua sale de la culata a través de un conducto que se encuentra en la parte alta del motor, conecta con el colector de salida de agua del motor y regresa al circuito de agua de refrigeración.

#### 5.1.6.1 Válvulas de admisión y escape

El mecanismo de las válvulas incorpora las guías y el asiento de las válvulas de admisión en la culata. También cuenta con un mecanismo rotatorio llamado Rotocap, para que el desgaste de las válvulas de admisión y escape se lo más homogéneo posible. Para mayor estabilidad en el mecanismo de las válvulas cuenta con un sistema doble de resortes para cada válvula. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

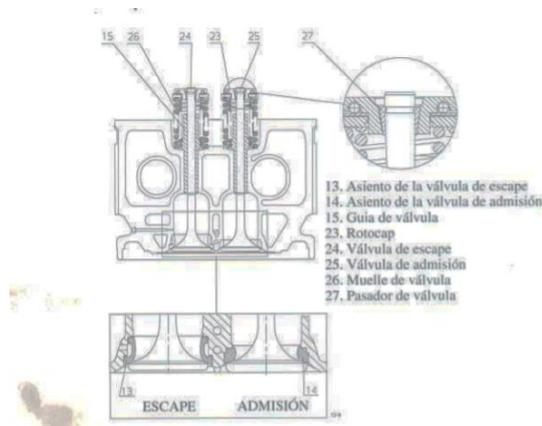


Figura 25. Válvulas de admisión y escape. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

## RESULTADOS

### 5.1.6.2 Accionamiento de válvulas

El accionamiento opera con las válvulas de admisión y las de escape en el momento requerido. El accionamiento consta de guías de rodillo del tipo de pistón que se mueven en bloques guía independientes, taqués con extremos cóncavos, los balancines de fundición nodular que pivotan en un soporte, y una horquilla que se desliza guiada por un vástago.

La guía de rodillo se mueve siguiendo el perfil de la leva y transfiere el movimiento a través del taqué al balancín. El balancín hace funcionar las válvulas de escape y de admisión por medio de una horquilla.

Los balancines se lubrican por medio del canal de alimentación del bloque del motor a través de orificios y conexiones de tubería situados en la culata y el soporte del balancín.

Para la guía del rodillo el aceite a presión se suministra por el canal de alimentación a través de unos orificios en el bloque motor. El aceite para el rodillo y el eje se da por el pasador guía.

Con el fin de compensar la expansión térmica deberá existir holgura entre el balancín y la horquilla. Todos los ajustes se harán en frío. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

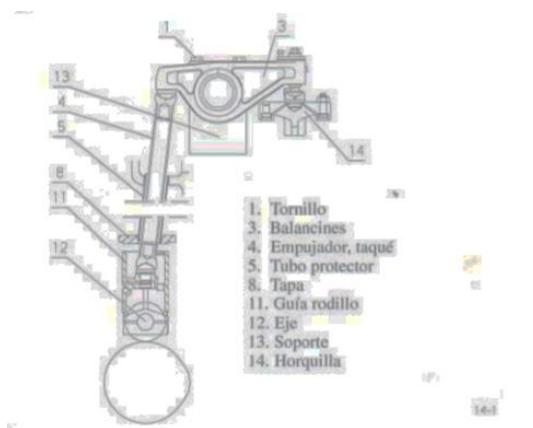


Figura 26. Accionamiento de válvulas. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

**5.1.6.3 Inyector**

El motor tiene un sistema de inyección que cuenta con un inyector que va colocado en el centro de la culata, en este inyector se encuentra la tobera de inyección. El combustible llega a la válvula de inyección desde la bomba a través de un tubo de inyección que conecta por un orificio que se encuentra en un lateral. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

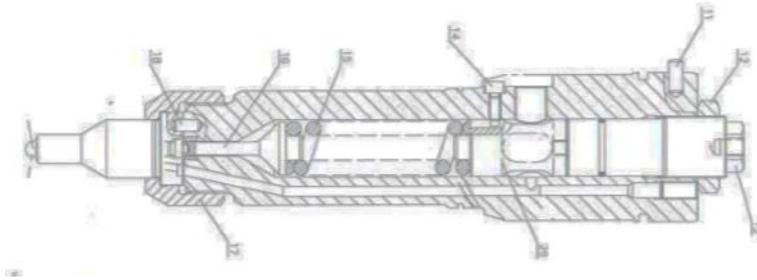


Figura 27. Inyector. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

**Útiles y herramientas utilizadas para el cambio de tren alternativo**

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
✓ Herramienta para apriete hidráulico de pernos M90x6	861143	95	

Figura 28. Útiles y herramientas (1). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

## RESULTADOS

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta para izado de las herramientas de apriete hidráulico	834045	119	

Figura 29. Útiles y herramientas (2). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta para izado de las culatas	832001	20,5	

Figura 30. Útiles y herramientas (3). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Galga para reglaje de válvulas	848001	0,035	

Figura 31. Útiles y herramientas (4). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

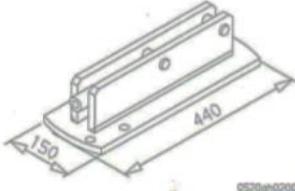
Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta para izado del pistón	835001	16	

Figura 32. Útiles y herramientas (5). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

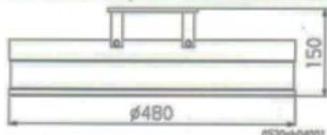
Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Útil para montar los aros del pistón, incluyendo el aro antifricción	845010	10	

Figura 33. Útiles y herramientas (6). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

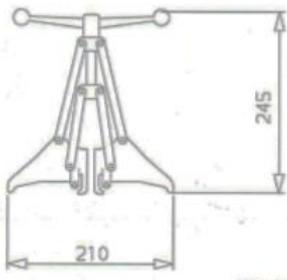
Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Alicate para los aros del pistón	800002	0.5	

Figura 34. Útiles y herramientas (7). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

## RESULTADOS

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Útil de montaje para los aros del pistón	843001	1.5	

Figura 35. Útiles y herramientas (8). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta para apriete hidráulico de tornillos M72x6	861142	66	

Figura 36. Útiles y herramientas (9). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta para desmontaje de tornillos M42	803001	0.5	

Figura 37. Útiles y herramientas (10). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta de izado de camisas	836009	20	

Figura 38. Útiles y herramientas (11). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Descripción	Código No.	Peso (kg)	Dimensiones
Herramienta de desmontaje del aro antifricción	836043	4	

Figura 39. Útiles y herramientas (12). Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

## 5.2 PROCEDIMIENTO DE DES/MONTAJE TREN ALTERNATIVO

### 5.2.1 Parada y vaciado

Paramos el motor principal se deja enfriar durante media hora aproximadamente.

## RESULTADOS

Después cerramos las válvulas de bombas de reservas de agua dulce de alta (naranja) y baja (azul) temperatura, las válvulas termostáticas, paramos las bombas de los precalentadores (rojo) y cerramos las válvulas, cerramos las válvulas de los enfriadores, las válvulas de compensación de los motores y la válvula del tanque de expansión. Para evitar que comunique agua de un motor a otro y se vacíen los dos motores.

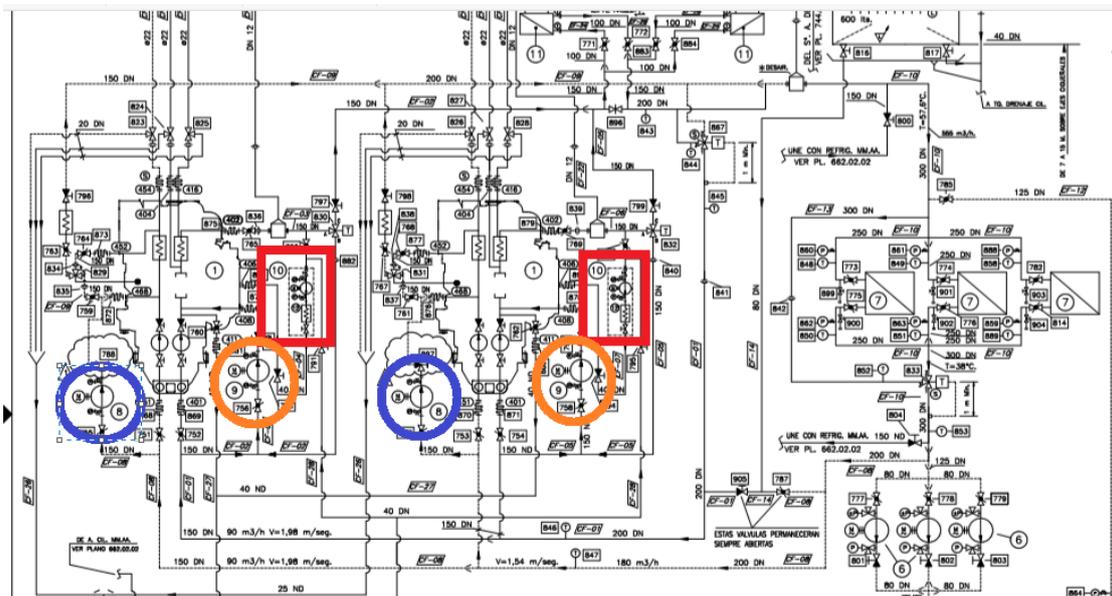


Figura 40. Plano agua refrigeración motores principales. Fuente: Planos Volcán de Timanfaya

Conectamos unas mangueras a los pinchazos de las tuberías de los enfriadores para vaciar el agua del motor hacia el tanque de rebose de agua de cilindros a través de la manguera de condensado del enfriador de aire de barrido.



*Figura 41. Conexiones para vaciado de agua de refrigeración de motor principal. Fuente: Trabajo de campo*

Paramos la bomba de prelubricación del motor principal.

### **5.2.2 Desmontaje de culata**

Una vez se haya vaciado el agua del motor se quitan los tubos de descarga de agua de enfriamiento.

Desmontar las tapas de la caja caliente. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

## RESULTADOS



*Figura 42. Desmontaje de tapas caja caliente y tapa de balancines. Fuente: Trabajo de campo*

Hace girar el motor con el virador de modo tal que el pistón del cilindro de referencia esté en el punto muerto superior, las válvulas cerradas y los balancines descargados. Esto ocurre cuando el pistón está en el final de la carrera de compresión. Para saber cuándo está el pistón en posición miraremos en el volante motor que tiene marcada la secuencia de arranque y marca que cilindros están en el punto muerto superior ya sea en compresión o en cruce de válvulas, en caso de que estuviera en cruce simplemente tendríamos que dar otra vuelta al cigüeñal.

Quitar la tapa de la cubierta del balancín y la tapa de la "caja caliente".

Desmontar abrazaderas de los tubos de aire de admisión y escape.

Soltar el tubo de aceite, el tubo de escape de la válvula de combustible y el tubo de aire de arranque piloto.

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Desmontar el tubo principal de la inyección.

Soltar las conexiones rápidas de los sensores de supervisión de la temperatura de gases de escape y temperatura de agua de refrigeración de alta temperatura. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

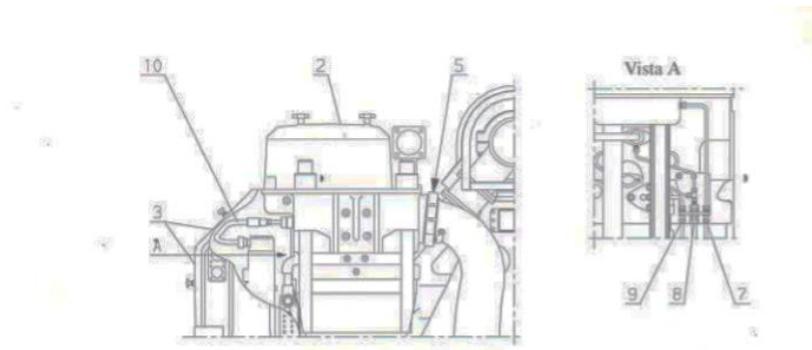


Figura 43. Conexiones rápidas de los sensores temperatura de gases de escape agua de refrigeración de alta temperatura. Fuente: Manual motor Wärsilä 8L46 [4]

Soltar tuercas de fijación del balancín, desmontar los balancines y los empujadores. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)



Figura 44. Desmontaje de balancines y empujadores. Fuente: Trabajo de campo

## RESULTADOS



*Figura 45. Desmontaje de balancines y empujadores (1). Fuente: Trabajo de campo*

Desmontar las cubiertas de protección de los tornillos de la culata.

Colocar las herramientas hidráulicas (861143) utilizando la herramienta de elevación (834045). Conectar las mangueras de la herramienta hidráulica según el esquema.

Enroscar los cilindros. Seguir girando la herramienta hidráulica hasta que deje de girar para expulsar los posibles residuos de aceite. Repetir el procedimiento de apriete para expulsar todo el aceite. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)



*Figura 46. Colocación de las herramientas hidráulicas (861143). Fuente: Trabajo de campo*

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Girar los tornillos en sentido antihorario cerca de  $\frac{3}{4}$  de vuelta ( $270^\circ$ ).

Subir la presión de apriete hasta 450 bar.

Aflojar las turecas aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de vuelta usando el pasador (861010).

Quitar la presión, desenchufar las mangueras y retirar los cilindros. Recoger el equipo de herramientas hidráulicas.

Quitar tuercas de la culata.

Colocar útil de izado de culatas (832001).

Levantar la culata. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)



*Figura 47. Izado de camisa. Fuente: Trabajo de campo*

### 5.2.3 Desmontaje de pistón y biela

Girar el cigüeñal con el virador hasta que el pistón en cuestión se encuentre en el punto muerto inferior.

Soltar el aro de fuego con la herramienta anular (836043).

## RESULTADOS

Colocar la herramienta (836043) en la parte superior del pistón y ampliarla según el diámetro interior. Colocar el pistón en cuestión en el punto muerto superior girando con cuidado el cigüeñal.

Retirar el aro cuando esté suelto.

Montar los maguitos distanciadores (861027) de manera cruzada en los tornillos de las bielas diagonalmente opuestas y atornillarlos en las herramientas hidráulicas (861120).

Conectar las mangueras de la bomba hidráulicas según el esquema y abrir la válvula de la bomba. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)



*Figura 48: Colocación de útiles de desmontaje de biela. Fuente: Trabajo de campo*

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Continuar girando las herramientas hidráulicas hasta que las caras del pistón y el cilindro estén al mismo nivel.

Girar la herramienta hidráulica media vuelta (180°) en sentido contrario.

Cerrar la válvula de la bomba y bombear hasta 760 bar.

Aflojar las tuercas, media vuelta con el vástago.

Abrir lentamente la válvula de a bomba, desconectar las mangueras y destornillar la herramienta hidráulica.

Repetir el mismo procedimiento para los otros dos tornillos de la biela. Quitar tres tuercas en el PMI, luego girar el cigüeñal hasta que el pistón llegue al PMS y quitar la última tuerca.

Limpiar los agujeros roscados de la corona del pistón y fijar en los agujeros la herramienta de elevación (835001) aplicable para el tipo de pistón en cuestión. Utilizar el útil de elevación para motores con cilindros en línea.

Elevar el pistón, cuidar de no dañar la camisa del cilindro. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

## RESULTADOS



Figura 49. Izado de pistón. Fuente: Trabajo de campo

### 5.2.4 Desmontaje de la camisa

Soltar el aro antidesgaste.

Aflojar los pernos de amarre de la camisa y soltar el soporte.

Colocar el útil de elevación (836009) en posición según el esquema. En los motores en línea se utilizan los cáncamos que señalan las flechas.

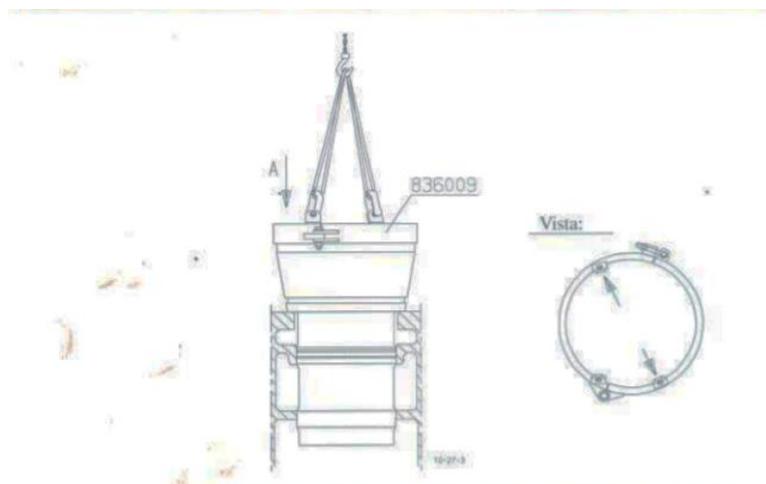


Figura 50. Izado de camisa. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Soltar los sensores WENCOM de temperatura de camisa.

Se coloca un útil de elevación en la parte inferior de la camisa y se enganchan a un diferencial de 5 Tn.

Tirando simultáneamente de la grúa y del diferencial auxiliar se extrae la camisa de su asiento.

Se desengancha en diferencial auxiliar y se retira el útil de elevación que se colocó en el inferior de la camisa.

Usando la grúa y el útil de elevación (836009) se saca la camisa del motor.



*Figura 51. Izad de camisa (1). Fuente: Trabajo de campo*

Ya se ha finalizado la fase de desmontaje de las piezas del motor.

Con un camión grúa se sacan las piezas a través de la lumbrera que se encuentra en la parte superior de la cámara de motores principales.

## RESULTADOS



*Figura 52. Retirada de culata a través de lumbrera. Fuente: Trabajo de campo*



*Figura 53. Retirada de pistón a través de lumbrera. Fuente: Trabajo de campo*



*Figura 54. Retirada de camisa a través de lumbrera. Fuente: Trabajo de campo*

El mismo camión introduce las piezas nuevas y se procede al montaje. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

### **5.2.5 Montaje de la camisa**

Comprobar que todas las superficies de contacto entre el bloque motor y la camisa están limpias e intactas.

Comprobar la limpieza de las ranuras de las juntas tóricas de la camisa e insertar nuevas juntas.

Lubricar las juntas tóricas inferiores y las correspondientes superficies de cierre con vaselina y montar el dispositivo de izado.

## RESULTADOS



*Figura 55. Montaje de camisa. Fuente: Trabajo de campo*

Aplicar líquido para sellar, en las superficies de contacto entre la parte superior de la camisa y los espacios de agua del bloque.

Bajar la camisa con cuidado en su alojamiento dentro del bloque. Cuando la junta tórica más baja toque el bloque, se alineará la camisa de forma que la marca en la misma esté situada hacia el lado de accionamiento, seguir bajando la camisa hasta el final.



*Figura 56. Montaje de camisa (1). Fuente: Trabajo de campo*

Montar el soporte y apretar el tornillo de sujeción de la camisa a 640 Nm.

Instalar de nuevo los sensores de temperatura de camisas, del sistema WENCOM.

(Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

### **5.2.6 Montaje de pistón y biela**

Girar el cigüeñal hasta que el punto muerto superior de encendido.

Montar los aros del pitón utilizando los alicates (800002). Cuando se desmonten los nuevos aros. Los aros deberán tener holguras situadas a 180° con relación al resto. Procure que la marca “TOP” que aparece junto a la holgura.

## RESULTADOS



*Figura 57. Montaje aros de pistón. Fuente: Trabajo de campo*

Lubricar con aceite de motor el orificio de la camia del cilindro.

Lubricar el pistón y colocar el dispositivo de fijación para los aros del pitón (843001) alrededor del pistón, comprobando que los aros del pistón se deslizan por sus ranuras.



*Figura 58. Montaje de pistón. Fuente: Trabajo de campo*

Comprobar y limpiar la superficie de contacto del pie de biela. Asegurarse de que los orificios para el aceite están abiertos. Procure que las marcas del pie de biela están en el mismo lado que las del cuerpo del cojinete del extremo grande.

Comprobar y limpiar la superficie de contacto del cojinete del extremo grande. Asegurarse de que la superficie no tiene aceite. Acoplar la cuña de compresión en su posición. Acoplar el aro del conjunto del pistón (845010) en el lugar del aro antidesgaste.

Bajar el pistón con cuidado a través de la camisa del cilindro.

## RESULTADOS



*Figura 59. Montaje de pistón (1). Fuente: Trabajo de campo*

Efectuar una comprobación final de las superficies de contacto (limpiar y quitar cualquier resto de aceite) antes de deslizar la biela sobre los vástagos. Comprobar que la cuña está en su posición.

Bajar completamente el pistón teniendo cuidado de que el pie de biela se deslice por encima de los vástagos sin quedar bloqueado.



*Figura 60. Montaje de pie de biela. Fuente: Trabajo de campo*

Retirar la herramienta de elevación (835001), el dispositivo de fijación (843001), el aro del conjunto del pistón (845010) y la herramienta de posicionamiento (846012).

Acoplar a mano una a una las tuercas de la biela en su posición y girar el pistón hasta la posición de punto muerto inferior. Colocar todas as tuercas a mano hasta que queden asentadas.

Elevar los maguitos separadores (861027) siguiendo un patrón cruzado en los dos vástagos de las bielas opuestas y enroscar las herramientas hidráulicas (861120).

## RESULTADOS

Conectar las mangueras de las bombas hidráulicas según el esquema.

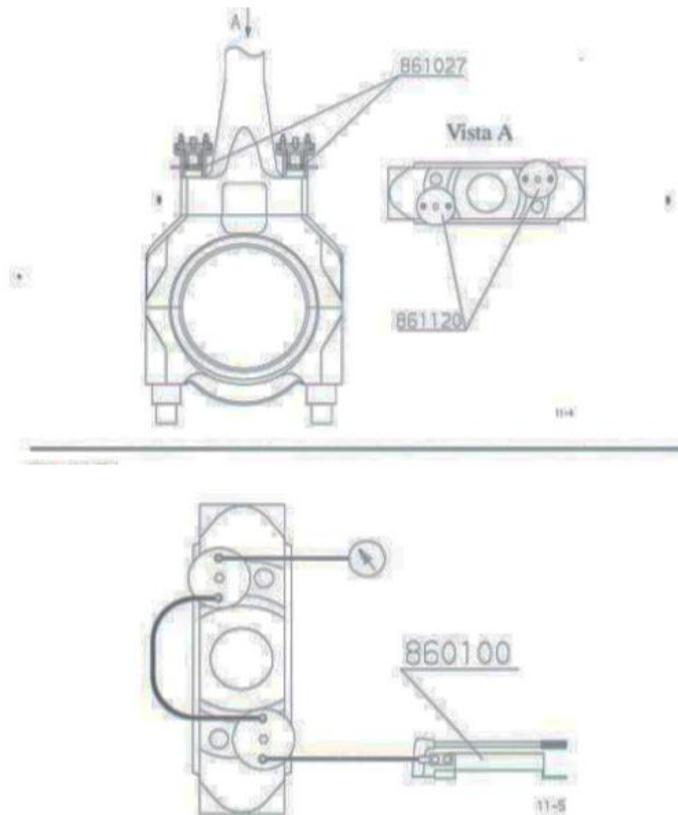


Figura 61. Colocación de útiles para apriete de pie de biela. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Girar las herramientas hidráulicas hasta que el pistón y el extremo del cilindro estén al mismo nivel.

Cerrar la válvula de la bomba y subir hasta la presión hasta 400 bar.

Apretar las tuercas con el pasador (861028).

Abrir lentamente la válvula de la bomba, desplazar las herramientas hasta los dos vástagos restantes y apretarlos de la misma manera.

## Cambio de tren alternativo. Buque Volcán de Timanfaya.

Liberar la presión.

Apretar las tuercas has la presión final de 760 bar y apretar las tuercas con el pasador (861028). Procurar que las tuercas giren por igual.

Liberar la presión y retirar las herramientas.

Montar las herramientas hidráulicas en los dos primeros vástagos y apretar las tuercas hasta la presión final de 760 bar. Procurar que las tuercas giran por igual.

Liberar la presión y retirar las herramientas.

Limpiar el aro antidesgaste concienzudamente y comprobar que no queda suciedad ni partículas entre la camisa y el aro antidesgaste.

Acoplar el aro antidesgaste nuevo en su posición. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

## RESULTADOS



*Figura 62. colocación aro antidesgaste. Fuente: Trabajo de campo*



*Figura 63. Pistón montado. Fuente: Trabajo de campo*

### 5.2.7 Montaje de culata

Se limpia y prepara las superficies de sellado. Se cambian la junta de la culata y los aros tóricos de circulación de agua de la camisa por unos nuevos. Se limpian las superficies de sellado y se lubrican con aceite o vaselina tanto las superficies de contacto como los aros tóricos. se realiza la comprobación de los aros de sellado de admisión, del aire de arranque y de los tubos de protección del empujador.

Limpiar las superficies de sellado y colocar una nueva junta de la culata de cilindro y nuevos aros tóricos para la camisa de circulación de agua. Lubricar las superficies de contacto del aro tórico con vaselina o aceite. Comprobar los aros de sello de admisión, aire de arranque y tubo de protección de empujador.

Fijar la herramienta de izado (832001) a la culata del cilindro.

Levantar la culata del cilindro. Al bajar el cabezal, tener cuidado de que el tubo de conexión de aire de arranque y los tubos de protección del empujador se deslicen dentro de los aros del sello sin ejercer fuerza.



*Figura 64. Colocación de la culata. Fuente: Trabajo de campo*

## RESULTADOS

Atornillar las tuercas de la culata de cilindro.

Montar el tubo de inyección principal.

Montar el tubo de aceite, el tubo de fugas de combustible y el tubo de aire de arranque.

Fijar abrazaderas de los caños de escape y de aire de barrido.

Elevar las herramientas hidráulicas (861143) y colocar las mangueras conforme al dibujo.

Enroscar los cilindros. Seguir girando la herramienta hidráulica tanto como se pueda para expulsar los residuos de aceite. Repita el procedimiento de apriete para expulsar todo el aceite.

Tensar los pernos aumentando la presión hidráulica hasta 400 bar.

Apretar las tuercas por medio del vástago hasta lograr un contacto firme. Mantener la presión constante mientras se aprieta.

Aliviar la presión y tensar los tornillos nuevamente has la presión de 520 bar.

Apretar las tuercas.

Eliminar la presión.

Desconectar las mangueras y desmontar los cilindros.



*Figura 65. Apriete de la culata. Fuente: Trabajo de campo*

Colocar las tapas protectoras en los tornillos de la culata.

Con el cilindro de referencia en el PMS de encendido.

Aflojar el tornillo de fijación (17) de los tornillos de ajuste tanto en el balancín como en la horquilla (18) y girar los tornillos de ajuste en sentido antihorario para establecer una amplia holgura.

Apretar el extremo fijo de la horquilla contra el vástago haciendo presión sobre el extremo ajustable. Apretar el tornillo de ajuste (19) hasta que toque el extremo de la válvula y observar la posición de la llave de tuercas (posición a). Seguir ajustando mientras se inclina la horquilla, hasta que la holgura de la guía esté en el otro lado y el extremo fijo de la horquilla comience a separarse del vástago de la válvula. A continuación, hacer presión sobre el extremo fijo. observar la posición de la llave de tuerca (posición b).

## RESULTADOS

Girar tornillo de ajuste en sentido antihorario hasta la posición central entre "a" y "b", es decir "c". fijar tuerca (18).

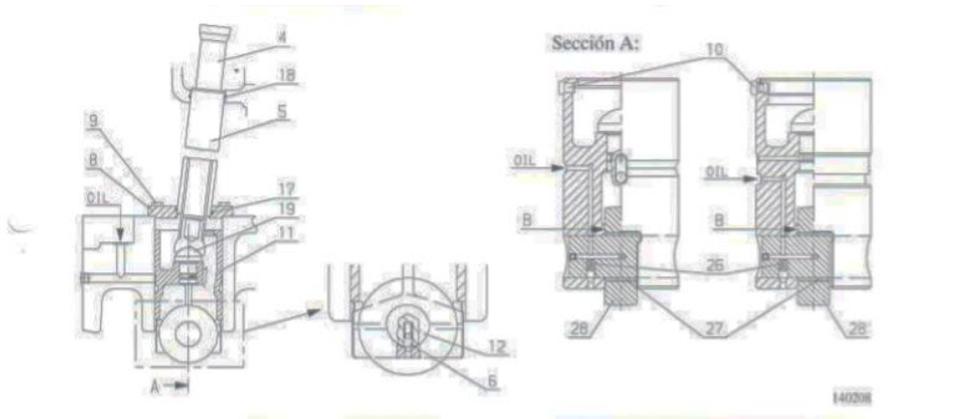


Figura 66. Ajustes de balancines. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46 [4]

Antes de ajustar la holgura de las válvulas hay que dar un golpecito sobre el extremo de la varilla de empuje con un mazo de goma para asegurarse de que queda correctamente asentado.

Volver a conectar los tubos de descarga de agua de enfriamiento. Reemplazar las juntas de anillo deslizante por juntas nuevas.



Figura 67. Montaje de tuberías de agua de refrigeración de alta temperatura. Fuente: Trabajo de campo



*Figura 68. Montaje de tuberías de agua de refrigeración de alta temperatura (1). Fuente: Trabajo de campo*

Levantar los balancines a su posición y apretar los tornillos de fijación a 600 bar.

Insertar una galga de espesores correspondiente a la holgura de la válvula entre la superficie de la horquilla y la zapata del balancín. [4]

Apretar el tornillo de ajuste (20) hasta que la galga pueda moverse de un lado a otro sin necesidad de aplicar mucha fuerza. Sujetar el tornillo de ajuste y apretar el tornillo de fijación (17) aplicando 30 Nm. Hay que tener cuidado de no tensar en exceso el tornillo y la placa de fijación (21). Comprobar que la holgura no ha variado durante el apriete.

## RESULTADOS



*Figura 69. reglaje de válvulas. Fuente: Trabajo de campo*

Volver a instalar la tapa de la cubierta del balancín y la tapa de la caja caliente.

Antes de arrancar, llenar el sistema de agua de enfriamiento y hacer girar el cigüeñal dos revoluciones con las purgas abiertas.

Se rellena el motor de agua mediante gravedad desde el tanque de compensación, al mismo tiempo se bombea el agua que vaciamos del motor al taque de drenaje de cilindros al tanque de compensación para que este no se vacíe. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

### 5.2.8 Calentar el motor

Calentar el motor calentando agua a través de los precalentadores de agua y haciéndola circular por el motor calentando culatas, camisas y demás partes del motor. Una vez que las camisas ya han alcanzado la temperatura de 61°C se puede arrancar el motor, comprobar que no hay fugas y comenzar con el rodaje.

### 5.2.9 Rodaje

Lo importante es variar la carga varias veces. La ranura del aro tendrá un ángulo de inclinación diferente en cada fase de carga y, por consiguiente, el aro del pistón mantiene una línea de contactodiferente en la camisa.

El rodaje se compone de varias fases:

Fase 1: 1 hora y media al 20% de la carga (ralenti) y parar el motor.

Fase 2: 1 hora y media al 40% de la carga y parar el motor.

Fase 3: 2 horas al 60% de la carga.

Fase 4: dos horas al 80% de la carga.

Fase 5: dos horas al 100% de la carga. (Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46)

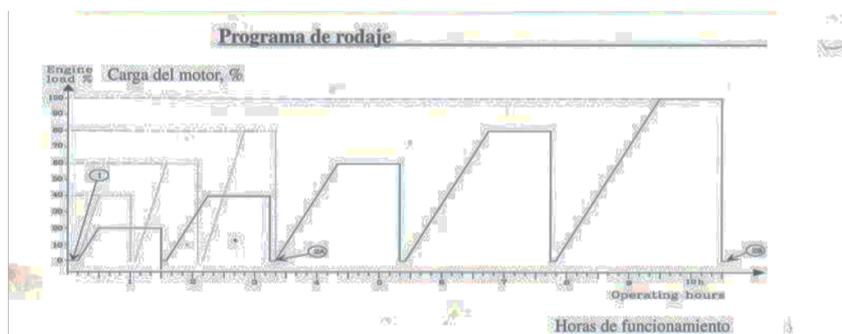


Figura 70. Programa de rodaje. Fuente: Manual motor Wärtsilä 8L46[4]

## RESULTADOS

## **VI. CONCLUSIONES**



## VI. CONCLUSIONES

---

Después de haber realizado las prácticas como alumno de máquinas a bordo del buque “Volcán de Timanfaya”, puedo decir que ha sido una experiencia positiva, tanto en el plano profesional como en el personal.

En este trabajo se ha comprobado la enorme importancia que tienen todos los procedimientos de mantenimiento de los componentes más destacados de la sala de máquinas y de un barco, que son los motores principales, auxiliares y los generadores, ya que estos son los que producen toda la energía necesaria en el buque. También se ha comprobado que para las reparaciones específicas se necesita la ayuda de personal externo con una cualificación técnica para dicha reparación.

Finalmente, me ha servido para aprender que a bordo de un buque es necesario tener las herramientas, piezas y manuales necesarios para poder solventar cualquier incidencia que se produzca durante la travesía, y que el personal tenga los conocimientos y aptitudes necesarias para realizar su trabajo. Sin embargo, no es solo imprescindible la profesionalidad sino también la calidad humana, que en un entorno laboral como el marítimo garantiza el éxito.



## **VII. BIBLIOGRAFÍA**



## VII. BIBLIOGRAFÍA

---

Manual de mantenimiento “AQUAMAR tipo AQ. (s.f.).

Manual de mantenimiento “VULCANO OMNIVAP 300-5000 kg/h “. (s.f.).

Manual de mantenimiento “WESFALIA SEPARATOR”. (s.f.).

Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 6L20. (s.f.).

Manual de mantenimiento WÄRSILÄ 8L46. (s.f.).

www.puentedemando.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.puentedemando.com/volcan-de-yaiza-primer-buque-rolon-de-lineas-armas/>

