



Universidad
de La Laguna

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA,
MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL.

TRABAJO FIN DE GRADO

**GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL
BUQUE Y MANTENIMIENTO, DEPARTAMENTO DE
MÁQUINAS**

**Jorge Rodríguez Correa
Marzo 2015**

Dr. Don Juan Ángel García, Profesor titular perteneciente al Departamento de ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agrícola e Hidráulica de la Universidad de la Laguna certifica que:

Que D. Jorge Rodríguez Correa, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: ***Gestión de la seguridad operacional del buque y mantenimiento, departamento de Máquinas.***

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

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a fecha 15 de Febrero de 2015.

Juan Ángel García
Director del trabajo

Dr. Don Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante Doctor perteneciente al Departamento de ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agrícola e Hidráulica de la Universidad de la Laguna certifica que:

Que D. Jorge Rodríguez Correa, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: ***Gestión de la seguridad operacional del buque y mantenimiento, departamento de Máquinas.***

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

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a fecha 15 de Febrero de 2015.

Federico Padrón Martín

Director del trabajo

AGRADECIMIENTOS

“Mi más sincero agradecimiento a los directores del trabajo, Dr. Don Juan Ángel García y Dr. Don Federico Padrón Martín , Profesores titulares pertenecientes al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agrícola e Hidráulica de la Universidad de la Laguna.

Me siento afortunado por haber recibido el apoyo de mis familiares, mujer y amigos, tan necesarios y útiles para el desarrollo de este trabajo fin de grado, también por el apoyo que me han brindado en todo momento el profesorado y el equipo humano que compone la Escuela Técnica superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval.

Por último, gracias a todos los profesionales pertenecientes a la naviera donde realicé las prácticas, por aceptarme como uno más del equipo y compartir sus conocimientos y experiencia. Vaya a todos ellos, mi más profundo agradecimiento.”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. OBJETIVOS	7
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES	11
1. NORMATIVA QUE REGULA LOS PLANES DE MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL BUQUE	11
1.1. CONVENIOS INTERNACIONALES.....	11
1.2. SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN	14
1.3. ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN (IACS).....	16
1.4. OBLIGATORIEDAD DE LA CLASIFICACIÓN	17
1.5. MANTENIMIENTO DE LA CLASIFICACIÓN DURANTE LA VIDA DEL BUQUE	18
1.6. EL ESTADO RECTOR DEL PUERTO Y EL “PARÍS MOU”	20
1.7. REFERENCIAS NORMATIVAS	22
1.8. ASPECTOS GENERALES SOBRE LAS INSPECCIONES POR EL ESTADO RECTOR DEL PUERTO.....	24
1.9. INSPECCIÓN DE LOS ESPACIOS DE MÁQUINAS.....	25
1.10. DIRECTRICES PARA LAS PRESCRIPCIONES SOBRE DESCARGAS DE LOS ANEXOS I Y II DEL MARPOL 73/78.	26
1.11. HIDROCARBUROS Y MEZCLAS OLEOSAS PROCEDENTES DE LAS CÁMARAS DE MÁQUINAS	26
1.12. DIRECTRICES RELATIVAS A LA SUPERVISIÓN POR EL ESTADO RECTOR DEL PUERTO EN RELACIÓN CON EL CÓDIGO IGS	27
2. MARCO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	28
3. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DE LOS BUQUES	32
1.1. OBJETIVOS.....	32
1.2. APLICACIÓN.....	33
1.3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA UN SGS.....	33
1.4. SGS RESPECTO AL MANTENIMIENTO DEL BUQUE Y DE LOS EQUIPOS.....	33

Índice

1.5.	DOCUMENTACIÓN	34
1.6.	EVALUACIÓN Y REVISIÓN POR LA COMPAÑÍA	35
1.7.	CERTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN PERIÓDICA.....	35
4.	PLAN DE MANTENIMIENTO DEL BUQUE	36
1.1.	OBJETIVOS	36
1.2.	TIPOS DE MANTENIMIENTO	37
1.3.	ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	38
1.4.	GESTIÓN DE LOS EQUIPOS.....	40
1.5.	INVENTARIO DE EQUIPOS.....	40
1.6.	DOSSIER-MÁQUINA.....	41
1.7.	HISTÓRICO DE LA MÁQUINA	43
1.8.	RESPETOS TIPO	44
1.9.	OTROS MATERIALES.....	46
1.10.	GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS.....	47
1.11.	FORMACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL	49
1.12.	CLIMA LABORAL: EL TPM.....	50
1.13.	SUBCONTRATACIÓN DEL MANTENIMIENTO	53
IV.	MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	57
V.	RESULTADOS.....	61
1.	CONVENIOS.....	61
2.	MARCO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	63
3.	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MÁQUINAS	64
1.1.	PRIMER OFICIAL DE MÁQUINAS	64
1.2.	OFICIALES DE MÁQUINAS.....	66
1.3.	CALDERETERO	68
1.4.	ELECTRICISTA	70
1.5.	ENGRASADOR	71
1.6.	ALUMNO	73
1.7.	INSPECCIONES Y CONTROLES PERIÓDICOS	74
4.	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DE LOS BUQUES	79
5.	PLAN DE MANTENIMIENTO	85
1.1.	NOCIONES DE MANTENIMIENTO.....	85

Índice

1.2. OBJETIVOS.....	85
1.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO	86
1.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	86
1.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	91
1.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO O DE DETECCIÓN PRECOZ	137
1.4. MANTENIMIENTO BASADO EN EL RIESGO	142
VI. CONCLUSIONES	147
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	151
ANEXOS	155
I. MANUAL WÄRTSILÄ 38, DATOS PRINCIPALES SOBRE LOS MOTORES PRINCIPALES.....	155
II. MANUAL WÄRTSILÄ 38, INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE LAS CAMISAS DE LOS MOTORES PRINCIPALES	163
III. MANUAL WÄRTSILÄ 38, INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE EL CIGÜEÑAL, BIELAS Y PISTÓN DE LOS MOTORES PRINCIPALES.....	171
IV. MANUAL WÄRTSILÄ 38, INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE CULATAS CON VÁLVULAS DE LOS MOTORES PRINCIPALES	203

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	37
Ilustración 2	38
Ilustración 3	39
Ilustración 4	61
Ilustración 5	81
Ilustración 6	88
Ilustración 7	88
Ilustración 8	88
Ilustración 9	88
Ilustración 10.....	89
Ilustración 11.....	89
Ilustración 12.....	89
Ilustración 13.....	89
Ilustración 14.....	90
Ilustración 15.....	100
Ilustración 16.....	101
Ilustración 17.....	101
Ilustración 18.....	102
Ilustración 19.....	107
Ilustración 20.....	107
Ilustración 21.....	107
Ilustración 22.....	107

Índice

Ilustración 23.....	108
Ilustración 24.....	109
Ilustración 25.....	109
Ilustración 26.....	109
Ilustración 27.....	110
Ilustración 28.....	110
Ilustración 29.....	110
Ilustración 30.....	110
Ilustración 31.....	110
Ilustración 32.....	110
Ilustración 33.....	111
Ilustración 34.....	111
Ilustración 35.....	111
Ilustración 36.....	112
Ilustración 37.....	112
Ilustración 38.....	112
Ilustración 39.....	112
Ilustración 40.....	113
Ilustración 41.....	113
Ilustración 42.....	113
Ilustración 43.....	113
Ilustración 44.....	114
Ilustración 45.....	114

Índice

Ilustración 46.....	114
Ilustración 47.....	115
Ilustración 48.....	116
Ilustración 49.....	116
Ilustración 50.....	117
Ilustración 51.....	117
Ilustración 52.....	117
Ilustración 53.....	117
Ilustración 54.....	118
Ilustración 55.....	118
Ilustración 56.....	118
Ilustración 57.....	118
Ilustración 58.....	119
Ilustración 59.....	119
Ilustración 60.....	119
Ilustración 61.....	120
Ilustración 62.....	120
Ilustración 63.....	120
Ilustración 64.....	120
Ilustración 65.....	120
Ilustración 66.....	121
Ilustración 67.....	121
Ilustración 68.....	121

Índice

Ilustración 69.....	121
Ilustración 70.....	122
Ilustración 71.....	122
Ilustración 72.....	122
Ilustración 73.....	122
Ilustración 74.....	123
Ilustración 75.....	123
Ilustración 76.....	123
Ilustración 77.....	123
Ilustración 78.....	124
Ilustración 79.....	124
Ilustración 80.....	124
Ilustración 81.....	125
Ilustración 82.....	125
Ilustración 83.....	126
Ilustración 84.....	126
Ilustración 85.....	126
Ilustración 86.....	127
Ilustración 87.....	127
Ilustración 88.....	127
Ilustración 89.....	128
Ilustración 90.....	128
Ilustración 91.....	128

Índice

Ilustración 92.....	128
Ilustración 93.....	128
Ilustración 94.....	129
Ilustración 95.....	129
Ilustración 96.....	129
Ilustración 97.....	129
Ilustración 98.....	129
Ilustración 99.....	130
Ilustración 100.....	130
Ilustración 101.....	130
Ilustración 102.....	131
Ilustración 103.....	131
Ilustración 104.....	131
Ilustración 105.....	131
Ilustración 106.....	132
Ilustración 107.....	132
Ilustración 108.....	132
Ilustración 109.....	132
Ilustración 110.....	133
Ilustración 111.....	133
Ilustración 112.....	133
Ilustración 113.....	133
Ilustración 114.....	134

Índice

Ilustración 115.....	134
Ilustración 116.....	134
Ilustración 117.....	135
Ilustración 118.....	135
Ilustración 119.....	135
Ilustración 120.....	135
Ilustración 121.....	135
Ilustración 122.....	135
Ilustración 123.....	136
Ilustración 124.....	136
Ilustración 125.....	138
Ilustración 126.....	138
Ilustración 127.....	139
Ilustración 128.....	139
Ilustración 129.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	78
Tabla 2	81
Tabla 3	83
Tabla 4	84
Tabla 5	92
Tabla 6	93
Tabla 7	95
Tabla 8	96
Tabla 9	97
Tabla 10	99
Tabla 11	100
Tabla 12	101
Tabla 13	103
Tabla 14	115
Tabla 15	125
Tabla 16	141
Tabla 17	142

I. Introducción

I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo pretendo hacer una introducción de como se ha elaborado el trabajo fin de grado haciendo mención a los diferentes capítulos y un breve resumen de cada uno de ellos.

El tema del trabajo fin de grado elegido trata sobre la gestión de la seguridad operacional del buque aplicada por el departamento de máquinas en sus funciones diarias y cómo influye éste sobre el plan de mantenimiento.

Partimos en el capítulo dos titulado "Objetivos". En él se habla de los objetivos propuestos para la realización del proyecto. El objetivo principal es estudiar cómo se trabaja en la sala de máquinas bajo un sistema de gestión de la seguridad operacional del buque y conocer las principales legislaciones e instituciones encargadas de regularizar, verificar y certificar que tanto el estado de los equipos de la sala de máquinas como el de todo el buque, están en buen estado y se cumple con todos los requisitos exigidos para la operación normal del buque.

En el tercer capítulo titulado "Revisión y Antecedentes" se habla de las principales normativas que regulan los planes de mantenimiento y la gestión operacional del buque, del marco de prevención de riesgos laborales, de la gestión de la seguridad operacional del buque y de los planes de mantenimiento que hacen posible operar el buque de forma segura y bajo los requisitos exigidos por las legislaciones vigentes.

En el cuarto capítulo titulado "Material y Metodología" trata sobre el procedimiento llevado a cabo para la recolección de la información necesaria para la conclusión del trabajo.

En el quinto capítulo se recoge los resultados del estudio aportando datos y aplicaciones prácticas destinadas al tema de estudio.

El capítulo número seis titulado "Conclusiones" se habla de las diferentes conclusiones que se han alcanzado en la elaboración del presente trabajo fin de grado.

En el capítulo número siete se muestra la bibliografía utilizada para la elaboración de este trabajo.

II. Objetivos

II. OBJETIVOS

A continuación expongo los objetivos que me he planteado realizar en este trabajo fin de grado.

Introducir al lector en la metodología de la gestión de la seguridad operacional del buque a la que se enfrenta un oficial de máquinas.



Exponer los tipos de mantenimiento que se realizan en el buque y como influye los diferentes convenios e instituciones sobre estos planes de mantenimiento.



Mostrar una visión general de las funciones y responsabilidades a las que un oficial de máquinas está expuesto y cómo ha de enfrentarse a ellas siguiendo las instrucciones del S.G.S.



Conocer que es el S.G.S.

III. Revisión y antecedentes

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

Comienzo esta indagación en el campo de las normativas que regulan los planes de mantenimiento y la gestión de la seguridad operacional de los buques.

1. **NORMATIVA QUE REGULA LOS PLANES DE MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DEL BUQUE**

1.1. **CONVENIOS INTERNACIONALES**

La Organización Marítima Internacional (OMI, en inglés IMO) es un organismo especializado de las Naciones Unidas que promueve la cooperación entre Estados y la industria de transporte para mejorar la seguridad marítima y para prevenir la contaminación marina. Su sede se encuentra en Londres, Reino Unido. [1]

Sus primeras reuniones datan de 1959. Originalmente tenía carácter consultivo, por lo que se la conocía como OCMI (Organización Consultiva Marítima Internacional) o IMCO por su siglas en inglés y sus recomendaciones eran de carácter optativo. [1]

La organización fue creada por el Convenio de 6 de marzo de 1948 constitutivo de la Organización Marítima Internacional. Las disposiciones de los Convenios son de cumplimiento obligatorio de los Estados que formen parte de cada uno de ellos y éstos a su vez si lo desean les llega el compromiso de hacer efectiva esas disposiciones a bordo de los buques que tengan derecho a enarbolar su pabellón. [1]

Cada Convenio tiene un ámbito de aplicación específico y si bien en grandes rasgos puede afirmarse que se aplica a los buques dedicados al tráfico internacional esto no es así en todos los casos. [1]

Los principales convenios y otros instrumentos jurídicos los nombramos a continuación:

- **STCW 78/95**

Convenio Internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar, 1978, en su forma modificada por el Protocolo de 1995.

Establece las prescripciones relativas a la formación y a la organización de las guardias a bordo. [1]

De su aplicación se desprende una serie de exigencias de capacitación para los tripulantes de todos los buques mercantes, obligatoria en el ámbito nacional e internacional. [1]

El convenio STCW 78/95 incluye 8 capítulos:

Destacar los capítulos III. y VIII.

Capítulo I – Disposiciones Generales.

Capítulo II – El capitán y la sección de puente .

Capítulo III – Sección de máquinas.

Capítulo IV – Servicio y personal de radiocomunicaciones.

Capítulo V – Requisitos especiales de formación para el personal de determinados tipo de buques.

Capítulo VI – Funciones de emergencia, seguridad en el trabajo, atención médica y supervivencia.

Capítulo VII – Titulaciones alternativas.

Capítulo VIII – Guardias.

- **SOLAS 74/88**

Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma modificada por el Protocolo de 1988. [1]

El objetivo principal del Convenio SOLAS es especificar normas de construcción, equipamiento y explotación de buques para garantizar su seguridad y la de las personas embarcadas. Los Estados de abanderamiento que hayan adoptado el SOLAS son responsables de garantizar que los buques bajo su pabellón cumplan con sus prescripciones, mediante los oportunos reconocimientos y emisión de los certificados establecidos en el Convenio como prueba de dicho cumplimiento. Las disposiciones de control también permiten a los gobiernos contratantes a inspeccionar los buques de otros Estados contratantes si hay motivos fundados para creer que el buque y su equipo no cumplen sustancialmente con los requisitos de la Convención, este procedimiento se conoce con el nombre de Estado Rector del Puerto. [1]

El convenio SOLAS incluye artículos que establecen las obligaciones generales, el procedimiento de enmienda y un anexo estructurado en 12 capítulos:

Destacar el capítulo IX.

Capítulo I – Disposiciones Generales

Capítulo II-1 Construcción – Estructura, compartimiento y estabilidad, instalaciones de maquinas e instalaciones eléctricas.

Capítulo II-2 – Construcción-prevención, detección y extinción de incendios

Capítulo III – Dispositivos y medios de salvamento

Capítulo IV – Radiocomunicaciones

Capítulo V – Seguridad de la Navegación

Capítulo VI – Transporte de Cargas

Capítulo VII – El transporte de mercancías peligrosas

Capítulo VIII – Los Buques Nucleares

Capítulo IX – Gestión de la seguridad operacional de los buques

Capítulo X – Medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad

Capítulo XI-1 – Medidas especiales para incrementar la seguridad marítima

Capítulo XI-2 – Medidas especiales para incrementar la protección marítima

Capítulo XII – Medidas de seguridad adicionales aplicables a los graneleros

- **MARPOL 73/78**

Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, en su forma modificada por el Protocolo de 1978. [1]

Se aprobó inicialmente en 1973, pero nunca entró en vigor. La matriz principal de la versión actual es la modificación mediante el Protocolo de 1978 y ha sido modificada desde entonces por numerosas correcciones. Entró en vigor el 2 de octubre de 1983. Actualmente 119 países lo han ratificado. [1]

Su objetivo es preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la minimización de las posibles descargas accidentales. [1]

1.2. Sociedades de Clasificación

En la Industria Naval, las Sociedades de Clasificación son organizaciones no gubernamentales o grupos de profesionales que desarrollan normativas que afectan al casco, la maquinaria y a los equipos de los buques, con el objetivo de promover la seguridad de vidas humanas y bienes (buques y plataformas offshore) así como la protección del entorno natural marino. Esto se consigue gracias al desarrollo de las Reglas de Clasificación, la confirmación de que el diseño de los buques cumple con dichas reglas, la inspección de los buques durante el periodo de construcción y las

Revisión y antecedentes

inspecciones periódicas para confirmar que los buques continúan cumpliendo dichas reglas.

Los buques o estructuras marinas se clasifican de acuerdo a su estado y a su diseño. Las Reglas de Clasificación se diseñan para asegurar un nivel óptimo de estabilidad, seguridad, impacto ambiental, etc. [2]

Las Sociedades de Clasificación emplean inspectores de buques, inspectores de equipos marinos, técnicos eléctricos e ingenieros o arquitectos navales, normalmente localizados en puertos alrededor del mundo. En particular, las Sociedades de Clasificación pueden estar autorizadas para inspeccionar buques y otras estructuras marinas y emitir certificados en nombre del Estado bajo cuya bandera estén registrados los buques. La clasificación de un buque se basa en el entendimiento de que “el buque es cargado, operado y mantenido de una manera adecuada por una cualificada y competente tripulación o personal que lo opera”. [2]

Todas las naciones requieren que los buques o estructuras marinas que naveguen bajo su bandera cumplan unos ciertos estándares; en la mayoría de los casos estos estándares se cumplen si el buque tiene el certificado de cumplimiento de un miembro de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) u otra Sociedad de Clasificación aprobada. [2]

La Clasificación consiste en el otorgamiento de una categoría (*Clase*), mediante el correspondiente Certificado que garantiza que el buque ha sido construido y está siendo mantenido de una forma segura para el servicio al que ha de dedicarse. [2]

El papel de las Sociedades de Clasificación se puede resumir en los siguientes puntos:

- Determinar las reglas de construcción y de las instalaciones de los buques para asegurar la buena navegabilidad y la protección del pasaje y la carga.
- Determinar el estado de los buques construidos.
- Llevar a cabo inspecciones en astilleros de construcción y reparación.

- Asesorar a los armadores y aseguradoras sobre el estado de los buques.

1.3. Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS)

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), con sede en Londres, representa a las diez Sociedades de Clasificación más importantes del mundo. IACS se fundó inicialmente con las siete sociedades líderes en 1968. [2]

Actualmente sus miembros son:

- Lloyd's Register (LR)
- American Bureau of Shipping (ABS)
- Det Norske Veritas (DNV)
- Bureau Veritas (BV)
- China Classification Society (CCS)
- Germanischer Lloyd's (GL), Korean Register of Shipping (KR)
- Nippon Kaiji Sangokai (NK)
- Registro Italiano Navale (R.I.N.A.)
- Russian Maritime Register of Shipping (RS).

IACS es un órgano consultivo de la Organización Marítima Internacional (OMI), que depende de la ONU, y permanece como la única organización no gubernamental con título de observador que está autorizada a desarrollar y aplicar reglas. [2]

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), define así la clasificación:

“La clasificación de un buque comprende, como mínimo, el desarrollo y ejecución de las reglas y/o reglamentos relativos a:

1- La solidez estructural (y la estanqueidad integral, en su caso) de las partes esenciales del casco y sus apéndices.

2- La seguridad y fiabilidad de los sistemas de propulsión y gobierno, y de aquellos otros componentes y sistemas auxiliares de que van equipados los buques para el servicio al que pretenda dedicarlos su armador.

Actualmente existen más de 50 organizaciones de clasificación marítima en el mundo, siendo las tres principales la británica **Lloyd's Register**, la noruega **Det Norske Veritas** y la estadounidense **American Bureau of Shipping**. [2]

1.4. Obligatoriedad de la clasificación

La Clase que se otorga a un buque ofrece una garantía de seguridad y calidad, ya que, a través de una organización externa (las Sociedades de Clasificación), se ha pasado satisfactoriamente por un seguido de pruebas exhaustivas ya sea en el proceso de construcción como durante su vida útil. [2]

Sorprendentemente, la obtención de un certificado de clasificación no es de carácter obligatorio. Este hecho no quiere decir que los buques no deban pasar por unas inspecciones obligatorias establecidas por los Estados, pero se deja a elección del armador la opción de obtener una Clase. Para entender esta situación, hay que enmarcarla dentro del contexto histórico. [2]

Las Sociedades de Clasificación aparecieron de la necesidad de los armadores para poder demostrar que su navío era viable, y por otro lado, para que los aseguradores conocieran el estado del buque que estaban asegurando. Para ello las sociedades asignaban un código al navío, que más tarde sería conocido como Clase. Aunque al principio los requisitos y normas eran más bien simples, estas fueron haciéndose más estrictas, llegando a tal punto que las Sociedades de Clasificación eran los únicos organismos capaces de evaluar la construcción y mantenimiento de un buque. [2]

Cabe recalcar que hasta ahora solo hablamos de sociedades privadas sin ningún vínculo con los Estados. Estos, más adelante, al tomar conciencia de la

necesidad de una regulación en cuanto a seguridad marítima, establecerían unos estándares que deben cumplir todos los buques inscritos bajo la bandera del Estado. Aún y así, la evaluación exhaustiva del buque en términos de calidad y seguridad ha recaído en las Sociedades de Clasificación. [2]

Puede ser que el armador no tenga la obligación de clasificar su buque, pero la clasificación de buques por parte de Sociedades de Clasificación debidamente reconocidas por el estado contribuye de manera significativa a mejorar la seguridad de las embarcaciones y resulta una herramienta muy útil por todas las partes involucradas. En primer lugar, las Sociedades de Clasificación asisten a la Autoridad Marítima en su función de fiscalización aportando de forma regular una evaluación profesional experimentada e imparcial, lo que contribuye a preservar el valor supremo de la seguridad de la vida humana en la mar y la preservación del medio ambiente. [2]

La clasificación beneficia también a los armadores, propietarios, compañías de seguros, trabajadores, etc. al implicar una sana prevención en materia de seguridad y preservación patrimonial. Por otro lado, también implica una revalorización y reconocimiento del trabajo de ingenieros y técnicos debidamente matriculados al país, que son los únicos habilitados legalmente para el ejercicio de su profesión conforme al marco regulatorio que les resulta aplicable, defendiendo así el trabajo de los profesionales locales frente a la incursión de profesionales extranjeros no registrados ni domiciliados en el País. [2]

1.5. Mantenimiento de la clasificación durante la vida del buque

Una vez conseguida la clasificación, los buques son sujetos a inspecciones durante su vida útil para continuar en Clase. Estas inspecciones incluyen:

- Renovación de Clase (CLASS RENEWAL OR SPECIAL SURVEY)
- Inspecciones intermedias (INTERMEDIATE SURVEY)
- Inspecciones anuales (ANNUAL SURVEY)

Revisión y antecedentes

• Inspecciones de Fondo/Dique del casco (BOTTOM/DOCKING SURVEY OF THE HULL) También se incluyen inspecciones a:

- Ejes de cola
- Calderas
- Maquinaria

Las Normas de inspecciones periódicas para mantener la Clase, están recogida dentro de los acuerdos que lleguen a tomar las sociedades de clasificación con la naviera. [2]

Se deja bien claro que es responsabilidad del propietario que se lleven a cabo todas las inspecciones necesarias para mantener la Clase. Por su parte, se realizará los avisos mediante cartas o impresos trimestrales. Aún así, las Reglas destacan que el hecho de no recibir los avisos no exime al propietario de su responsabilidad de cumplir los requerimientos de la inspección. [2]

Se prevén las situaciones en que la Clase de un buque será suspendida o retirada por el Comité. Estas situaciones pueden ser:

- A petición del propietario, aunque cumpla todos los requisitos para obtener la Clase.
- Cuando no se cumplen los requisitos en lo que respecta a las inspecciones.
- La no realización de la inspección anual o intermedia en el plazo de 3 meses después de la fecha de vencimiento de la inspección.
- Cuando se comprueba que el propietario no ha cumplido con las Reglas citadas en el Reglamento.
- Cuando cualquier embarcación salga con menos francobordo que el aprobado por el comité o cuando las marcas de francobordo más altas que la posición asignada.

- Cuando se compruebe que la embarcación está siendo operada de forma distinta que la establecida por la clasificación.

Aún estando clasificado puede darse que el buque no cumpla con los estándares. Estos tipos de buques son llamados buques Sub-estándar según IMO . [2]

La definición de un buque sub-estándar es:

“Un buque cuyo casco, maquinaria, equipo o seguridad operacional está sustancialmente por debajo de los estándares requeridos por las convenciones relevantes o cuya tripulación no está de acuerdo con el documento de tripulación.” [2]

1.6. El Estado Rector del Puerto y el “París MOU”

El Memorando de Entendimiento de París sobre el Control por el Estado Rector del Puerto es el documento oficial por el que, a día de hoy, veintisiete Autoridades Marítimas acuerdan la implementación de un sistema armonizado de Control por el Estado Rector del Puerto. [3]

El Documento consiste en un texto, incluyendo sus anexos, en el que las Autoridades acuerdan todo lo relativo a:

- Los compromisos que han de mantener y los Convenios internacionales relevantes para el Acuerdo.
- Los procedimientos de inspección y la investigación de los procedimientos operacionales.
- El intercambio de información entre las Autoridades.
- La estructura de la Organización y los procedimientos de enmienda.

En la actualidad, los países firmantes de este acuerdo, es decir, las denominadas "Autoridades" son los siguientes: Bélgica, Bulgaria, Canadá, Croacia, Chipre, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Malta, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumanía,

Revisión y antecedentes

Rusia, Eslovenia, España, Suecia y Reino Unido de Gran Bretaña y Norte de Irlanda.
[3]

Este memorando se encuentra entre los nueve que existen en el mundo; los otros son los siguientes:

Memorando de Entendimiento de Abuja

Memorando de Entendimiento del Mar Negro

Memorando de Entendimiento del Caribe

Memorando de Entendimiento del Océano Índico

Memorando de Entendimiento del Mediterráneo

Memorando de Entendimiento de Riyadh

Memorando de Entendimiento de Tokio para la Región del Pacífico de Asia.

Acuerdo de Viña del Mar de la Región de Latinoamérica.

El Memorando de Entendimiento de París fue firmado inicialmente por catorce países europeos, entrando en vigor el 1 de julio de 1982. [3]

Podría decirse que sus orígenes se remontan a las reclamaciones sociales y políticas que tuvo como consecuencia el desastre originado por el accidente del buque "Amocco Cádiz", en marzo de 1978, tras un fallo del aparato de gobierno, el petrolero encayó frente a la costa francesa, derramando unas 230.000 toneladas de crudo, provocando uno de los mayores desastres medioambientales por contaminación marina. [3]

Aproximadamente, en la misma época en que se producía este desastre, las autoridades marítimas de una serie de países de Europa Occidental, estaban desarrollando el denominado "Memorando de la Haya", que esencialmente, estaba ligado a las condiciones de vida y trabajo a bordo de buques, siguiendo los requerimientos establecidos por la Convención de 1947 de la OIT. [3]

Pero ante las consecuencias de dicho accidente, era necesario el establecimiento de un memorando más exhaustivo y efectivo que el existente, que cubriese aspectos como la seguridad de la vida humana en el mar y la prevención de la contaminación marina, además de las condiciones de vida y trabajo a bordo de los buques "Así veía la luz el" Memorando de Entendimiento de París. [3]

1.7. Referencias Normativas

Las Resoluciones de la Asamblea y de los Comités de la OMI.

Tal y como ya se ha comentado en apartados anteriores, si la influencia de las reclamaciones sociales y políticas a raíz de diversos accidentes marítimos, que ocuparon un lugar destacado en la historia de la marina mercante, tuvo mucho que ver en la aparición del Memorando, no menos importante fue la influencia ejercida a través de las recomendaciones efectuadas por la Organización Marítima Internacional a la hora de unificar criterios para ejercer la supervisión, que queda regulada en los diferentes Convenios Internacionales, sobre los buques extranjeros cuando se encuentran en puertos de otros Gobiernos Contratantes, es decir, sobre el Control por el Estado Rector del Puerto. [3]

En relación a esto último, es de destacar la Resolución 787(19) de la Asamblea de la OMI (Resol.A.787 (19)), sobre Procedimientos para la supervisión por el Estado rector del puerto, enmendada por la Resolución A.882 (21) **La Resolución A.787(19) enmendada por la Resolución A.882(21). “Procedimientos para la Supervisión por el Estado rector del puerto”**. [3]

Considerando las recomendaciones de sus Comités de Seguridad Marítima y de Protección de Medio Marino, la Asamblea de la OMI unificó en el año 1995 las resoluciones hasta entonces existentes que estaban orientadas a marcar los procedimientos adecuados en la realización de las inspecciones del Estado Rector del Puerto, adoptando, en el año 1999 una enmienda a dichos procedimientos. [3]

El propósito de la referida Resolución, aprobada el 23 de noviembre de 1995 por la Asamblea de la OMI, y enmendada por la Resolución A.882(21), de 25 de noviembre, era proporcionar una orientación básica para la realización de las

Revisión y antecedentes

inspecciones por funcionarios del Estado rector del puerto, con el fin de garantizar la uniformidad en la realización de dichas inspecciones en todo el mundo y armonizar los criterios para tomar las decisiones pertinentes en relación con las deficiencias de un buque, su equipo y su tripulación, así como la aplicación de los procedimientos de supervisión; por su parte, a través de las enmiendas introducidas por la Resolución A.882(21), se incluyeron, entre otros cambios, directrices adicionales sobre la supervisión por el Estado rector del puerto relacionadas con el Código IGS y en virtud del convenio Internacional sobre Arqueo de buques, 1969, las disposiciones sobre la suspensión de la inspección, los procedimientos para la rectificación de deficiencias y el levantamiento de la detención, la actualización de los modelos de notificación y la lista de certificados y documentos que hay que verificar. [3]

Los procedimientos establecidos en esta norma se aplican a los buques regidos por las disposiciones de los Convenios Internacionales en vigor, siendo importante considerar en todo momento que aquellos buques de Estados que no sean parte de los referidos Instrumentos internacionales, o por cuyas dimensiones no les sean de aplicación, no recibirán un trato más favorable, tal y como queda establecido entre las reglas de los propios convenios; en estos casos, los procedimientos establecidos en la Resolución A.787(19) se aplicarían igualmente, con la finalidad de asegurar un nivel equivalente de seguridad y protección del medio marino. [3]

Respecto a esto último, hay que considerar que la supervisión por el Estado rector del puerto se fundamenta en el principio de que el Estado rector reconoce los certificados internacionales expedidos por el Estado de abanderamiento o en su nombre; como se comprenderá, este reconocimiento es un privilegio que se extiende sólo a las Partes en convenios. [3]

Esto implica que los Estados que no son Parte de los mismos, no pueden expedir tales certificados, pero sí pueden expedir o autorizar que se expida un certificado de cumplimiento de las disposiciones de los Instrumentos Internacionales, hecho que podrán tener en cuenta los PSCO al encontrarse proceder a inspeccionar este tipo de buques. Sin embargo, en el caso de los buques por cuyas dimensiones

no les sean de aplicación las citadas normas, será de ayuda para los PSCO el contenido de los certificados nacionales con los que cuenten dichos buques. [3]

1.8. Aspectos generales sobre las inspecciones por el Estado Rector del Puerto.

De acuerdo con lo que establecen los Convenios internacionales, los Estados que sean parte de dichos convenios pueden inspeccionar los buques extranjeros que arriben a sus puertos; dicha supervisión, que incluye la subida a bordo, la inspección, las medidas correctivas y la posible detención, se hará únicamente por funcionarios debidamente autorizados por el Estado rector del puerto. [3]

Para autorizar a los inspectores que deban realizar las funciones de supervisión por el Estado rector del puerto éstos deberán reunir una serie de requisitos mínimos en cuanto a titulación académica, experiencia en el sector y formación, que serán determinados por las correspondientes Administraciones Marítimas de cada Estado, teniendo en cuenta los instrumentos aprobados internacionalmente que sean pertinentes para la supervisión por el Estado rector del puerto. [3]

Las inspecciones a buques extranjeros pueden iniciarse por los siguientes motivos:

- A iniciativa del Estado Rector.
- A petición de otro Estado o porque se tenga información sobre un buque facilitada por eso otro Estado.
- Porque se tenga información sobre un buque facilitada por terceras partes (tripulación del buque, un particular, etc.) interesadas en la seguridad del buque y de su tripulación y pasajeros o en la protección del medio marino.

El inspector deberá tener siempre presente que, tal y como prescriben los diferentes instrumentos internacionales, durante la realización de las inspecciones se hará todo lo posible para evitar que el buque sea detenido o demorado indebidamente, por las causas que legalmente se puedan derivar de tales acciones. Además, siempre que la inspección se haya iniciado como resultado de un informe o

queja, especialmente si proviene de algún tripulante, no se revelará la fuente de información. [3]

1.9. Inspección de los espacios de máquinas:

Aunque, por regla general, no es posible determinar el estado de las máquinas sin realizar pruebas de funcionamiento de las mismas, la existencia de deficiencias de carácter general sí pueden justificar que el inspector inspeccione el diario de máquinas y que lleve a cabo una investigación del registro de fallos y anomalías de las máquinas, así como pedir que se realicen pruebas de funcionamiento de las mismas. [3]

Por tanto, al supervisar los espacios de máquinas el inspector deberá observar aspectos tales como el estado de los cables de las válvulas de cierre rápido; la existencia de los volantes de las respectivas válvulas y su estado; que no existen indicios de fugas de aceite, combustible u otros elementos en motores, bombas o calderas; el estado general de las sentinas y de las tapas de tanques; manómetros en funcionamiento; equipos automáticos y sistemas de alarma en correcto funcionamiento; que los polines de las máquinas no presentan gran corrosión; que los dispositivos de seguridad y mando funcionan; el estado de los indicadores de nivel de agua; el estado general de limpieza de los espacios de máquinas; etc. [3]

En definitiva, el inspector debe cerciorarse de que las instalaciones de máquinas y eléctricas presentan un estado tal, que el suministro continuo de potencia suficiente para la propulsión y los servicios auxiliares quede garantizado. En base a los resultados obtenidos durante la inspección, el inspector deberá emitir su juicio sobre si el buque realmente se puede considerar deficiente o no, lo que, en gran medida, dependerá de su criterio profesional. [3]

Otras inspecciones a realizar por el estado rector del puerto son las siguiente:

- Inspección de los dispositivos de salvamento
- Inspección de los dispositivos de seguridad contra incendios

No entraremos en detalles en el mantenimiento e inspección de estos dispositivos , no por ser más o menos importante sino porque el presente proyecto se sustenta en las competencias que recaen con mayor peso al departamento de máquinas. [3]

1.10. Directrices para las prescripciones sobre descargas de los Anexos I y II del MARPOL 73/78.

El Convenio internacional MARPOL 73/78, en sus reglas 9 y 10 del Anexo I y regla 5 del Anexo II, prohíbe la descarga en el mar de hidrocarburos y sustancias nocivas líquidas, respectivamente, salvo en los casos y con las condiciones que se regulan específicamente. Igualmente, queda establecido que siempre que se haya producido una supuesta trasgresión a dichas normas, los Estados Parte de dicho convenio colaborarán en toda gestión que conduzca a la detección de las infracciones y al cumplimiento de las disposiciones del Convenio; por tanto, tanto el Estado de abanderamiento de los supuestos buques infractores, como los Estados ribereños afectados y, en su caso, el Estado rector del puerto tienen la obligación de investigar lo sucedido, prestando la máxima colaboración entre todos ellos para esclarecer los hechos y llegar a la conclusión de si se trata realmente de una trasgresión a las normas relativas a descargas o no. [3]

Sin embargo, aun no tratándose de una trasgresión a las normas, pudiera ser necesario que el Estado rector del puerto tomase las medidas oportunas hasta asegurarse de que el buque puede hacerse a la mar sin que represente un peligro para la vida humana en la mar, la navegación o el medio ambiente marino. [3]

1.11. Hidrocarburos y mezclas oleosas procedentes de las cámaras de máquinas:

El inspector podrá comprobar el cumplimiento de las prescripciones establecidas en el Anexo I del Convenio Internacional MARPOL 73/78, para lo que tendrá en cuenta aspectos como la cantidad de residuos oleosos producidos a bordo, la capacidad de retención de los tanques de fangos y de aguas de sentina y la capacidad del equipo separador de agua e hidrocarburos (si no cuenta con una exención al respecto). [3]

Por tanto, será necesario inspeccionar las anotaciones efectuadas en el Libro registro de hidrocarburos, tomando nota de si se han utilizado las instalaciones receptoras habilitadas en los puertos y de si existe cualquier supuesta deficiencia de las mismas. El inspector podrá determinar la cantidad de residuos que se generarán hasta el próximo puerto y si la capacidad sobrante de retención del tanque de fangos es suficiente para la cantidad que se prevé que se generará en ese viaje. [3]

En caso de contar con una exención relativa al equipo separador de agua e hidrocarburos, se comprobará que los residuos generados se mantienen a bordo (en tanques de suficiente capacidad) hasta su descarga en una instalación receptora. Así mismo, podrá comprobar si los tripulantes están familiarizados con la manipulación de fangos y aguas de sentinas. [3]

1.12. Directrices relativas a la supervisión por el Estado rector del puerto en relación con el Código IGS.

En relación a las inspecciones relativas al Código de Gestión de la Seguridad del buque, el inspector tendrá que examinar la copia del Documento de Cumplimiento expedido a la compañía a la que pertenece el buque y el Certificado de gestión de la seguridad expedido al buque, teniendo en cuenta que, el certificado expedido al buque no será válido sin que exista un documento de cumplimiento de la compañía; será imprescindible comprobar que los detalles que figuran en el documento de cumplimiento son los mismos que los del certificado de gestión de seguridad del buque, teniendo presente los siguientes aspectos:

Las diferencias que puedan existir entre la definición de "granelero" que aparece en los "certificados de clase" según lo defina cada sociedad de clasificación de buques y la interpretación que se da a ese término en los convenios internacionales. [3]

Que es normal encontrar certificados de gestión de la seguridad y documentos de cumplimientos provisionales, de duración máxima de cinco meses,

para cubrir el tiempo que pueda transcurrir desde la finalización de la auditoría hasta que la Administración o la Organización reconocida expida el certificado definitivo. [3]

Que lo frecuente es encontrar a bordo una copia del Documento de Cumplimiento, ya que el original debe tenerlo la compañía, por lo que puede que esa copia no contenga los refrendos correspondientes. [3]

Si el inspector encuentra motivos fundados deberá realizar una inspección más detallada sobre el Sistema de Gestión de la Seguridad, debiendo registrar las deficiencias encontradas en el correspondiente informe de inspección, procediendo a notificarlo, si es necesario, al Estado de abanderamiento. [3]

En este caso, se puede considerar que son "motivos fundados" la inexistencia de la certificación que prescribe el Código IGS o la inexactitud de la misma. En caso de encontrarse deficiencias graves, éstas deberán corregirse antes de que el buque se haga a la mar. [3]

2. MARCO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

El marco de prevención de riesgos laborales se adaptará a la legislación vigente incluyendo las siguientes aspectos mínimos:

- Identificación de la empresa, estructura organizativa y organización de la producción y de la prevención.
- Funciones y responsabilidades: Descripción documentada de como se integra la prevención de riesgos laborales en el sistema de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los distintos niveles jerárquicos.
- Política preventiva de la empresa firmada por su máximo responsable y con difusión total en todos los centros de trabajo.
- Descripción de las distintas sistemáticas con que se articula el cumplimiento de los requisitos establecidos en la normativa preventiva (o bien la recopilación y enumeración de los procedimientos y normas

Revisión y antecedentes

que desarrollan dichas sistemáticas). es decir, qué, quién, cómo y cuándo efectúa:

- ✓ Identificación de peligros y evaluación de riesgos y sus revisiones.
- ✓ Planificación de actividad preventiva de la empresa: Realización y seguimiento.
- ✓ Metodología y gestión de formación e información de los trabajadores.
- ✓ Preparación ante las posibles emergencias que pudieran surgir eventualmente.
- ✓ Realización de inspecciones y controles periódicos.
- ✓ Gestión y entrega de EPI.
- ✓ Realizaciones de auditorías internas por el servicio de prevención.
- ✓ Coordinación de actividades con empresas de trabajo temporal y empresas contratistas que tengan trabajadores presentes en las instalaciones.
- ✓ Notificación, registro e investigación de accidentes.
- ✓ Control de las sustancias peligrosas

La articulación de todas estas sistemáticas que permiten al cumplimiento de la normativa preventiva queda desarrollada en los procedimientos y registros que se desarrollan en un plan de prevención de riesgos laborales.

Todos los procedimientos descritos en cada uno de los capítulos del plan establecerán los responsables de realizar las acciones oportunas necesarias para que el sistema sea eficiente y suficientemente integrado en cuanto a la distribución

de las funciones y responsabilidades en todo el escalafón de la estructura jerárquica d la empresa.

Asimismo, todos estos procedimientos vendrán acompañados de sus correspondientes registros, asó como de la normalización de la ubicación de los mismos.

Para el caso específico de los buques, el cumplimiento con los requisitos legales se realiza mediante la elaboración e implantación del **SGS** que se completará con los procedimiento necesarios en su caso.

El plan de prevención de riesgos laborales se ha de elaborar atendiendo a lo establecido en el artículo 16.1 de la Ley 3171995, de Prevención de riesgos Laborales tras la modificación introducida en la misma en virtud de la ley 54/2003, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, así como el art. 2.2 del R.D. 39/1997, reglamento de los servicios de Prevención modificado por el R.D. 604/2006.

En base a la nueva normativa que introduce la Ley **54/2003** y el **R.D. 604/2006** la empresa ha de desarrollar un documento marco, donde se describan los procedimiento.

La estructura organizativa aplicará las medidas que integran el deber general de prevención de arreglo a los principios recogidos en la política preventiva de la compañía. Destacar el departamento de mantenimiento y reparación.

Departamentos que se incluyen:

- Alta dirección.
- Dirección de área.
- Dirección de puertos.
- Dirección de recursos humanos y organización.
- Departamento de Mantenimiento y Reparaciones.

Revisión y antecedentes

Entre sus funciones se encuentran:

- Realizar labores de mantenimiento y reparación de las instalaciones y equipos de los buques y talleres propios.
 - Seguimiento y control de las acciones correctoras y preventivas de las anomalías detectadas en estas instalaciones.
 - La gestión del presupuesto de adquisición de los equipos de protección individual
 - La coordinación de actividades empresariales, según el procedimiento específico.
 - La coordinación de actividades empresariales, según el procedimiento específico.
 - Cumplir los procedimientos de aplicación.
-
- Departamento de servicios generales.
 - Departamento de formación.
 - Departamento de compras.
 - Responsable de centro de trabajo.
 - Trabajadores.
 - Delegados de prevención.
 - Comité de seguridad y salud.
 - Comité inter centros de seguridad y salud (Flota y Tierra).

3. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DE LOS BUQUES

Lo referido a la gestión de la seguridad operacional de los buques se contempla en el capítulo IX del SOLAS y en su respectivo código IGS (Código Internacional de gestión de la seguridad) y NGS (Código Nacional de gestión de la seguridad).

Conforme a lo dispuesto en este convenio y código, toda compañía debe implantar un sistema de gestión de la seguridad (SGS)". Un sistema estructurado y basado en documentos, que permita al personal de la compañía implantar de forma eficaz las políticas de seguridad y protección medioambiental. [4]

1.1. OBJETIVOS

Objetivos del Código NGS:

- Optimizar la seguridad en el mar.
- Prevenir heridas o muerte a los seres humanos.
- Evitar daños al medio ambiente marino y a la propiedad.

Objetivos de cada compañía deben:

- Proponer prácticas seguras en la operación del Buque y ambiente de trabajo seguro.
- Establecer prevenciones contra todos los riesgos identificados.
- Mejorar continuamente la seguridad del personal a bordo y en tierra incluyendo preparación para emergencias dirigidas a seguridad y protección ambiental.

El SGS debe asegurar:

- El cumplimiento de reglas y regulaciones obligatorias (SOLAS, MARPOL)

- Que se tomen en cuenta los códigos aplicables, guías, y estándares recomendados. [4]

1.2. APLICACIÓN

- Los requerimientos de este Código deben ser aplicados a todas las Embarcaciones, excepto las de pesca artesanal y deportivas. [4]

1.3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA UN SGS

Toda compañía debe desarrollar, implementar y mantener un SGS que incluya los siguientes requerimientos funcionales:

- Instrucciones y procedimientos escritos de las maniobras regulares y la rutina en navegación, difundidos para asegurar la operación segura y el cuidado del medio ambiente marino.
- Niveles definidos de autoridad y líneas de comunicación entre la gente de a bordo y tierra.
- Procedimientos claros, documentados y difundidos para respuestas a emergencias.
- Procedimientos para reportar accidentes, incidentes, situaciones riesgosas y no conformidades. [4]

1.4. SGS RESPECTO AL MANTENIMIENTO DEL BUQUE Y DE LOS EQUIPO

- La compañía debe establecer procedimientos para asegurar que el buque es mantenido de conformidad con las reglas y directrices así como con cualquier requerimiento adicional que establezca la misma compañía.
- Para alcanzar estos requerimientos, la compañía debe asegurar que:
 - a- Las inspecciones se realizan a intervalos apropiados.

- b-** Cualquier no conformidad es reportada con su causa posible, si es conocida.
- c-** Se toman acciones correctivas apropiadas.
- d-** Se mantienen registros de estas actividades.
- La compañía debe establecer procedimientos en el sistema de gestión para identificar los sistemas críticos que suelen fallar y causar situaciones peligrosas. El sistema debe contemplar medidas específicas tales como pruebas regulares de equipos apagados o que no están en uso continuo, encaminadas a elevar la Confiabilidad de estos sistemas. [4]

1.5. DOCUMENTACION

- El sistema de gestión de calidad que se implemente debe ser documentado. La compañía debe establecer y mantener procedimientos de controlar toda la documentación e información relativa al sistema de gestión de seguridad.
- Se debe asegurar que:
 - a-** Los documentos válidos están disponibles en todos los sitios necesarios.
 - b-** Cualquier cambio en los documentos sea revisado y aprobado por quien corresponda.
 - c-** Los documentos obsoletos deben retirarse.
- Toda la documentación debe estar incluida en un listado o en el manual que traza el sistema de gestión de seguridad. Debe mantenerse en la forma en que mejor le resulte a la compañía y a bordo de cada buque debe existir la documentación que se necesite. [4]

1.6. EVALUACION Y REVISION POR LA COMPAÑÍA

- La compañía debe evaluar periódicamente la eficiencia del sistema y cuando se necesite, revisar el sistema de acuerdo a los procedimientos establecidos. Las verificaciones o auditorías internas deben estar documentadas en el sistema, incluyendo su periodicidad, procedimientos, protocolos.
- Las personas que hagan las verificaciones deben ser de dependencias o departamentos diferentes al auditado hasta donde sea posible.
- Los resultados de estas verificaciones internas deben ser difundidos y usados para correcciones puntuales en un tiempo prudencial. [4]

1.7. CERTIFICACION Y VERIFICACION PERIODICA

- El buque debe ser operado por una compañía a la que haya sido otorgado el “Documento de Cumplimiento” o un documento provisional.
- El “Documento de Cumplimiento” debe ser otorgado por la administración y tiene una vigencia de 5 años y significa que la compañía está capacitada para cumplir los requerimientos de este código .
- Este documento solamente es válido para los tipos de buque que están explícitamente indicados en él. Esta indicación está basada en los tipos de buques en los que se basó la verificación inicial. Para adicionar otro tipo de buques debe verificarse la capacidad de la compañía para aplicar los requerimientos del código que apliquen a estos buques.
- La validez de un Documento de Cumplimiento está sujeta a verificación anual por la administración.
- Un documento de cumplimiento puede ser retirado o anulado por la administración en caso de que no tenga las verificaciones anuales o haya evidencia de no conformidades mayores con el código. Igualmente se retiraran o anularan todos los certificados de gestión de seguridad y/o certificados provisionales. [4]

- Un documento de cumplimiento puede ser retirado o anulado por la administración en caso de que no tenga las verificaciones anuales o haya evidencia de no conformidades mayores con el código. Igualmente se retiraran o anularan todos los certificados de gestión de seguridad y/o certificados provisionales.
- Para efectos de control en cada buque de la compañía y en poder de su capitán, debe reposar una copia del Documento de Cumplimiento. No se requiere que esté autenticado.
- El Certificado de Gestión de Seguridad debe ser otorgado por la administración a un buque y tiene una vigencia de 5 años. Se entrega después de verificar que la compañía y su gestión abordo está conforme con el sistema de gestión adoptado. Significa que el buque cumple con los requerimientos de este código.
- La validez de este Certificado está sujeta a una verificación intermedia como mínimo durante su vigencia. Puede ser retirado o anulado si hay evidencia de no conformidades mayores o si es retirado o anulado el Documento de Cumplimiento de la compañía.
- Antes del vencimiento del Documento de Cumplimiento o del Certificado de gestión de Seguridad, debe solicitarse a la administración una nueva verificación para renovación de estos documentos. [4]

4. PLAN DE MANTENIMIENTO DEL BUQUE

1.1. OBJETIVOS

- Aumentar la operatividad del buque hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de operatividad preciso.
- Mejorar la fiabilidad de la maquina.

1.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

- Correctivo.
- Preventivo.
- Predictivo ó detección precoz.
- Basado en el riesgo.

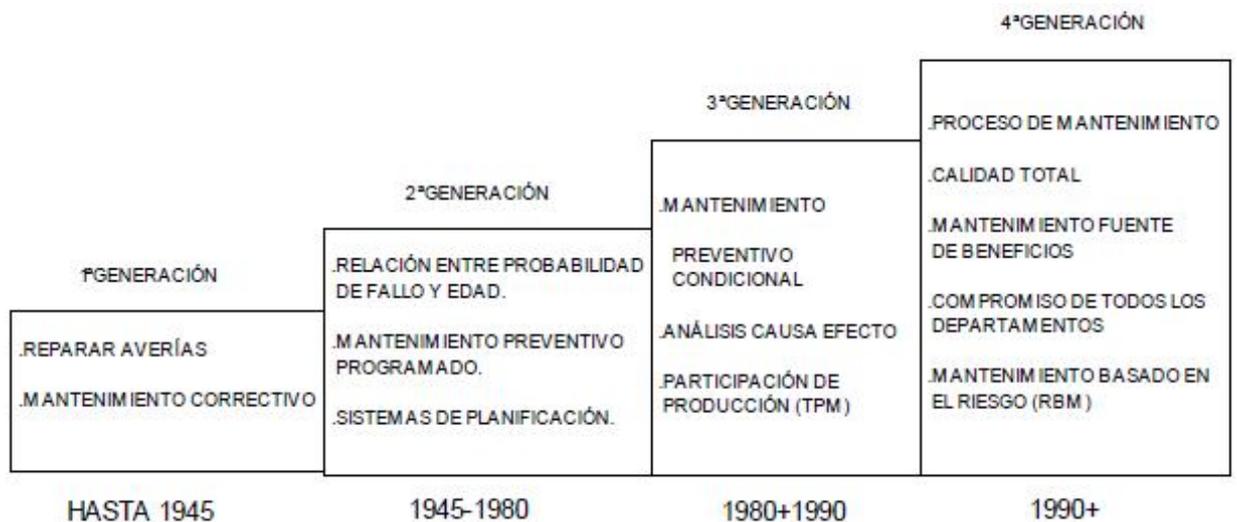


Ilustración 1: Generaciones del mantenimiento
Fuente: Técnicas de mantenimiento industrial [5]

Todo ello supone establecer:

1. Una política de Mantenimiento a aplicar.
2. Tipos de mantenimiento a efectuar.
3. Nivel preventivo a aplicar.
4. Los recursos humanos necesarios y su estructura.
5. El nivel de subcontratación y tipos de trabajos a subcontratar.
6. La política de stocks.

De lo que se deduce la formación polivalente requerida para el técnico de mantenimiento. [5]

1.3. ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Es fundamental la estructuración de los departamentos, la jerarquía de los mismos y la centralización o descentralización de estos.

En los buques hay que puntualizar que la producción o fabricación y el mantenimiento, son independientes, no hay relación entre ellos. En la mayoría de los casos el departamento de mantenimiento se encuentra con una instalación ya prefijada.

En los casos en el que la instalación ya existe y el departamento de mantenimiento no ha tenido participación en el proceso de fabricación, podremos decir que nos encontramos ante un mantenimiento descentralizado. La jerarquía del mismo dependerá de la naviera y de los departamentos que esta quiera tener.

Como mencionamos antes, existe 4 generaciones de mantenimiento todas ellas necesarias para mantener la operatividad y seguridad del buque al mínimo coste.

Mencionar la importancia del mantenimiento preventivo que reflejamos en la siguiente figura. [5]



Ilustración 2: Mantenimiento preventivo
Fuente: Técnicas de mantenimiento industrial[5]

Revisión y antecedentes

- **El Mantenimiento Correctivo**, efectuado después del fallo, para reparar averías.
- **El Mantenimiento Preventivo**, efectuado con intención de reducir la probabilidad de fallo, del que existen dos modalidades.
 - **El Mantenimiento Preventivo Sistemático**, efectuado a intervalos regulares de tiempo, según un programa establecido y teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina y la existencia ó no de reserva.
 - **El Mantenimiento Preventivo Condicional o según condición**, subordinado a un acontecimiento predeterminado.
- **El Mantenimiento Predictivo**, que más que un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas de detección precoz de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo.

En la siguiente figura se representa un diagrama de decisión sobre el tipo de mantenimiento a aplicar, según el caso. [5]

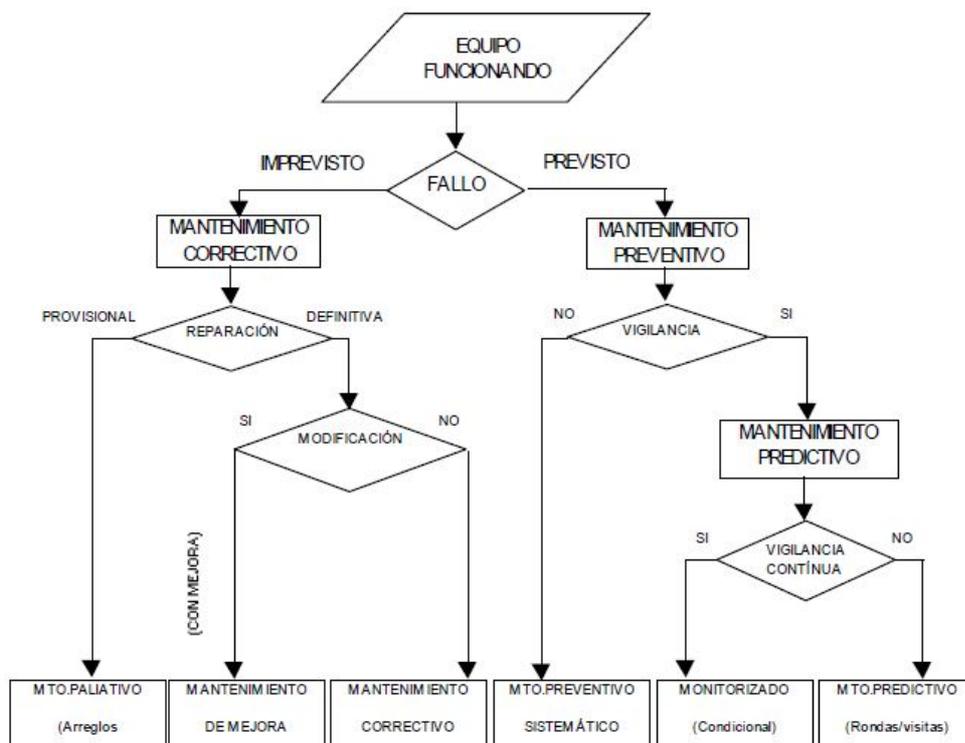


Ilustración 3: Diagrama de decisión sobre el tipo de mantenimiento a aplicar
Fuente: Técnicas de mantenimiento industrial[5]

No entraremos en las ventajas e inconvenientes de cada tipo de mantenimiento, simplemente los nombraremos, para mas adelante identificarlos en un buque tipo.

El mantenimiento está integrado por tres grandes áreas de conocimiento:

- **Gestión**
- **Ejecución del mantenimiento.**
- **Conocimiento y técnicas específicas.**

1.4. GESTIÓN DE LOS EQUIPOS

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. [5]

1.5. INVENTARIO DE EQUIPOS

Aparentemente parece fácil, pero, ¿qué consideramos como un equipo principal y qué como un equipo auxiliar?.

El número de equipos distintos aconseja que se disponga de:

- a)** Un inventario de equipos que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- b)** Un criterio de agrupación por tipos de equipos para clasificar los equipos por familias, función, instalaciones, etc.
- c)** Un criterio de definición de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- d)** La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos así como de sus funciones, cuando sea preciso.

El inventario es un listado codificado del buque a mantener, establecido según una lógica arborescente, que debe estar permanentemente actualizado.

La codificación permite la gestión técnica y económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador. [5]

1.6. DOSSIER-MÁQUINA

También llamado dossier técnico o dossier de mantenimiento. Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.).

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo. [5]

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

a) Documentos comerciales que son los utilizados para su adquisición:

- .Oferta
- .Pedido
- .Bono de Recepción
- .Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.

b) Documentos técnicos suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:

- .Características de la máquina
- .Condiciones de servicio especificadas
- .Lista de repuestos. Intercambiabilidad
- .Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos ...
- .Dimensiones y Tolerancias de ajuste

- .Instrucciones de montaje
- .Instrucciones de funcionamiento
- .Normas de Seguridad
- .Instrucciones de Mantenimiento
- .Engrase
- .Lubricantes
- .Diagnóstico de averías
- .Instrucciones de reparación
- .Inspecciones, revisiones periódicas
- .Lista de útiles específicos
- .Referencias de piezas y repuestos recomendados.

Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento, es exigible legalmente en España (Reglamento de Seguridad en Máquinas).

c) Fichero Interno formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo. Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- .Codificación
- .Condiciones de trabajo reales
- .Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- .Procedimientos de reparación
- .Fichero histórico de la Máquina.

1.7. HISTÓRICO DE LA MÁQUINA

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sean por imperativo legal así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración (Manual de Calidad). [5]

A título de ejemplo:

-Fecha y número de OT(Orden de Trabajo)

-Especialidad

-Tipo de fallo (Normalizar y codificar)

-Número de horas de trabajo. Importe

-Tiempo fuera de servicio

-Datos de la intervención:

.Síntomas

.Defectos encontrados

.Corrección efectuada

.Recomendaciones para evitar su repetición.

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis:

a) Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos, MTBF, etc.

b) Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.

c) Análisis de mejora de métodos: Selección de puntos débiles, análisis AMFE.

d) Análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimo, selección de repuestos a mantener en stock.

e) Análisis de la política de mantenimiento:

- Máquinas con mayor número de averías
- Máquinas con mayor importe de averías
- Tipos de fallos más frecuentes

El análisis de éstos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento (correctivo - preventivo - predictivo) más adecuado a cada máquina. [5]

1.8. RESPETOS TIPO

En cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de recambios cuyo peso económico es, en general, respetable. Distinguiremos tres actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

1. Selección de las piezas a mantener en stock.

La primera cuestión a concretar es establecer las piezas que deben permanecer en stock . Es fundamental establecer una norma donde se especifique la política o criterios para crear stocks de repuestos. [5]

El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad es muy discutible, por su bajo consumo. Como consecuencia de ello se incrementan las necesidades financieras (incremento del inmovilizado), de espacio para almacenarlas y de medios para su conservación y control. Por el contrario, un almacén insuficientemente dotado generará largos periodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos desde que se crea la necesidad hasta que son entregados por el proveedor. [5]

Revisión y antecedentes

Debe establecerse, por tanto, con sumo cuidado los criterios de decisión en función de:

- la criticidad de la máquina.
- el tipo de pieza (si es o no de desgaste seguro, si es posible repararla, etc.).
- las dificultades de aprovisionamiento (si el plazo de entrega es o no corto)

Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

Stock Crítico: piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se le debe dar un tratamiento específico y preferente que evite el riesgo de indisponibilidad.

Stock de Seguridad: Piezas de muy improbable avería pero indispensables mantener en stock, por el tiempo elevado de reaprovisionamiento y grave influencia en la producción en caso de que fuese necesaria para una reparación (v. gr. rotor de turbocompresor de proceso, único).

Piezas de desgaste seguro: constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, etc.).

Materiales genéricos: válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes, etc. que por su elevado consumo interese tener en stock.

2. Fijar el nivel de existencias

A continuación para cada pieza habrá que fijar el número de piezas a mantener en stock. Se tendrá en cuenta para ello en primer lugar el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad, otros) y, a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad).
- Consumo previsto.

- Plazo de reaprovisionamiento

3.Gestión de Stocks

La gestión de stocks de repuestos, como la de cualquier stock de almacén, trata de determinar, en función del consumo, plazo de reaprovisionamiento y riesgo de rotura del stock que estamos dispuestos a permitir, el punto de pedido (cuándo pedir) y el lote económico (cuánto pedir). El objetivo no es más que determinar los niveles de stock a mantener de cada pieza de forma que se minimice el coste de mantenimiento de dicho stock más la pérdida de producción por falta de repuestos disponibles. Se manejan los siguientes conceptos:

- **Lote económico de compra**, que es la cantidad a pedir cada vez para optimizar el coste total de mantenimiento del stock.
- **Frecuencia de pedidos**: Es el número de pedidos que habrá que lanzar al año por el elemento en cuestión.
- **Stock de seguridad**: que es la cantidad adicional a mantener en stock para prevenir el riesgo de falta de existencias, por mayor consumo del previsto o incumplimiento del plazo de entrega por el proveedor.
- **Punto de pedido**: Es el stock de seguridad más el consumo previsto en el plazo de reaprovisionamiento.

La mayor parte de los componentes de una máquina tienen un consumo anual bajo, mientras que unos pocos tienen un consumo tan elevado que absorben la mayor parte del consumo anual global. [5]

1.9. OTROS MATERIALES

No necesariamente se debe mantener stock de todos los repuestos necesarios. Aquellos tipos genéricos (rodamientos, válvulas, manómetros, retenes, juntas, etc.) que sean fáciles adquirir en el mercado se debe evitar. [5]

Como alternativa se puede tener un contrato de compromiso de consumo a precios concertados con un distribuidor(pedido abierto), a cambio del mantenimiento del stock por su parte (depósito).

Otros materiales que normalmente se pueden evitar su permanencia en stock son los consumibles (electrodos, grasas, aceites, herramientas, etc.). La situación específica del mercado local recomendará su adquisición en régimen de tránsito (compra puntual bajo demandas), pedido abierto o establecimiento de un depósito en nuestras instalaciones o en las del proveedor. [5]

1.10. GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Uno de los aspectos más críticos de la Gestión del Mantenimiento es la Gestión de los Recursos Humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio. [5]

Funciones del personal

En términos generales podemos resumir que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.
- Registrar el resultado de su actividad para, mediante su análisis, permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, de la mantenibilidad, productividad,.).

Estas funciones genéricas habrá que traducirlas en tareas concretas a realizar por cada unos de los puestos definidos en el organigrama de mantenimiento. [5]

Número de efectivos

Debe analizarse en cada caso particular. Depende mucho del tipo de instalación pero sobre todo de la política de mantenimiento establecida:

- Tipo de producción, distribución de las instalaciones

- Estado de los equipos, grado de automatización
- Tipo de organización, formación del personal
- Tipo de mantenimiento deseado
- Disponibilidad de medios e instrumentos

Lo que impide plantear el problema cuantitativamente. La preparación y programación de los trabajos es el único instrumento que ayuda a definir los recursos necesarios y las necesidades de personal ajeno, lo que lleva a unos recursos humanos variables con la carga de trabajo. [5]

Número de Supervisores

El jefe de equipo debe manejar entre un mínimo de 8 y un máximo de 20 operarios, influyendo en la asignación los siguientes factores:

- Tipo de especialidad
- Nivel de formación del personal
- Tipos de trabajos (rutina/extraordinarios)
- Distribución geográfica de los trabajos

La supervisión tiene un coste que es justo soportar en la medida que permiten trabajos bien hechos. Un exceso sería despilfarro pero un defecto tendría repercusiones aún peores.

Funciones de línea y de Staff

Debe de establecerse, además del personal DE LÍNEA a que nos hemos referido antes (personal operativo más supervisores) un personal DE "STAFF" que se ocupe de:

- La preparación de trabajos
- Confección de procedimientos de trabajo
- Prever el suministro de materiales y repuestos de stock
- Adjudicación de trabajos a subcontratas
- Establecer el tipo de mantenimiento más adecuado ya que la presión del día a día impide ocuparse al personal de línea de objetivos distintos del inmediato de garantizar la producción.
 - Para que este tipo de organización funcione bien se deben respetar los siguientes principios:
- Separación clara de cometidos de personal de línea y de staff.
- Frecuente intercambio de información entre ambos.
- El personal de línea es responsable técnico y económico de los resultados.
- El personal de staff tiene una función de carácter consultivo.
 - Las funciones habitualmente asignadas al staff son las siguientes:
- Preparación y Programación de trabajos.
- Informes técnicos, estudios y mejoras.

Las funciones del staff son del tipo técnico y administrativa y requieren capacidad técnica-administrativa en mayor grado y directiva en menor grado. [5]

1.11. FORMACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL

La formación es una herramienta clave para mejorar la eficacia del servicio.

Las razones de la anterior afirmación son, en síntesis, las siguientes:

-Evolución de las tecnologías

-Técnicas avanzadas de análisis y diagnóstico

-Escaso conocimiento específico del personal técnico de nuevo ingreso

La formación debe tener un carácter de extensión interdisciplinar y continuidad. Se materializa mediante cursos planeados y un Programa Anual de formación. El adiestramiento o desarrollo de habilidades, por el contrario, tiene fines exclusivamente técnicos y se consigue mediante:

- a) Indicaciones diarias de supervisores o adiestramiento continuo
- b) La influencia que realiza el operario experto sobre su ayudante a través del propio trabajo
- c) Cursos periódicos en escuelas profesionales

En definitiva, mientras el adiestramiento busca fines técnicos exclusivamente, la formación trata de provocar un cambio y de concienciar sobre la existencia de problemas.

Nunca se insistirá suficientemente sobre la importancia y necesidad de disponer de un plan anual de formación, justificado, presupuestado y programado como medio para mejorar la eficiencia y la satisfacción del personal. [5]

1.12. CLIMA LABORAL: EL TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de mantenimiento que enfatiza la importancia de implicar al operario en la fiabilidad de la máquina.

El TPM crea un entorno que estimula esa clase de compromiso. De ahí que incluyamos en un capítulo de gestión de recursos humanos un tema más propio de políticas y estrategias de mantenimiento.

La creciente automatización y el uso de equipos de tecnología avanzada requieren conocimientos que están más allá de la competencia del supervisor o

Revisión y antecedentes

trabajador de mantenimiento medios. Esta situación ha obligado a evolucionar desde una concepción del mantenimiento clásico que se limitaba a reparar o, adicionalmente, a prevenir averías hacia un concepto en que el mantenimiento debe involucrarse en otras tareas como:

- Evaluaciones de la instalación, incluyendo aspectos de fiabilidad, mantenibilidad y operatividad.
- Modificaciones para eliminar problemas crónicos.
- Restauraciones para que la efectividad del equipo se mantenga intacta durante todo su ciclo de vida.

En éste sentido el TPM surge en los años 60 en Japón y se va extendiendo desde entonces por todo el mundo no sólo en la industria del automóvil donde nació sino a todo tipo de industrias tanto manufactureras como de procesos. La razón de su éxito es que garantiza resultados drásticos, transforma visiblemente los lugares de trabajo y eleva el nivel de conocimientos y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento.

Se pueden resumir en tres los objetivos del TPM:

- Maximizar la efectividad y productividad del equipo.
- Crear un sentimiento de propiedad en los operarios a través de la formación e implicación.
- Promover la mejora continua a través de actividades de pequeños grupos que incluyen a personal de producción, ingeniería y mantenimiento.

Para maximizar la efectividad de los equipos de producción, el TPM trata de eliminar las principales pérdidas de las plantas:

- Las debidas a Tiempos de parada, ya sean programadas, por averías o por cambios de útiles (ajustes de la producción)

- Pérdidas de producción, ya sean por operaciones anormales (bajo rendimiento del proceso) o normales (pérdidas de producción al parar o poner en marcha)
- Pérdidas por defectos de calidad en la producción.
- Pérdidas por reprocesamientos.

La implantación del TPM supone desarrollar sistemáticamente un proceso estructurado en doce pasos en los que, para eliminar las causas de pérdidas se debe cambiar primero la actitud del personal e incrementar sus capacidades. [5]

De ahí que los aspectos más relevantes del TPM sean:

1.- La formación y el adiestramiento del personal en técnicas de operación y mantenimiento y en técnicas de gestión. La mejora de la formación de los operarios influye no sólo en los resultados de la empresa sino que aumenta la satisfacción de las personas y el orgullo por el trabajo.

2.- El Mantenimiento autónomo, realizado por operarios de producción, trata de eliminar las barreras entre producción y mantenimiento, de manera que integren sus esfuerzos hasta llegar a ser las dos caras de una misma moneda:

- El departamento de producción al estar en contacto más íntimo con los equipos es el que puede evitar el rápido deterioro, eliminando fugas, derrames, obstrucciones y todo lo que se puede detectar con una inspección y limpieza exhaustiva y eliminar con medios simples a su alcance.

- El departamento de mantenimiento no se limitará a realizar reparaciones sino que

aplicarán técnicas de mantenimiento especializado que aseguren un mantenimiento eficaz que aumente la confianza de los operadores.

1.13. SUBCONTRATACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La tendencia actual de la organización de mantenimiento es tener menos personal (disminución cuantitativa) pero un personal cada vez más preparado técnicamente (mejora cualitativa).

Una vez preparado el trabajo y a la vista de la carga pendiente, se puede decidir subcontratar algunas tareas. Antes debemos haber concretado las siguientes cuestiones:

¿por qué subcontratar? ¿qué subcontratar? Las respuestas a estas cuestiones suponen tener clara la justificación de la subcontratación.

¿cuánto subcontratar? ¿quién debe subcontratar? cuyas respuestas son la clave para establecer los tipos de contratos a suscribir.

Respecto de la última cuestión decir que suele ser el departamento de Compras el cual puede o no estar integrado en el departamento de mantenimiento. No obstante hay que hacer una separación de funciones:

Especificaciones técnicas: Descripción cualitativa y cuantitativa del trabajo a contratar.

Deben ser preparadas por el supervisor responsable o servicio de métodos.

La Contratación en sí: Elegir contratista, negociar condiciones, redactar pedido, intermediario entre utilizador y empresa contratista.

Debe ser gestionado de forma centralizada, normalmente por el departamento de Compras. [5]

IV. Material y metodología

IV. MATERIAL Y METODOLOGIA

1. Metodología

Los conocimientos obtenidos a lo largo de los cursos académicos de grado, más la experiencia adquirida en prácticas profesionales, es la base sobre la que se construye este trabajo de fin de grado.

Se desarrollan dos capítulos principales:

1. **Capítulo III. Revisión y Antecedentes**, donde se exponen la base teórica de convenios, legislaciones y algunas nociones básicas sobre la gestión del mantenimiento.
2. **Capítulo V. Resultado**, en este capítulo encontraremos el trabajo de campo. Este trabajo de campo no es más que recopilar e interpretar toda la información adquirida durante las prácticas profesionales para posteriormente ligarla a los conocimiento teóricos y prácticos académicos, de forma que nos lleve a obtener un resultado sintetizado.

El material o información recopilado, se expone a modo de fotografías y formatos tipo para que el lector observe con ejemplos y casos prácticos una aplicación directa de la base teórica.

Las bases mínimas y criterios bajo los cuales ha de desarrollarse la gestión operacional del buque ya están preestablecidas en los correspondientes convenios y código pero interpretar estos códigos sin realiza previamente un trabajo de campo, no es tarea fácil. Para facilitar la interpretación de esta información se expone la base teórica seguida de los ejemplos de aplicaciones directas obtenidos en las prácticas profesionales y así ayudar al lector a comprender mejor en qué consiste el sistema de gestión de la seguridad operacional del buque y como se lleva a la práctica.

No se profundiza demasiado en ningunos de los apartados expuesto en el trabajo ya que se pretende dar una visión general y sintetizada sobre la gestión de la seguridad operacional del buque y su aplicación sobre las tareas más comunes

realizadas por el departamento de mantenimiento y la figura del oficial de máquinas. Profundizar demasiado sobre aspectos técnicos del mantenimiento o de los equipos puede alejar al lector de los objetivos principales del trabajo.

1.1. Documentación Bibliográfica

La documentación bibliográfica ha sido una recopilación realizada por el autor de este trabajo de fin de grado en base a datos bibliográficos, artículos, catálogos, referencias y datos que afecte a este trabajo

1.2. Metodología del trabajo de campo

Para la elaboración de este trabajo, se ha incluido una relación de fotos, tablas y documentos de diferentes equipos, reparaciones y planes de mantenimiento aplicados en el buque donde realizo las prácticas profesionales.

1.3. Marco referencial

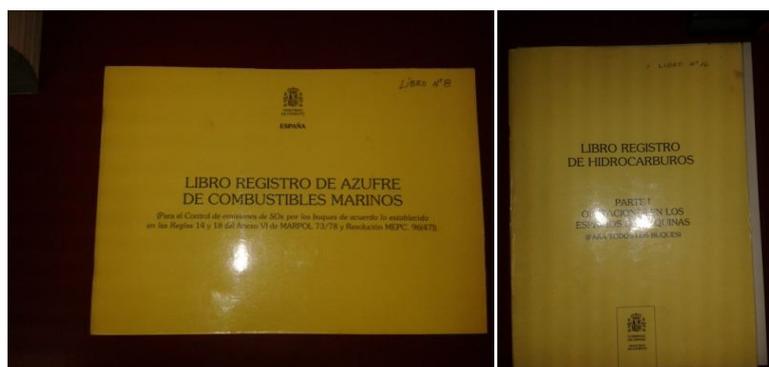
El marco referencial del presente trabajo está ubicado en un estudio para elaboración de una descriptiva de la gestión de la seguridad operacional de un buque como aplicación práctica de este trabajo. Con apoyo de la experiencia laboral de los directores del trabajo y del autor mismo. El marco referencial no sólo abarca la gestión de la seguridad operacional de un buque sino que además abarca casos prácticos de un plan de mantenimiento real que cumple con los requisitos de la legislación vigente.

V. Resultados

V. RESULTADOS

1. CONVENIOS

La utilización de libros de registro normalizado como los que se muestran en las siguientes imágenes, son de uso obligatorio en gestiones como la toma de combustible o la descarga de lodos, estos libros son expedidos por el estado de abanderamiento conforme a convenios internacionales.



Ilustraciones 4: Libro de registro de azufre de combustibles marinos y libro de registro de hidrocarburos.

Fuente: Trabajo de campo

Una forma de acreditar que se está operando bajo los procedimientos de seguridad, es presentar debidamente cumplimentado estos libros. En las inspecciones realizadas por el estado rector, se revisarán estos registros junto con sus correspondientes procedimientos SGS.

Para justificar el buen estado general del buque, su seguridad y fiabilidad no solo es necesario guardar registros de procedimientos, tareas de mantenimiento, partes de tomas de parámetros de la máquina, listas de alarmas, etc. sino que también es necesario realizar pruebas de funcionamiento reales o simuladas, en presencia de uno o varios inspectores.

Para comprobar si la tripulación está debidamente familiarizada con la instalación y adiestrada con los elementos de seguridad, se realizan pruebas tales como el funcionamiento de los sistemas contra incendios a la par de los correspondientes simulacros ya sean contra incendios, abandono del buque o de cualquier otro tipo.

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

Las pruebas y simulacros han de realizarse rutinariamente, para ello, en los planes de seguridad y mantenimiento está contemplado el tripulante responsable y la periodicidad con la que se realiza, de tal forma que cuando se realicen en presencia de un inspector la tripulación este familiarizada y los dispositivos de seguridad estén en buen estado.

A continuación nombramos algunas pruebas de funcionamiento de equipos responsabilidad del departamento de máquinas y realizadas en gran medida por los oficiales según el plan de mantenimiento y durante las inspecciones si el inspector lo solicita.

- Pruebas de funcionamiento sobre la planta eléctrica

Estabilidad de la planta ante acoples y desacoples de alternadores, funcionamiento de las seguridades, respuesta ante una caída de planta, funcionamiento del motor de emergencia, UPS, etc.

- Pruebas de funcionamiento sobre la caldera.

Pruebas de seguridades y alarmas mediante simulación de alto nivel de agua, alta presión en el colector, fallo en el quemador, estado de las válvulas de seguridad, etc.

- Pruebas de funcionamiento sobre los motores principales y el equipo propulsor

Se prueba su buen funcionamiento, arranque, paradas de emergencia, embrague, desembrague, alarmas, paradas de seguridad por sobre velocidad, baja presión de aceite y niebla en el cárter, etc.

- Pruebas de funcionamiento sobre el sistema de gobierno del buque.

Se comprueba su buen funcionamiento, alarmas, puesta en servicio de forma local, etc.

- Pruebas de funcionamiento sobre el achique de sentinas y separador de sentinas.

Resultados

Alarmas de sentinas, funcionamiento de las bombas de achique, estado del separador de sentina y su correcto funcionamiento, etc.

- Pruebas de funcionamiento sobre el sistema contra incendios.

Funcionamiento de alarmas, bombas de agua salada, dispositivos automáticos, hidrantes, sistema de CO2, etc.

- Pruebas de funcionamiento sobre las válvulas de cierre rápido de los tanque de combustible.

Se comprueba que cierran correctamente las válvulas por zonas y de determinados tanques.

El objetivo de este apartado es dar una visión general, de cómo se comprueba si se está actuando conforme a los convenios. El estado rector, estado de abanderamiento y las sociedades de clasificación, son las responsables de certificar que se cumple la legislación vigente. Por ello el requerimiento de documentación, pruebas de funcionamiento, simulacros e inspecciones exigidas a la naviera, el buque y la tripulación.

2. MARCO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En este apartado, se expondrán como resultado del marco de prevención de riesgos laborales y a modo de ejemplo, solo algunos de los puntos que nombramos en la revisión y antecedentes.

Desarrollaremos dos apartados: apartado 3 "Funciones y responsabilidades del personal de máquinas", y apartado 4 "Inspecciones y Controles Periódicos".

El desarrollo completo de este marco de prevención de riesgos laborales, por sí solo ocuparía gran parte de los resultados y no es el objetivo de este trabajo. Los aspectos mínimos y la legislación a la que se ha de adaptar el marco de prevención de riesgos laborales, se encuentra en el "capítulo III, apartado 2". De esta forma, se

pretende acercar al lector, el entramado técnico y de seguridad que rodea el mantenimiento de un buque.

A continuación se puntualiza como resultado, todas y cada una de las funciones y responsabilidades del personal de máquinas.

3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MÁQUINAS

1.1. PRIMER OFICIAL DE MÁQUINAS

DEFINICIONES:

1. Lo establecido en este documento no significa, en ningún caso, la liberación del Primer Oficial de Máquinas de ninguna de sus obligaciones ni la limitación de ninguno de sus derechos, a tenor de lo dispuesto por la legislación vigente, nacional e internacional.
2. El Primer Oficial de Máquinas depende directamente del Jefe de Máquinas.
3. El Primer Oficial de Máquinas es el Segundo Jefe del Departamento de Máquinas.

FUNCIONES:

4. Asistir al Jefe de Máquinas en el ejercicio de las funciones de éste.
5. Coordinar con el Jefe de Máquinas la implantación del S.G.S., en su Departamento.
6. Proporcionar información al Jefe de Máquinas sobre la capacitación profesional del personal de su Departamento.
7. Aplicar los programas de formación que afecten a su Departamento.
8. Velar por el cumplimiento de los procedimientos que afecten al Departamento de Máquinas.

Resultados

9. Organizar y ejecutar la actividad diaria de su Departamento para garantizar la seguridad y calidad de la misma, dirigiendo y supervisando el trabajo de todo el personal.
10. Organizar las operaciones de toma y trasiego de combustible, lubricantes y agua dulce según las directrices del Jefe de Máquinas.
11. Control de la medida y del consumo de combustible, asegurando la comunicación de estos datos al Jefe de Máquinas y al Puente, a fin de que los datos necesarios para el control de estabilidad estén siempre actualizados y disponibles para mantener la seguridad del buque.
12. Ejecutar las directrices del Jefe de Máquinas en cuanto a guardias.
13. Colaborar con el Primer Oficial de Cubierta en las funciones de éste como Jefe de Seguridad.
14. Asistir al Primer Oficial de Cubierta en las funciones de éste como Jefe de Seguridad.
15. Ejecutar las directrices del Jefe de Máquinas en cuanto a mantenimiento, en aplicación de los reglamentos y las disposiciones del S.G.S.
16. Participar en la redacción de la memoria de reparaciones y trabajos de mantenimiento a efectuar durante las varadas, para especificar claramente todo lo relacionado con la seguridad, siguiendo las directrices del Jefe de Máquinas.
17. Organizar las operaciones de inspección y verificación de equipos e instalaciones relativas a la seguridad de acuerdo con las instrucciones del Jefe de Máquinas.
18. Organizar las actividades de control de inventario y utilización de respetos, efectos navales, material combustible relativas a la seguridad de su Departamento; de acuerdo con las instrucciones del Jefe de Máquinas.

19. Participar activamente y con voz propia en las reuniones de los distintos Comités del Buque.
20. Colaborar con el Jefe de Máquinas para preparar la información sobre los asuntos de sus áreas de competencia que permita al Capitán la emisión de los distintos informes establecidos por la Compañía (Actas, etc....)
21. Participar en la investigación de accidentes, incumplimientos y circunstancias potencialmente peligrosas.
22. Mantener al día la documentación del S.G.S. que le afecte.
23. Asistir al Capitán en todo lo relativo al S.G.S., así como al personal de SEG, Auditores, Jefes de Mantenimiento; Inspectores de la Administración y las Sociedades de Clasificación en el ejercicio de sus funciones.
24. Mantener informado al Jefe de Máquinas de todo lo relacionado con los puntos anteriores y de todo lo relacionado con el S.G.S.
25. Otras responsabilidades concretas se encuentran definidas en los distintos procedimientos.

1.2. OFICIALES DE MÁQUINAS

DEFINICIONES:

1. Lo establecido en este documento no significa, en ningún caso, la liberación de los Oficiales de Máquinas de ninguna de sus obligaciones ni la limitación de ninguno de sus derechos, a tenor de lo dispuestos por la legislación vigente, nacional e internacional.
2. Son los Maquinistas Navales, Jefes y Oficiales de Máquinas de la Marina Mercante Española que, a las órdenes del Jefe de Máquinas, ejercen todas aquellas funciones de carácter técnico inherentes a su título.
3. Los Oficiales de Máquinas representan al Jefe de Máquinas cuando están de guardia.

Resultados

4. Los Oficiales de Máquinas dependen directamente del Primer Oficial de Máquinas en cuanto a la organización del Departamento.

FUNCIONES:

5. Asistir al Primer Oficial de Máquinas en el ejercicio por éste de sus funciones relacionadas con la implantación y mantenimiento del S.G.S.
6. Llevar a cabo los programas de formación a bordo que se les asigne.
7. Dirigir las operaciones durante sus guardias de acuerdo con los procedimientos establecidos al efecto y con las órdenes e instrucciones que reciban del Jefe de Máquinas, o en su caso, del Primer Oficial de Máquinas.
8. Asegurar que las guardias de las que son responsables se mantienen conforme a lo dispuesto por el S.T.C.W. (Convenio Internacional sobre Normas de Titulación y Guardia), SOLAS, MARPOL, y el propio S.G.S. y cualquier otra norma aplicable.
9. Verificar el buen orden y seguro funcionamiento del área de equipos y sistemas que se le asigne.
10. En colaboración con el Oficial de Seguridad, o con el Primer Oficial de Cubierta, llevar a cabo la inspección y pruebas de equipos de seguridad, contra incendios, prevención de la contaminación, achique, etc. de los Departamentos de Máquinas, Cubierta, Cámara y Fonda.
11. Colaborar con el Primer Oficial de Cubierta en la planificación y dirección de ejercicios de emergencia.
12. Asistir al Primer Oficial de Cubierta en las funciones de éste como Jefe de Seguridad.
13. Actuar conforme a los procedimientos y la planificación aplicable a las actividades de mantenimiento que les correspondan.

14. Informar al Primer Oficial de Máquinas acerca de posibles incumplimientos o circunstancias potencialmente peligrosas; accidentes, no conformidades, y de cualquier irregularidad o anomalía que conozcan.
15. Llevará al día los registros que establezcan los procedimientos que les afecten y asistirán al Primer Oficial de Máquinas en la gestión de documentos relacionados con el S.G.S.
16. Conservar debidamente la documentación de S.G.S. que se le confíe.
17. Mantener informado al Primer Oficial de Máquinas de todo lo relacionado con los puntos anteriores.
18. Otras responsabilidades concretas se encuentran definidas en los distintos procedimientos.

1.3. CALDERETERO

DEFINICIONES.

1. Lo establecido en este documento no significa, en ningún caso, la liberación del Calderetero de ninguna de sus obligaciones ni la limitación de ninguno de sus derechos, a tenor de lo dispuesto por la legislación vigente, nacional e internacional.
2. Es el miembro de la Maestranza de Máquinas que, a las órdenes del Jefe de Máquinas, Primer Oficial de Máquinas u Oficial de Máquinas de Guardia, dirige al personal subalterno de este Departamento.
3. Depende directamente del Primer Oficial de Máquinas y, en ausencia de éste, del Oficial de Máquinas de Guardia.

FUNCIONES:

4. Instruir a los engrasadores en el manejo y maniobra del quipo de máquinas de acuerdo con las directrices que reciba del Primer Oficial de Máquinas.

Resultados

5. De acuerdo con las instrucciones del Primer Oficial de Máquinas, distribuir equitativamente al personal para las distintas operaciones y trabajos de mantenimiento.
6. Asegurarse de que el personal a sus órdenes emplea adecuadamente los distintos equipos de protección individual que sean necesarios y hacer él mismo lo propio.
7. Suministro, trasiego, sondaje de los tanques de combustible y aceite y demás aspectos relacionados con estos elementos, de acuerdo con las instrucciones que reciba del Jefe de Máquinas o, en su caso, del Primer Oficial de Máquinas para asegurar que se dispone de datos necesarios para la seguridad.
8. Cumplir los criterios de seguridad en las maniobras que le correspondan, según las instrucciones del Oficial a cargo, asegurándose de que en ella se mantienen y son cumplidas las medidas de seguridad aplicables.
9. Participación en los trabajos de mantenimiento relativos a la seguridad asignados por el Jefe y el Primer Oficial de Máquinas.
10. Participar en los ejercicios de emergencia y en la Junta de SEVIMAR.
11. Informar al Primer Oficial de Máquinas acerca de posibles incumplimientos o circunstancias potencialmente peligrosas; accidentes, no-conformidades, y de cualquier irregularidad o anomalía que conozcan.
12. Conservar debidamente la documentación del S.G.S. que se le confíe.
13. Mantener informado al Primer Oficial de Máquinas de todo lo relacionado con los puntos anteriores.
14. Otras responsabilidades concretas se encuentran definidas en los distintos procedimientos.

1.4. ELECTRICISTA

DEFINICIONES:

1. Lo establecido en este documento no significa, en ningún caso, la liberación del Electricista de ninguna de sus obligaciones ni la limitación de sus derechos, a tenor de lo dispuesto en la legislación vigente, nacional e internacional.
2. Es el miembro de la Maestranza de Máquinas que, a las órdenes del Jefe de Máquinas, Primer Oficial de Máquinas u Oficial de Máquinas de Guardia, tiene a su cargo los paños eléctricos.
3. Depende directamente del Primer Oficial de Máquinas y, en ausencia de éste, del Oficial de Máquinas de Guardia.

FUNCIONES:

4. Verificar las condiciones de seguridad y arranchado de respetos y acopios eléctricos informando puntualmente al Primer Oficial de Máquinas.
5. Participación en los trabajos de mantenimiento y reparación relativos a la seguridad a las órdenes del Primer Oficial de Máquinas.
6. Preparación de pedidos de acopios y respetos eléctricos relativos a la seguridad, bajo la supervisión del Primer Oficial de Máquinas.
7. Recepción de suministros de material eléctrico relativo a la seguridad y supervisión en el paño de un seguro arranchado.
8. Cumplir con las medidas de seguridad aplicables a las maniobras a las que asiste, según las instrucciones del Oficial a cargo.
9. Conexión y desconexión de equipos eléctricos cualquiera que sea su localización en el buque.

Resultados

10. Comprobar que las operaciones de conexión y desconexión de equipos de frío en vehículos frigoríficos en la bodega o garaje de carga se llevan de forma segura.
11. Actuar de acuerdo con los procedimientos e instrucciones que reciba en las actividades en que participe.
12. Usar debidamente los Equipos de Protección Individual (EPI'S) que correspondan responsabilizándose de la correcta conservación de aquellos que, destinados a su uso personal, se le confíe.
13. Participar en los ejercicios de emergencia y en los programas de formación a bordo.
14. Conservar debidamente la documentación del S.G.S. que le corresponda.
15. Mantener informado al Primer Oficial de Máquinas de todo lo relacionado con los puntos anteriores.
16. Informar a sus oficiales acerca de posibles incumplimientos o circunstancias potencialmente peligrosas; accidentes, no conformidades y de cualquier irregularidad o anomalía que conozca.
17. Otras responsabilidades concretas que se encuentran definidas en los distintos procedimientos.

1.5. ENGRASADOR

DEFINICIONES:

1. Lo establecido en este documento no significa, en ningún caso, la liberación del Engrasador de ninguna de sus obligaciones ni la limitación de ninguno de sus derechos, a tenor de lo dispuesto por la legislación vigente, nacional e internacional.
2. Es el Subalterno de Máquinas que, realiza trabajos de mar y puerto; mantenimiento y reparación y limpieza de Cámara de Máquinas.

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

3. Depende directamente del Calderero; Primer Oficial de Máquinas, pero cuando montan guardia están a las órdenes del Oficial de Máquinas de Guardia.

FUNCIONES:

4. Ejercer en todo momento el apropiado y seguro manejo, control y vigilancia visual y auditiva de todos los equipos, informando puntualmente al Oficial de Guardia de todas las anomalías que detecte tanto si las considera preocupantes como si no.
5. Informar al Oficial de Guardia de las alarmas que aprecie.
6. Control y achique de sentinas; movimientos y depuración de combustibles y lubricantes y agua; revisión de niveles de estos elementos en tanques estructurales y no estructurales, bajo la supervisión del Calderero, Primer Oficial de Máquinas u Oficial de Guardia, para garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente.
7. Auxiliar en los trabajos de mantenimiento y reparación de las condiciones de seguridad e higiene del Departamento a las órdenes del Calderero.
8. Actuar de acuerdo con los procedimientos e instrucciones que reciba en las actividades en que participe.
9. Usar debidamente los Equipos de Protección Individual (EPI'S) que correspondan responsabilizándose de la correcta conservación de aquellos que, destinado a su uso personal, se le confíe.
10. Participar en los ejercicios de emergencia y en los programas de formación a bordo.
11. Conservar debidamente la documentación del S.G.S. que le corresponda.
12. Mantener informado al Primer Oficial de Máquinas de todo lo relacionado con los puntos anteriores.

Resultados

13. Informar a sus oficiales acerca de posibles incumplimientos o circunstancias potencialmente peligrosas; accidentes, no conformidades y de cualquier irregularidad o anomalía que conozca.
14. Otras responsabilidades concretas se encuentran definidas en los distintos procedimientos.

1.6. ALUMNO

DEFINICIONES:

1. Lo establecido en este documento no significa, en ningún caso, la liberación del Alumno de ninguna de sus obligaciones ni la limitación de ninguno de sus derechos, a tenor de lo dispuesto por la legislación vigente, nacional e internacional.
2. Es el Oficial que, en posesión de las condiciones académicas correspondientes, realiza a bordo las prácticas reglamentarias exigidas por la Ley.
3. Depende directamente del Jefe de su Departamento.

FUNCIONES:

4. Llevar a cabo sus actividades profesionales de acuerdo con los procedimientos y normas aplicables y con las instrucciones recibidas del Jefe de su Departamento.
5. Usar debidamente los Equipos de Protección Individual (EPI'S) que correspondan, responsabilizándose de la correcta conservación de aquellos que, destinados a su uso personal, se le confíen.
6. Participar en los ejercicios de emergencia y actividades de formación a bordo.
7. Conservar debidamente la documentación del S.G.S. que le corresponda.

8. Informar a sus Oficiales acerca de los posibles incumplimientos o circunstancias potencialmente peligrosas; accidentes, no-conformidades, y de cualquier irregularidad o anomalía que conozca.
9. Otras responsabilidades concretas que se encuentran definidas en los distintos procedimientos.

1.7. INSPECCIONES Y CONTROLES PERIODICOS

FORMATO PARA LA EMISION DE INFORMES DE INSPECCION DE SEGURIDAD

Se presenta a continuación un formato tipo para la emisión de informes de inspección de seguridad, en el que se detalla las zonas y los elementos a inspeccionar por el oficial de turno. De esta forma cualquier que sea el oficial que realice la inspección a nivel interno de la compañía, no pasará por alto ningún elemento y zona a inspeccionar.

Lo establecido en este documento no significa, que el oficial u oficiales encargados de la inspección solo cumplimente y expidan este documento, estos han de proponer mejoras continuas y detectar defectos, si existiesen. Implantando estos formatos tipos y rutinas el personal colabora en un sistema de gestión de la calidad y mantiene la instalación en condiciones idóneas para cualquier otra inspección de carácter externo realizada por el estado rector del puerto, estado de abanderamiento o sociedades de clasificación.

CENTRO: BUQUE	FIRMA:
FECHA DE LA INSPECCION:	
PERSONA QUE HACE LA INSPECCION OFICIAL	

Resultados

INSPECCIÓN EN BUQUES	C	NC	NA	ACCION CORRECTORA
1. Se mantiene un adecuado nivel de orden y limpieza.	X			
GOLPES Y CAÍDAS				
2. En todas las plataformas con riesgo de caída en altura se dispone barandilla o medio resistente para evitar la caída	X			
3. Todos los huecos con peligro de caídas se encuentran protegidos.	X			
4. Las planchas, tapas y plataformas horizontales fijas se encuentran en buen estado y su posición no supone riesgo de choques	X			
5. Todos los elementos movibles susceptibles de ser desplazados en navegación están debidamente trincados		X		
6. El suelo se mantiene libre de suciedad, grasas y obstáculos con los que se puede tropezar	X			
7. Las escaleras de mano tienen apoyos antideslizantes y están en buen estado de conservación	X			
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS AUXILIARES				
8. Se mantienen adecuadamente todos los elementos y medios auxiliares que se empleen para la elevación de carga como cables, eslingas, etc.	X			
9. Todos los elementos y medios auxiliares para la elevación de carga disponen de la placa de características donde figura la carga máxima que estos pueden manipular y de los dispositivos de seguridad necesarios, tales como pestillo de seguridad en el gancho, parada de emergencia, etc	X			
10. Las herramientas se conservan en buenas condiciones y se almacenan en lugares adecuados.	X			
MÁQUINAS				

**Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento,
Departamento de Máquinas**

INSPECCIÓN EN BUQUES	C	NC	NA	ACCION CORRECTORA
11. Todas las partes móviles de la máquina funcionando se encuentran protegidas	X			
12. Aquellas máquinas que se encuentran en mantenimiento y disponen de partes móviles, se encuentran adecuadamente señalizadas y se ha procedido a informar los trabajadores de que no se debe poner en funcionamiento mientras no disponga de todas los resguardos y medidas de protección	X			
13. Aquellas máquinas que por necesidades del buque deban funcionar puntualmente sin la protección, se encuentran adecuadamente señalizadas y se ha procedido a informar a trabajadores y contratas sobre su existencia			X	
14. Existe señalización del riesgo de atrapamiento en aquellas zonas de las máquinas donde exista este riesgo	X			
15. En las zonas donde existe riesgo de atrapamiento se usa ropa de trabajo adecuada, sin elementos que puedan engancharse	X			
16. Las zonas de calorifugado mantienen sus condiciones de aislamiento	X			
CUBIERTA Y ESPACIOS DE CARGA Y DESCARGA				
17. Las escaleras fijas se encuentran en buen estado (escalones, pasamanos, barandillas, etc...)	X			
18. En las labores de carga y descarga, la velocidad de los equipos de transporte es razonable en función de las operaciones que se realizan	X			
19. La señalización horizontal de las bodegas se encuentra en buen estado	X			
20. La señalización vertical de las bodegas se encuentra en buen estado	X			
21. Se usan chalecos reflectantes en los accesos a las zonas de carga.	X			

Resultados

INSPECCIÓN EN BUQUES	C	NC	NA	ACCION CORRECTORA
22. Las rampas de carga tienen las barandillas laterales en buen estado	X			
23. Se mantienen en buen estado la señalización de la zona de acceso de peatones	X			
ZONA DE MANIOBRA				
24. La escalerilla de acceso al torrotito está en buen estado			X	
25. Las escalas de acceso a palos están en buen estado		X		
26. Las plataformas anexas a los molinetes están en buen estado	X			
27. Los cabos están en buen estado y se revisan periódicamente	X			
HABILITACIÓN				
28. Las zonas de habilitación se encuentran limpias y ordenadas	X			
29. Las instalaciones de climatización funcionan adecuadamente y se limpian y mantienen periódicamente	X			
30. Los sistemas de evacuación de aguas se mantienen en condiciones adecuadas y no se generan olores fétidos o mohosos	X			
31. La temperatura del agua de las duchas puede ser regulada por el usuario	X			
32. La instalación eléctrica es revisada periódicamente y se mantiene en buenas condiciones.	X			
OTROS				
33. Se mantiene la señalización de la presencia de productos inflamables o combustibles en los pañoles	X			
34. Se dispone en el buque de las fichas de datos de seguridad de los productos químicos a disposición de la tripulación que los manipulen	X			
35. La señalización de seguridad general se encuentra en buen estado	X			
36. Las condiciones de iluminación son suficientes para la actividad que se está desarrollando.	X			

**Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento,
Departamento de Máquinas**

INSPECCIÓN EN BUQUES	C	NC	NA	ACCION CORRECTORA
37. Las campanas y extracciones de la cocina se mantienen en buenas condiciones de limpieza	X			
38. Los mecanismos de apertura interior de las cámaras frigoríficas funcionan correctamente	X			
39. Los cuadros eléctricos permanecen cerrados y señalizados	X			
40. Los cables de conexión de los equipos de trabajo se encuentran en buen estado y se revisan periódicamente	X			
41. Los trabajadores disponen y usan los equipos de protección individual en aquellas operaciones que deben hacerlo.	X			
42. Se cumple con las normas para trabajos en caliente en presencia de combustibles y gases según lo establecido en el procedimiento del SGS SEG 07-05.	X			
43. En las operaciones en espacio confinados se sigue lo establecido en el procedimiento del SGS SEG 07-04.	X			

C: Correcto

NC: No Correcto

NA: No Aplica

**Tabla 1: Inspección en buques
Fuente: Trabajo de campo**

4. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL DE LOS BUQUES

Sin restar importancia al resto de requerimientos funcionales del que se ha de componer un sistema de gestión de la seguridad (SGS). En este apartado y como resultado de la revisión y antecedentes del "capítulo III, apartado 3". Se expone a modo de ejemplo algunos modelos de instrucciones y procedimiento por escrito de las maniobras más regulares y la rutina de navegación correspondientes al departamento de máquinas.

Cada procedimiento ha de estar enumerado con un criterio, en este caso, las primeras cifras (xx) será el capítulo en el que se encuentre la definición de dicho procedimiento y las segundas cifras (yy) el apartado. De esta forma en el encabezado de cada procedimiento encontraremos **SEG XX-YY** seguido del nombre del procedimiento.

El resto de requisitos que debe cumplir la elaboración de los procedimiento SGS, lo podemos encontrar en los convenios y respectivos códigos que se nombran en el "capítulo III, apartado 3". De esta forma, se quiere trasladar al lector la metodología de trabajo que encuentra un oficial de máquinas en sus labores diarias.

**Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento,
Departamento de Máquinas**

COMPAÑIA.	SEG xx-yy
PROCEDIMIENTO SEG xx - yy GUARDIA Y PATRULLA EN PUERTO	Edición xx - Rev. yy Fecha 00/00/00 Página 0 de 0

LISTA DE COMPROBACIÓN DE GUARDIA EN PUERTO (MAQUINAS)

01	Ha sido informado o leído las ordenes permanentes del Jefe de Máquinas para los Oficiales de Máquinas; y especiales para relativas a operaciones del buque.
02	Ha sido informado de trabajos en curso en la Sala de Máquinas el personal que interviene en él y de los riesgos que pueda entrañar.
03	Conocimiento de si el Jefe de Máquinas está a bordo.
04	Comprobación del estado de las sentinas en toda la Sala de Máquinas; así como tanques de lastre y prescripciones especiales.
05	Cualquier prescripción especial relativa a la eliminación de aguas de los sistemas sanitarios.
06	Comprobación de todas las sondas de combustible, aceite y agua.
07	Caso de estarse realizando una operación importante que deba ser terminada por el Oficial de Guardia actual, se considerará asumir la guardia cuando la operación importante haya sido finalizada.
08	Comunicaciones con el Oficial de Guardia de Cubierta intercambiando información en cuanto a la carga, lastre y demás sistemas de estabilidad del buque.
09	Estado e inmediata disponibilidad del equipo portátil de extinción de incendios de las instalaciones fijas contra incendios.
10	Conocimiento de cualquier reglamentación portuaria relativa a descargas de los buques, prescripciones C.I. y alistamiento del buque, sobre todo cuando se prevea mal tiempo.
11	Conocimiento sobre seguridad del buque, tripulación, carga medios C.I. y contra la contaminación y comunicación. con los medios C.I. de tierra.
12	Procedimientos para notificar a las autoridades competentes: contaminación de trabajos en las maquinas, funcionamiento adecuado equipos para evitar contaminación y normas sobre contenedores de basuras y desechos de Máquinas.
13	Conocimiento de las fuentes existentes de energía, calor y luz.
14	Tiempo necesario para maniobrar con la máquina con mal tiempo o emergencia.
15	Está operativo el servomotor , equipos de gobierno y de amarre y maniobra.
16	Fondo del atraque, amplitud y horarios de las mareas.
17	Comprobación del funcionamiento y estado de los MM.AA y maquinaria auxiliar.
18	Conocimiento de las previsiones de toma de combustible, lubricantes, agua.
19	Conocer las cantidades de combustible, lubricante y agua que hay a bordo.
20	Conocimiento de la recepción de provisiones, pertrechos o repuestos.
21	Personal de Máquinas necesario que debe permanecer en el barco.
22	Conocimiento del sistema de lastrado del buque y sus medios de control ; operaciones en curso con el lastre. Así como las operaciones de carga y descarga
23	Comprobación de estado de las alarmas en los diferentes cuadros de control
24	Hora prevista de salida, estado de tiempo y pronostico para las próximas horas.
25	Conoce el emplazamiento de los equipos destinados a proteger a las personas contra ambientes peligrosos o tóxicos.
26	Disponibilidad inmediata del material necesario de primeros auxilios en casos de emergencia en el tratamiento de quemaduras y escaldaduras.
27	Resultado de las rondas de inspección para localizar posibles anomalías en equipos.

**Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento,
Departamento de Máquinas**

A continuación expondremos otros procedimientos xx-yy, desarrollados en el SGS a modo de ejemplo:

COMPAÑIA.	SEG xx-yy
PROCEDIMIENTO SEG xx - yy GUARDIAS DE PUENTE Y MAQUINAS	Edición 00- Rev. 00 Fecha 00/00/00 Página 0 de 0

LISTA DE COMPROBACIÓN DE GUARDIA DE MAQUINAS EN NAVEGACIÓN

01	¿Ha sido informado o leído las ordenes, permanentes y especiales establecidas por el Jefe de Máquinas concerniente a su guardia. ?
02	¿Ha sido informado de trabajos en curso en la Sala de Máquinas personal que interviene en él y riesgos que pueda entrañar?
03	Todos los miembros de la guardia conocen el número, el emplazamiento, y los tipos de equipos de lucha contraincendios y de los de control de averías.
04	Comprobación de: estado de las sentinas en Sala de Máquinas, tanques de lastre, decantación, reserva, agua dulce y aguas sucias, prescripciones especiales aplicables a la utilización/eliminación contenido de tanques o sentinas y reserva de agua dulce y plan de funcionamiento de los evaporadores
05	Cualquier prescripción especial relativa a la eliminación de aguas de los sistemas sanitarios. En caso de duda consultará con el Oficial de Guardia de Puente.
06	Comprobación del estado y sondas de combustible, y aceite con especial atención a los tanques de S/D y Sedimentación de combustible, así como tanques y cárter de aceite en MM.PP y MM.AA., plan de funcionamiento de las depuradoras y niveles de tanques de compensación de agua y aceite.
07	Estado y modalidad operacional de los distintos sistemas principales y auxiliares.
08	Comunicaciones con el Oficial de Guardia de Cubierta. intercambiando información en cuanto al lastre y demás sistemas de estabilidad del buque.
09	Estado e inmediata disponibilidad del equipo portátil de extinción de incendios de las instalaciones fijas contraincendios y de los sistemas detectores de incendios.
10	Cuando proceda estado del equipo de la consola de vigilancia y control, incluyendo calderas sus sistemas de control, paradas automáticas, así como sus equipos auxiliares, determinando que equipo está siendo accionado manualmente.
11	Comportamiento de los MM.PP. y MM.AA.; Maquinaria Auxiliar, etc.
12	Estado del tiempo en el exterior y pronostico para las próximas horas.
13	Modalidades operacionales especiales por fallos de alguno de los equipos o por condiciones desfavorables para el buque.
14	Se han recibido informes del Personal de Máquinas de guardia, o de aquellas personas que realizan tareas o trabajos en el transcurso de la guardia relativos a las tareas asignadas y su resultado.
15	Comportamiento del equipo servomotor y demás equipos de gobierno.
16	Efectividad del cierre de bocina y mecha del timón y comprobación de la efectividad del achique en dichos locales.
17	Comprobación del correcto funcionamiento de los medios de comunicación con el puente.
18	Comprobación de la correcta combustión de MM.PP., MM.AA y calderas.
19	Estado de las tuberías y valvulería en Sala de Máquinas, en cuando a su funcionamiento y estanqueidad..
20	Se han registrado todos los sucesos relacionados con las maquinas principales y auxiliares en el diario de Máquinas.

Resultados

21	Comprobar el correcto cierre de las puertas estancas en navegación, y sus testigos
<p>NOTA: El Oficial de Máquinas encargado de la guardia no entregará la guardia al Oficial entrante si tiene motivos para pensar que éste está evidentemente incapacitado para desempeñar con eficacia sus funciones. Asimismo el Oficial de Maquinas de Guardia se cerciorará de que los miembros de la guardia a su mando están en perfecto estado para cumplir con eficacia con sus obligaciones.</p>	

EFECTUAR LAS ANOTACIONES PERTINENTES EN EL DIARIO DE MÁQUINAS

Tabla 3: Procedimiento S.G.S. Guardia de puente y Máquina
Fuente: Trabajo de campo

COMPañIA.	SEG xx-yy
PROCEDIMIENTO SEG xx - yy TOMA DE COMBUSTIBLE / ACEITE / DESCARGA DE LODOS	Edición 00- Rev. 00 Fecha 00/00/00 Página 0 de 0

LISTA DE SEGURIDAD BUQUE/BARCAZA Y/O CAMIÓN DE SUMINISTRO

BUQUE:	BARCAZA Y/O CAMIÓN:		
ATRAQUE:	FECHA:		
	BUQUE		OBSERVACIONES
	SI	NO	
¿ESTÁ EL BUQUE AMARRADO CON SEGURIDAD?.	X		
¿HAY ACCESO SEGURO ENTRE BUQUE Y BARCAZA DE SUMINISTRO?.	X		
¿ESTÁ EL BUQUE LISTO PARA MANIOBRAR POR SUS PROPIOS MEDIOS?	X		
¿ESTÁ LISTA A BORDO UNA GUARDIA DE CUBIERTA ADIESTRADA Y SE HA ESTABLECIDO UNA SUPERVISIÓN ADECUADA, TANTO EN EL BUQUE COMO EN LA BARCAZA?	X		
¿ESTÁ OPERATIVO EL SISTEMA DE COMUNICACIONES ESTABLECIDO ENTRE BUQUE Y BARCAZA?	X		
¿SE HA ESTABLECIDO UN ACUERDO SOBRE EL PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE?	X		
¿SE HA ESTABLECIDO UN ACUERDO SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE PARADA EN CASO DE EMERGENCIA?.	X		
¿ESTÁN LAS MANGUERAS Y EQUIPO CONTRA INCENDIOS A BORDO ADECUADAMENTE SITUADOS Y LISTOS PARA SU USO INMEDIATO?.	X		
¿ESTÁN LAS MANGUERAS DE COMBUSTIBLE EN BUENAS CONDICIONES Y APAREJADAS ADECUADAMENTE Y CUANDO PROCEDA, SE HAN COMPROBADO LOS CERTIFICADOS?.	X		
¿ESTÁN TAPADOS LOS IMBORNALES DEL BUQUE Y ESTÁN CORRECTAMENTE SITUADAS LAS BANDEJAS DE RECOGIDA DE DRENAJE EN LA BARCAZA?.			

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

	X		
¿ESTÁN BIEN CEGADAS (CON BRIDAS CIEGAS Y ESTANCAS) LAS CONEXIONES DE COMBUSTIBLE QUE NO SE ESTÁN USANDO?.	X		
¿SON LOS RADIOTELÉFONOS PORTÁTILES DE VHF/UHF DE UN TIPO APROBADO?	X		
¿ESTAN CONECTADAS A TIERRA (MASA) LAS ANTENAS DEL TRANSMISOR PRINCIPAL Y ESTAN DESCONECTADOS LOS RADARES?	X		
¿SE ESTÁN CUMPLIENDO LAS CONDICIONES PARA NO PODER FUMAR?	X		
¿SE ESTAN CUMPLIENDO LAS CONDICIONES PARA EL USO DE LOS SERVICIOS E INSTRUMENTOS DE COCINA?	X		
¿SE ESTAN CUMPLIENDO LAS CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DE LUCES CON LLAMA DESNUDA?	X		
¿ESTA PREVISTA LA POSIBILIDAD DE UNA SALIDA DE EMERGENCIA?	X		
¿HAY SUFICIENTE PERSONAL A BORDO PARA HACER FRENTE A UNA EMERGENCIA?	X		
¿SE EXHIBEN MARCAS Y/O LUCES DE SUMINISTRO DE HIDROCARBUROS?	X		

¿CUÁNTO COMBUSTIBLE SE TOMARÁ?. FO /DO LO
/M3 - TONS.

EL PROMEDIO ACORDADO DE BOMBEO ES : FO /DO LO
/M3 /HORA.

¿CUAL ES EL MEDIO DE COMUNICACIÓN ENTRE BARCOS?

¿QUIÉN ES EL RESPONSABLE ENCARGADO DE LAS COMUNICACIONES DE LAS SONDAS Y DE TOMAR ACCIONES INMEDIATAS?

¿EN CASO DE CUALQUIER PROBLEMA O MAL FUNCIONAMIENTO?.

EL ABAJO FIRMANTE HA COMPROBADO LOS DIFERENTES PUNTOS DE ESTA "LISTA DE COMPROBACIÓN", ESTIMANDO QUE SON SATISFATORIOS LOS CONTROLES EFECTUADOS POR ENCONTRARLOS CORRECTOS, DE ACUERDO CON SU MEJOR SABER Y ENTENDER, Y QUE SE HAN TOMADO LAS MEDIDAS PRECISAS PARA PODER REPETIR LAS COMPROBACIONES QUE SE ESTIMEN NECESARIAS.

	POR EL BUQUE:
NOMBRE:	
CARGO:	
FIRMA:	

Tabla 4: Procedimiento S.G.S. Toma de combustible/ Aceite/ Descarga de lodo
Fuente: Trabajo de campo

5. PLAN DE MANTENIMIENTO

En este capítulo nos extenderemos un poco más que en los anteriores. Se ha desarrollado en último lugar al igual que en el marco teórico por su amplio carácter técnico y así situarlo en el contexto legislativo y de gestión que se ha desarrollado en los apartados anteriores (capítulos V. apartados, 1,2,3 y 4).

El plan de mantenimiento de un buque no solo se rige por criterios técnicos y económico, gran parte del mantenimiento se rige por lo que dicte las sociedades clasificadoras y el estado de abanderamiento (capítulo III., apartado1). Estas instituciones son las responsables de certificar el estado del buque y establecer los requisitos mínimos que este ha de cumplir. El departamento de mantenimiento actuará en consecuencia para mantener la clase y los certificados necesarios que permitan la operatividad del buque.

1.1. NOCIONES DE MANTENIMIENTO

El apartado 4 desarrollado dentro de la revisión y antecedentes se subdivide en varios apartados para situar y aportar al lector nociones básicas de mantenimiento.

En los siguientes subapartados trataremos de sintetizar toda esa base teórica y legislativa con casos prácticos.

1.2. OBJETIVOS

- El departamento de mantenimiento tendrá como objetivo aumentar la operatividad del buque de acuerdo con la legislación vigente.
- Reducir los costes al mínimo, siempre que sea compatible con el nivel de operatividad exigida por la legislación vigente.
- Mejorar continuamente la fiabilidad de la máquina.

Para cumplir estos objetivos, sintetizaremos con ejemplos los tipos de mantenimiento que se realizan en un buque ro-ro-pasaje.

1.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

1.1. Mantenimiento correctivo:

Como ya lo hemos definido en el "capítulo III", pasaremos directamente a un caso práctico:

- **Rotura del eje de transmisión, entre la caja de engranajes multiplicadora, de uno de los motores principales y un alternador de cola.**

El problema surge sin previo aviso y sin registros de síntomas anteriores que lleven al personal a ponerse en alerta para evitar la rotura.

El mantenimiento de este conjunto estaba al día:

- ✓ Existían registros de temperaturas de los respectivos cojinetes.
- ✓ Los cojinetes habían sido engrasados dentro de los periodos estipulados por el plan de mantenimiento.
- ✓ Los acoples elásticos del eje habían sido inspeccionados y estaban dentro de horas de funcionamiento.
- ✓ Se habían realizado inspecciones en la alineación del eje.

Este alternador de cola se utilizaba como servicio redundante y en el momento de la rotura no estaba en servicio.

Por motivos de construcción en el buque afectado, estos alternadores de cola están directamente conectados a los motores principales mediante una caja de engranajes multiplicadora, ésta no necesita un previo embrague para transmitir el movimiento del motor al alternador, en este caso está directamente acoplado. Motivo por el cual siempre que se tenga en servicio un motor principal a 600 rpm. en condiciones normales esta caja de engranajes transmite el movimiento al alternador

Resultados

de cola a unas 1800 rpm. y como el buque en operación normal no lleva acoplados los alternadores, estos funcionan en vacío (no tiene carga eléctrica).

El buque en cuestión, dispone de cuatro motores principales con sus respectivos cuatro alternadores de cola, dos de los alternadores solo se utilizan en las maniobras de atraque y salida de puerto para alimentar eléctricamente las hélices de proa, los otros dos alternadores como ya hemos puntualizado antes trabajan en vacío, solo se acoplan en tareas de mantenimiento o si surge algún problema con los motores auxiliares. Durante la navegación, si van en servicio, los cuatro motores principales, los alternadores giran a 1800 rpm y en vacío.

En condiciones normales la planta eléctrica se alimenta mediante dos motores auxiliares y, por motivos de consumo y estabilidad, no se acoplan estos alternadores de cola. La rotura de este eje y como consecuencia quedar fuera de servicio el alternador de cola, no puso en riesgo la operatividad y seguridad del buque. Debido a la naturaleza redundante y no crítica de este equipo, el buque pudo seguir operando con normalidad bajo el conocimiento y consentimiento de su sociedad de clasificación que le permite un plazo máximo para subsanar el problema.

El departamento de mantenimiento se enfrenta a los siguientes puntos:

- ✓ Disponen de un plazo máximo para solucionar y poner en servicio el alternador de cola.
- ✓ La reparación se ha de realizar con el buque en puerto teniendo que dejarlo fuera de servicio durante la reparación.
- ✓ Los respetos necesarios no se tienen en stock por su naturaleza, y hay que realizar los pedidos oportunos.
- ✓ Se necesita personal especializado y talleres externos por la complejidad de la reparación.

Este caso práctico, como se puede observar es bastante completo y un buen ejemplo dentro del denominado mantenimiento correctivo. No es lo más habitual y

deseado, pero queda evidencia que este tipo de mantenimientos correctivos, teóricamente no deseados, suceden en la práctica.

A continuación se exponen fotografías de la reparación, seguidas de una breve descripción.



Ilustración 6: Alternador de cola
Fuente: Trabajo de campo



Ilustración 7: Reductora motor principal
Fuente: Trabajo de campo

En la ilustración nº6, se muestra el alternador de cola, situado a la popa del mamparo estanco y a la proa de este la caja de engranajes, (ilustración nº 7). El alternador fue previamente enviado a un taller para inspeccionar que no sufrió daños.



Ilustración 8: Reductora
Fuente: Trabajo de campo



Ilustración 9: Eje de la reductora
Fuente: Trabajo de campo

La ilustración nº8, muestra como la caja de engranajes no tiene el eje que transmite el movimiento al alternador, este fue retirado para su comprobación en un taller especializado. En la ilustración nº 9, podemos observar dicho eje ya comprobado y al no sufrir desperfectos se puede proceder a instalar el mismo.

Resultados

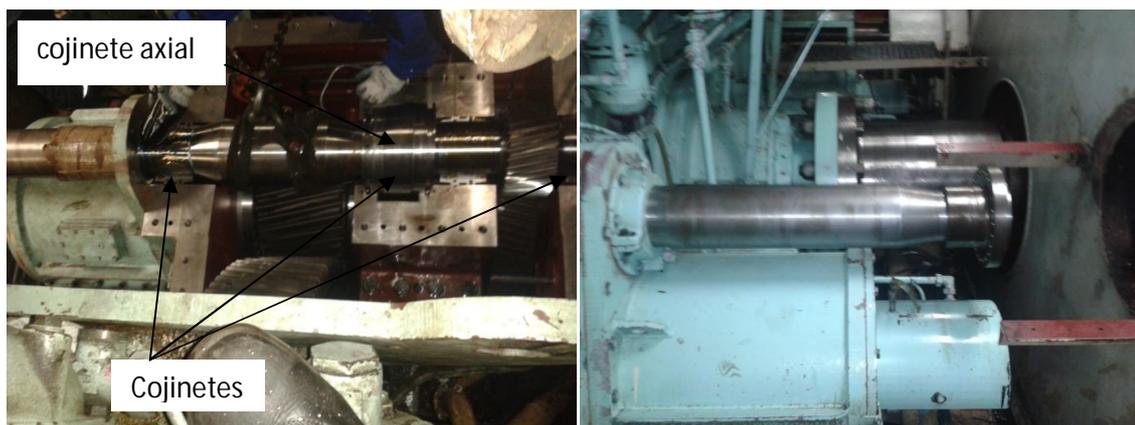


Ilustración 10: Montaje del eje y cojinetes
Fuente: Trabajo de campo

Ilustración 11: Eje instalado en la reductora
Fuente: Trabajo de campo

En la ilustración nº 10, vemos como se ha tenido que retirar la tapa superior de la caja de engranajes para la instalación del eje. Los cojinetes utilizados son nuevos, los anteriores estaban dentro de las tolerancias pero se decide sustituirlos y realizarle así un mantenimiento basado en el riesgo.

La instalación de los cojinetes la realiza un técnico especializado de la misma casa comercial que lo suministra. La ilustración nº 11, muestra debidamente instalado el eje en la caja de engranajes a falta del acoplamiento elástico (ilustración 13), el cojinete pasa mamparo y el eje que sufrió la rotura. Estos últimos elementos se muestran ya instalados en la (ilustración 14).

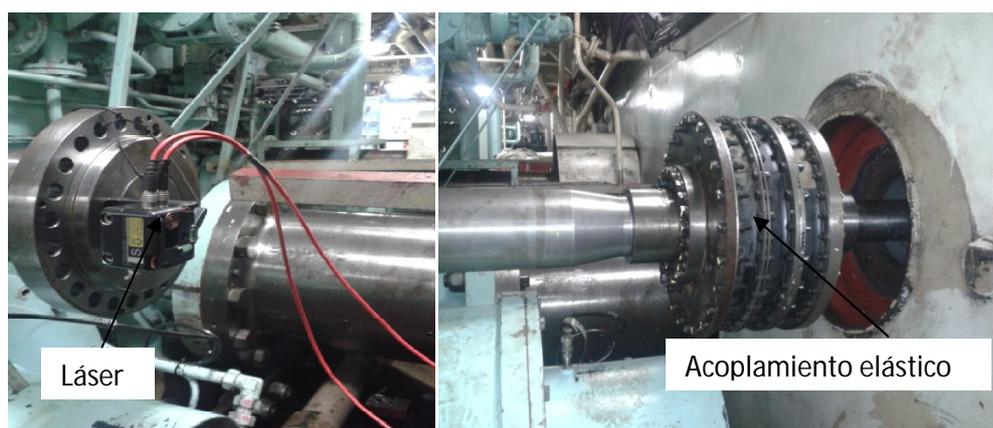


Ilustración 12: eje de la reductora
Fuente: Trabajo de campo

Ilustración 13: Acoplamiento elástico
Fuente: Trabajo de campo

Antes de instalar los elementos nombrados anteriormente, otro técnico especializado, alinea, presenta y fija el alternado de cola mediante una herramienta láser como se puede observar en la ilustración nº12.

Una vez alineado, se prosigue con la instalación del acoplamiento elástico en este caso también nuevo (ilustración nº 13) que realiza otro técnico de la casa comercial que lo suministra.

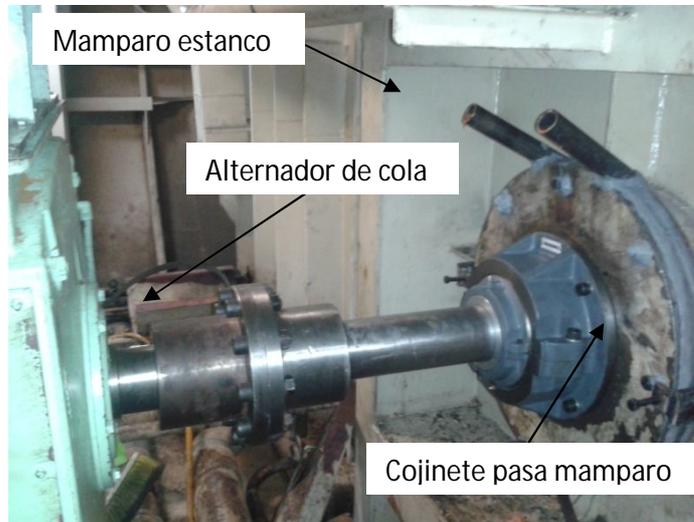


Ilustración 14: Eje que sufre la rotura
Fuente: Trabajo de campo

Para finalizar con esta breve descripción del proceso de reparación, basado en un mantenimiento correctivo, mostramos la ilustración nº 14.

Conclusión de esta reparación:

Señalar como un elemento del conjunto, en este caso el eje señalado en la fotografía nº 14, obliga al departamento de mantenimiento, no solo a realizar la sustitución de dicho eje por uno nuevo, sino la comprobación del resto de elementos del conjunto y en los casos concretos como los cojinetes y el acoplamiento elástico sustituirlos por otros nuevos siguiendo criterios de un mantenimiento basado en el riesgo, estos elementos estaban en buen estado pero dada la complejidad de la reparación y el estudio basado en el riesgos, se decide sustituirlos.

La finalidad de este caso práctico, es representar la complejidad y los motivos por lo que no es deseable un mantenimiento correctivo en determinados equipos.

Resultados

1. Puede dejar inoperativo el buque, en este caso era un servicio redundante y el buque puede seguir operando pero bajo unas condiciones establecidas por la sociedad de clasificación.
2. Se precisa de respetos, talleres y técnicos especializados que suponen un alto coste y no están disponibles en el momento.
3. No solo se sustituye el elemento afectado sino hay que inspeccionar y en algunos casos sustituir elementos del resto del conjunto. En este caso, hemos visto como se inspecciona el alternador, el eje de la caja de engranajes y se decide remplazar como medida preventiva basada en el riesgo, los cojinetes de dicho eje, el acoplamiento elástico, el cojinete pasa mamparos y los cojinetes del alternador.

1.2. Mantenimiento preventivo.

Definido en el capítulo III y desarrollado a continuación del mantenimiento correctivo para justificar así, la necesidad de su aplicación.

Comenzamos por el **mantenimiento preventivo sistemático**, los resultados obtenidos sobre este mantenimiento son extensos, su gestión y aplicación suele ser la más común en los planes de mantenimiento de un buque, y a continuación, desarrollaremos algunos casos prácticos.

Teniendo claro el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener, el departamento de máquinas, podrá desarrollar un programa, con los tiempos regulares en los que se ha de realizar las tareas de mantenimiento preventivo, en este apartado el sistemáticos.

Una forma práctica es la utilización de hojas de cálculo informatizadas, a continuación mostramos una pequeña sección del mantenimiento que se le aplica a un motor principal.

En el encabezado se especifica número de motor, modelo, número de serie y las horas de funcionamiento u otros datos de interés si se desea, a continuación se genera una tabla de cinco columnas y tantas filas como trabajos se quieran realizar.

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

La elaboración de estas hojas de cálculo están siempre expuestas a modificaciones y mejoras, se añaden trabajos, se modifican periodos si se detecta que no son los adecuados, pero siempre manteniendo este formato de cinco columnas y sin olvidar que no deja de ser, de carácter orientativo.

MOTOR PRINCIPAL Nº 1 WARTSILA 9L38

nº serie: xxxx

Horas motor

60852

EQUIPO MOTOR	Trabajo	Periodicidad	Ultimo	Próximo	Faltan
Lubricar mecanismo de control	Comprobar	150 horas	60 760	60 910	58 horas
Análisis aceite y agua (a bordo)	Realizar	250 horas	60 765	61 015	163 horas
Reapretar soportes mecanismo control	Comprobar	30 días	08/01/2014	07/02/2014	5 días
Sensores de velocidad y fuel-rack	Limpiar	500 horas	60 608	61 108	256 horas
Dientes del volante y virador	Limpiar	500 horas	60 608	61 108	256 horas
Detector niebla carter vacio	Comprobar	500 horas	60 777	61 277	425 horas
Diagramas y vacios	Tomar	500 horas	60 682	61 182	330 horas
Posición distribuidor combustible	Comprobar	500 horas	60 682	61 182	330 horas
Fugas,uniones,sensores y cableado	Comprobar	500 horas	60 374	60 874	22 horas
Presión diferencial enfriador aire carga y purga	Comprobar	500 horas	60 374	60 874	22 horas
Tubos desaireación agua refrigeración	Comprobar	500 horas	60 374	60 874	22 horas
Dispositivos de medición	Comprobar	500 horas	60 374	60 874	22 horas
Alarma fugas de combustible	Comprobar	500 horas	60 374	60 874	22 horas
Filtro automático de aceite	Limpiar	180 días	22/12/2013	20/06/2014	10 días
Filtros asp. bombas acopl. y prelube	Limpiar	365 días	16/11/2013	16/11/2014	30 días
Filtro recuperador de aceite	Cambiar	30 días	24/01/2014	23/02/2014	50 días
Limpieza enfriador baja SEC ER	Limpiar	365 días	01/01/2014	01/01/2015	-9 días
Enfriador A/D contraflujo(parte A/S)	Limpiar	2 días	26/01/2014	28/01/2014	20 días
Anodos sacrificio enfriador SEC ER.	Cambiar	60 días	15/12/2013	13/02/2014	26 días
Mecanismo Viradores	Aligerar	30 días	23/01/2014	22/02/2014	6 días

Tabla 5: Hoja de cálculo sobre un plan de mantenimiento

Fuente: Trabajo de campo

En la primera columna se describe los elementos a los que hay que realizar las tareas de mantenimiento, para posteriormente, en la segunda columna, especificar el trabajo a realizar (comprobar, cambiar, limpiar ,aligerar, tomar, etc.).

La tercera columna indica la periodicidad de dichos trabajos, ésta la establece el departamento de mantenimiento bajo varios criterios, normalmente los del fabricante, la experiencia y la operatividad del buque. En este caso no están determinado o condicionados por las casas de clasificación o el estado de abanderamiento, como si veremos que lo están en el mantenimiento preventivo condicional.

Resultados

En la cuarta columna se actualiza las horas que tiene el equipo una vez ejecutado el trabajo de mantenimiento o la fecha en el día que se realizó, de tal forma que la quinta columna nos indica de manera automática las horas o día que ha de realizarse el próximo mantenimiento. Una sexta comuna lleva automáticamente una cuenta a atrás de los días/horas que faltan para realizar los trabajos o los días/horas que lleva ese trabajo sin realizarse, esta columna resulta más intuitiva. De esta forma, se minimiza la complejidad y el trabajo que supone gestionar el mantenimiento preventivo.

El responsable de mantenimiento, con sólo actualizar diariamente la fecha y las horas de los equipos, obtendrá de forma inmediata, los trabajos de mantenimiento preventivo sistemático que más urgen. Una vez realizados estos trabajos solo tendrá que actualizar en la cuarta columna y fila correspondiente, las horas que tenía el equipo o la fecha en que se realiza el mantenimiento.

La utilización de estas hojas de cálculo solo da una orientación y minimiza el trabajo que supone gestionar todos los equipos de un buque. Cuándo y cómo realizar las tareas de mantenimiento, no son solo unas simples sumas y restas, pero tenerlas acotadas en un conjunto más pequeño priorizado por horas o días, permite al responsable de mantenimiento aplicar mejor sus criterios.

A continuación mostramos un formato tipo de tomas de horas, de algunos equipos responsabilidad del departamento de máquinas

Día	Horas
M.P. 1	
M.P. 2	
M.P. 3	
M.P. 4	
M.A. 1	
M.A. 2	
Dep. F.O. 1	
Dep. F.O. 2	
Dep. G.O.	
Dep. Ac. 1	
Dep. Ac. 2	
Dep. Ac. 3	
Dep. Ac. 4	
Comp. Aire MMPP Er.	
Comp. Aire MMPP Br.	
Comp. Aire Trabajo	
Comp. Aire Sauer nº 3	
Comp. Aire Control	
Generador Agua Br. nº 2	
Generador Agua Er. nº 1	

Tabla 6: Tabla toma de horas

Fuente: Trabajo de campo

M.P.= Motor Principal, M.A.= Motor Auxiliar, Dep. Ac=Depuradora aceite.

Según la operatividad del buque, se realizara rondas diarias o semanales, en las que se toman las horas de los equipos indicados en la tabla anterior, para posteriormente actualizarlas en plan de mantenimiento.

El objetivo del mantenimiento preventivo es, evitar mantenimientos correctivos no deseados como el del caso práctico expuesto en el apartado anterior y mantener así la instalación en unas condiciones óptimas, aparte de evitar averías imprevistas. Esto permitirá que las inspecciones sean positivas, al igual que la fiabilidad y seguridad estén garantizadas.

Un buen mantenimiento preventivo sistemático como veremos en el siguiente apartado, permitirá realizar un aún mejor mantenimiento preventivo condicional.

Pasemos ahora a algunos casos prácticos de aplicación directa de mantenimiento preventivo sistemático.

1. Análisis de aceite:

Sin entrar en principios fundamentales, destacar la importancia de la lubricación y refrigeración, una depende de la otra y determinan tanto el buen funcionamiento de una máquina, como su fiabilidad y vida útil.

En los siguientes cuadros, se muestran casos prácticos, de cómo llevar un histórico de los resultados obtenidos en los análisis.

En un buen mantenimiento preventivo suele haber dos tipos de análisis de aceite:

a) Análisis de aceite a bordo.

Lo realiza el personal del buque con un analizador rudimentario que solo le permite obtener resultados del % de agua existente en el aceite y de carácter orientativo.

Resultados

ANÁLISIS CONTENIDO DE AGUA EN ACEITES ENERO 2014														
FECHA	M.P.N°1	M.P.N°2	M.P.N°3	M.P.N°4	M.A.N°1	M.A.N°2	RED. BR	RED. ER	LIPS BR	LIPS ER	BOCINA BR	BOCINA ER	HELICE PROA 1	HELICE PROA 2
02/01/2014	0,04%	<0,02%	<0,02%	0,03%	<0,02%	<0,02%					0,23%	0,24%		
03/01/2014							0,02%	0,02%						
13/01/2014						0,02%								
15/01/2014					0,02%									
16/01/2014													0,04%	0,18%
22/01/2014	<0,02%			<0,02%										
25/01/2014		<0,02%				<0,02%								
26/01/2014					<0,02%									

Tabla 7: Contenido de agua en aceite
Fuente: Trabajo de campo

La tabla anterior es una forma práctica de guardar un histórico del porcentaje de agua en aceite de equipos tales como: M.P.- motor principal, M.A.-Motor auxiliar, RED.- Reductoras, LIPS, Bocinas y hélices de proa, etc.

Este histórico permite al personal de mantenimiento detectar una contaminación del aceite por agua. Los análisis se realiza periódicamente según el plan de mantenimiento o si se sospecha que hay alguna contaminación por agua. Detectar a tiempo problemas como la contaminación del aceite con agua, evita grandes averías.

b) Análisis de aceite en laboratorio.

Lo realiza el personal de laboratorio externo al buque aportando mayor información y mejor precisión como se puede observar en el siguiente informe, con resultados reales de un análisis de laboratorio, sobre una muestra de aceite de un motor principal.

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

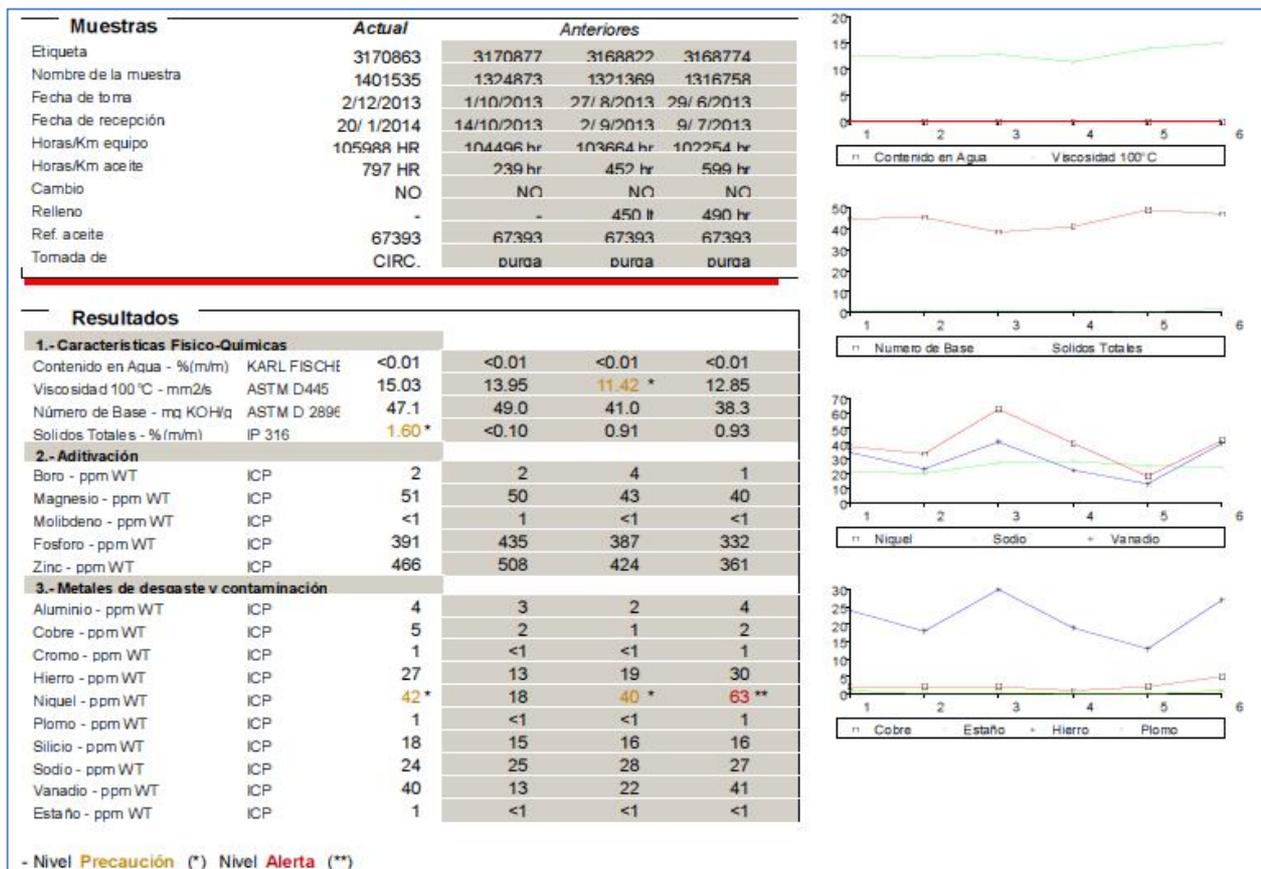


Tabla 8: Análisis de aceite
Fuente: Trabajo de campo

Este tipo de análisis permite al personal de mantenimiento obtener mucha más información sobre el estado del motor. Estos informes se duplican y se archivan en un histórico con la periodicidad que establece el plan de mantenimiento.

2. Análisis del agua de refrigeración

Lo suele realizar el personal del buque con analizadores rudimentarios y que solo permite obtener resultados orientativos, pero lo suficientemente precisos, para determinar la calidad del agua de refrigeración.

Las siguientes tablas son un histórico real sobre las ppm de nitritos y cloros existente en el agua de refrigeración y su pH., la periodicidad de los análisis se indican en la primera fila y los resultados se indican con una (x), de forma intuitiva se observa y queda registro en un histórico de mantenimiento la evolución del estado del agua de refrigeración a lo largo de los meses y años.

Resultados

Date	1-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	28-31
> or = 2700								
2520								
2340								
2160								
1980								
1800								
1620	X	X			X	X		x
1440			X					
1260				X			X	
1080								
900								
< or = 720								

Nitrite as ppm
NO₂
Normal Level
1440 - 2400ppm

> or = 100								
80						X		
60					X			
40							X	
20		X						x
0	X		X	X				

Chloride
ppm Cl
Normal Level
max 50ppm

pH	9	8,5	8,5	8	8,5	8,5	7,5	7,5
"Dieselguard NB" Dosage in Kg								
"Rocor NB Liquid" Dosage in ltr.						15 ltr.		
MM- NON CHROMATE Makeup ltr.								

Tabla 9: Histórico análisis de agua refrigeración
Fuente: Trabajo de campo

En la última tabla se muestra la química utilizada para regular los niveles de pH, Cl y NO₂, se especifica qué producto se utiliza, cuándo se aplica y la cantidad utilizada en litros.

Este seguimiento se realiza en todos los circuitos de refrigeración independiente que existan en la instalación, y se realizará tanto al circuito de alta temperatura como el de baja temperatura, los resultados se indicarán en tablas independientes.

3. Análisis agua de caldera

La calidad del vapor es otro de los elementos fundamentales para lograr un mantenimiento preventivo de calidad, mantener el agua de la caldera en los niveles idóneos de alcalinidad, pH y Cl. supone un coste económico importante, los productos químicos son caros pero si no se realiza este control, la caldera con el paso de los años quedaría inservible por el efecto de la corrosión.

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

En las siguientes tablas se puede observar un histórico real sobre el tratamiento del agua de una caldera y su condensador.

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
P. Alkalinity ppm as CaCO ₃ 100 - 300	> or = 350																																
	330																																
	310																																
	290																																
	270																																
	250																																
	230																																
	210											X				X																	
	190			X				X												X				X									
	170																																
	150																													X			
	130																																
	110																														X		
	90																																
< or = 70																																	
"Liquitreat"	Dosage in Liter	2 L									2 L																						2 L
Boiler pH	Over 11.0																																
	9.5 - 11.0			X			X			X			X			X			X			X					X			X			
	Below 9.5																																
Sample appearance	Cloudy																																
	Clear			X			X			X			X			X			X			X					X						
	Coloured																																
Boiler Chlorides	> or = 260																																
	220 - 240																																
	180 - 200																																
	140 - 160																																
	100 - 120																																
	60 - 80																																
	0 - 40			X				X			X			X			X			X			X					X		X			
Blowdown	3/1'																																

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

En la ilustración nº 15 se muestra como un operario realiza la inspección.



Ilustración 15: Inspección eje de camones motor principal
Fuente: Trabajo de campo

Se registran los resultados en una tabla como la que se muestra a continuación.

MOTOR PRINCIPAL WÄRTSILÄ 9L38									
M/P N°1		FECHA	15/08/2014		HORAS M/P	53112			
	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4	CILINDRO 5	CILINDRO 6	CILINDRO 7	CILINDRO 8	CILINDRO 9
Camón bomba	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Válvulas de admisión	ok	ok	ok	ok	desgaste	ok	ok	ok	ok
Válvulas de escape	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Holgura cojinetes									
M/P N°2		FECHA	23/10/2014		HORAS M/P	54505			
	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4	CILINDRO 5	CILINDRO 6	CILINDRO 7	CILINDRO 8	CILINDRO 9
Camón bomba	ok	ok	ok	ok	ok	pequeño desgaste	ok	ok	ok
Válvulas de admisión	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Válvulas de escape	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Holgura cojinetes									
M/P N°3		FECHA	09/06/2014		HORAS M/P	52604			
	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4	CILINDRO 5	CILINDRO 6	CILINDRO 7	CILINDRO 8	CILINDRO 9
Camón bomba	ok	ok	ok	pequeño desgaste	ok	rallado	ok	ok	ok
Válvulas de admisión	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Válvulas de escape	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Holgura cojinetes									
M/P N°4		FECHA	13/09/2014		HORAS M/P	54448			
	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4	CILINDRO 5	CILINDRO 6	CILINDRO 7	CILINDRO 8	CILINDRO 9
Camón bomba	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Válvulas de admisión	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Válvulas de escape	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Holgura cojinetes									

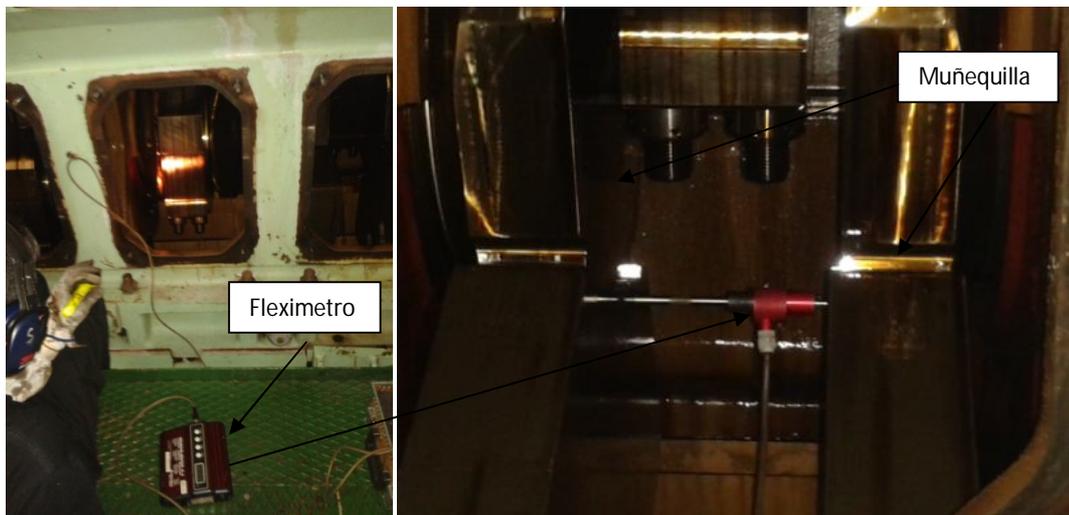
Tabla 11: Histórico Inspección eje de camones
Fuente: Trabajo de campo

5. Toma de flexiones

Se retirarán las tapas que cubren el cigüeñal para poder utilizar el flexímetro, instrumento de medición que se muestra en las ilustración 16 y 17, este instrumento nos indicará de forma digital la distancia que existe entre muñequillas a lo largo de

Resultados

los diferentes puntos que se indica el gráfico de referencia de medidas situado debajo de la tabla de toma de datos nº12. Anotamos las medidas tomadas en las correspondientes casillas de la tabla y, mediante aplicación directa de fórmulas, obtenemos los resultados. Estos resultados deben de estar dentro o lo más próximo a los límites establecidos por el fabricante.



Ilustraciones 16 y 17: Toma de flexiones
Fuente: Trabajo de campo

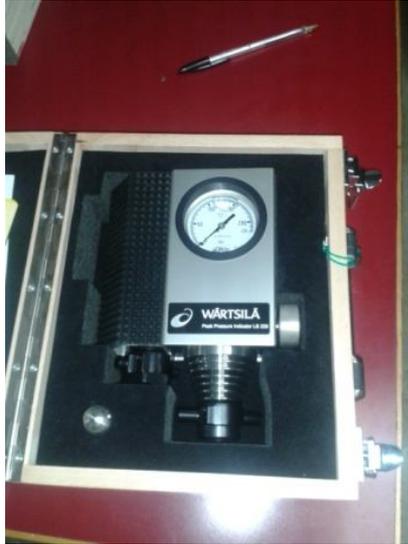
	HORAS								
	60789								
	CIGÜEÑA 1	CIGÜEÑA 2	CIGÜEÑA 3	CIGÜEÑA 4	CIGÜEÑA 5	CIGÜEÑA 6	CIGÜEÑA 7	CIGÜEÑA 8	CIGÜEÑA 9
A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B	-0,130	-0,370	-0,420	-0,190	-0,030	-0,160	-0,270	-0,440	-0,310
C	-0,440	-0,730	-0,740	-0,230	0,010	-0,180	-0,480	-0,760	-0,640
D	-0,270	-0,370	-0,310	-0,080	0,100	-0,040	-0,140	-0,270	-0,230
E	-0,040	-0,040	0,020	0,040	0,060	0,050	0,030	0,080	0,010
FORMULA A	-0,230	-0,375	-0,365	-0,105	0,020	-0,078	-0,233	-0,360	-0,318
FORMULA B	-0,200	-0,370	-0,365	-0,135	0,035	-0,100	-0,205	-0,355	-0,270
MAX. 0,015	0,030	0,005	0,000	0,030	0,015	0,023	0,028	0,005	0,048

GRAFICO REFERENCIA DE MEDIDAS	TOLERANCIAS DEL CIGÜENAL				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">LADO MANIOBRA</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">LADO OPUESTO</p> </div> </div>	<p>Después de la alineación del cigüeñal la flexión limite es: 0,05 Desviación max entre muñequillas adyacentes es: 0,7 x flexión limite La desviación máxima entre</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">$\frac{2C+A+E}{4}$</td> <td style="padding: 0 10px;">Y</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">$\frac{D+B}{2}$</td> <td style="padding-left: 10px;">es: 0,015</td> </tr> </table> <p>La desviación maxima entre A y E es: 0,01</p>	$\frac{2C+A+E}{4}$	Y	$\frac{D+B}{2}$	es: 0,015
$\frac{2C+A+E}{4}$	Y	$\frac{D+B}{2}$	es: 0,015		

Tabla 12: Toma de flexiones
Fuente: Trabajo de campo

6. Toma de presiones máximas

El instrumento de medición es el que se muestra en la ilustración nº18.



**Ilustración 18: Instrumento toma de presiones máximas
Fuente: Trabajo de campo**

Éste se coloca en las purgas de los cilindros con el motor en funcionamiento, cuando abrimos la purga este instrumento de medición indica la presión máxima, ejercida por la combustión, para posteriormente registrarla en la siguiente tabla nº13, junto a otros datos de interés. Se podrán comparar los resultados con los archivados en el histórico y ver cómo evoluciona el estado del motor.

Esta comprobación nos da mucha información sobre el motor: calidad de la inyección, estado de los aros del pistos, calidad del aceite, etc.

Se realiza periódicamente por el personal del buque y según el plan de mantenimiento.

Resultados

MOTOR PRINCIPAL WÄRTSILÄ 9L38																		
ROPAX ZURBARÁN		FECHA 14/01/2014				HORAS M/P 60 948												
	CILINDRO 1	CILINDRO 2		CILINDRO 3		CILINDRO 4		CILINDRO 5		CILINDRO 6		CILINDRO 7		CILINDRO 8		CILINDRO 9		
Presión Combustión	162	158,3		165,4		158		159		163		154,7		156,2		155,2		
Temperatura Escape	373	360	352	344	359	359	414	395	386	409	370	406	408	408	377	420	421	405
Índice de Bomba	51	50		50		51		50		51		50		50		50		
CREMALLERA MEDIA	50,3																	
CREMALLERA LOCAL	50																	
% CARGA M/P	90%																	
RPM M/P	600																	
% PASO HÉLICE	65%																	
RPM TURBO	16 000																	
PRESIÓN BARRIDO	2,4																	
Tº AIRE BARRIDO	43																	
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL ENFRIADOR DE AIRE							ANT.			DESP.			DIF.					
							2,37			2,31			0,06					
OBSERVACIONES	Temperaturas de escapes: la primera es del sensor V1 y la segunda del sensor V2.																	
MEDIA TEMPERATURA V1	346,00																	
MEDIA TEMPERATURA V2	350,60																	

Tabla 13: Histórico toma de presiones máximas
Fuente: Trabajo de campo

Con los casos prácticos de mantenimiento preventivo sistemático ya expuestos y para no extendernos más, el lector puede hacerse una idea de cómo se gestiona y procede en este tipo de mantenimiento.

A continuación, desarrollamos un listado de mantenimiento preventivo sistemático que se desarrolla en diferentes equipos, no se expondrá el caso práctico de cada trabajo para no extendernos más..

Mantenimiento preventivo de una caldera:

EQUIPO	Trabajo
Bbs Alimentación	
Filtros	Limpieza
Mechero	Inspección
Limpieza de la tobera	Limpieza
Electrodos	Revisión
Purga escape caldera	Abrir

ECONOMIZADORES

Sopladores	Engrase
Sopladores limpieza exterior	Limpieza

**Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento,
Departamento de Máquinas**

Economizadores	Extraccionar
Machos manómetros diferenciales	Purgar

**BBAS. CIRCULACION
ECONOMIZADORES**

Serpentín refrigeración sello	Desobstruir
Serpentines señal manómetros	Desobstruir

TANQUE CISTERNA Y OBSERVACION

Tanque cisterna	Limpieza
Tanque observación y purgas	Limpieza

CALDERA VAPOR

Prueba alarma fallo llama	Prueba
Prueba quick closing valve	Prueba
Prueba alarma bajo nivel agua	Prueba
Prueba alarma alto nivel agua	Prueba
Prueba alarma baja presion vapor	Prueba
Prueba alarma alta presion vapor	Prueba
Prueba valvulas de seguridad	Prueba

Mantenimiento preventivo de varios equipos:

EQUIPO	Trabajo
--------	---------

CLIMATIZADORES	
Correas ventiladores- extractores	Revisión
Mantas filtrantes Climatizadores	Cambio
Mantas filtrantes AC1	Cambio
Mantas filtrantes ventiladores LCS, A/A LCS y UPS's 1 y 2	Cambio
Mantas filtrantes A/A Control, Cuadro Elec.	Cambio

DAMPERS VENTILACION MAQUINAS	
Grampas y bielras	Engrase
Grampas extracciones naturales sala máquinas	Accionar
Ventiladores y fire dampers (Parar y arrancar)	Accionar
Acido fosfórico imbornales locales ventilación	Dosificar

BOMBAS Y MOT. ELECTRICOS	
Cojinetes bombas y motores eléctricos	Engrase
Ventiladores y aletas motores eléctric.	Limpieza

Resultados

Bombas. Contra.I; Drencher; Lastre y Watermist	Arrancar
--	----------

TERMINALES CAJAS ELECTRICAS	
Cajas bombas servo	Reapriete
Cajas hidráulica popa	Reapriete
Caja bombas hidróforo agua destilada	Reapriete
Cajas compresores aire arranque	Reapriete
Cajas hidráulica proa	Reapriete
Cajas reductoras MM/PP	Reapriete
Cuadro servicios maqs. PP3 (Pr. tecele sup MM/PP)	Reapriete
Caja ventiladores sala de máquinas (PP18)	Reapriete

FILTROS FONDOS A/S.	
Canasta fondo A/S local de PR-ER.	Limpieza
Canasta fondo A/S local de PR-BR.	Limpieza
Canasta fondo A/S hidróforo C.I Emerg.	Limpieza
Canasta fondo A/S Bomba C.I Emerg.	Limpieza
Canasta fondo A/S DRENCHER	Limpieza
Canasta fondo A/S C.I. nº 1	Limpieza
Canasta fondo A/S C.I. nº 2	Limpieza
Filtros fondos A/S MM.PP.	Limpieza
Filtro fondo A/S EVAPORADOR	Limpieza
Filtro A/S Frigorífica nº 1	Limpieza

BANDEJAS/REBOSES MM.PP./PURGAS TKS.	
Dosificar G.O. bandejas purga Tks. F.O. y módulos	Dosificar
Dosificar G.O. tuberías fugas combust. MM.PP.	Dosificar
Dosificar G.O. bandejas filtros auto. aceite	Dosificar
Dosificar G.O. bandejas filtros F.O. MM.PP.	Dosificar

Como se puede ir observando, la cantidad de equipos y trabajos de mantenimiento preventivo a realizar, son bastante amplios. Gestionarlos con hojas de cálculo, como la mencionada al comienzo de este apartado, sin duda simplifica el trabajo.

Para mantener un histórico de los trabajos de mantenimiento realizados no solo se cumplimenta y archivan formatos tipos como los que hemos visto en los casos prácticos anteriores. Los trabajos de mantenimiento se anotarán en un cuaderno con su correspondiente fecha de ejecución y se actualizarán en el software del plan de mantenimiento.

– **Mantenimiento preventivo condicional.**

El mejor ejemplo sobre este tipo de mantenimiento, es la varada de un buque en dique seco.

Si no surge un problema inesperado, las varadas de los buques suelen estar condicionadas por legislación. El buque queda totalmente fuera de servicio momento idóneo para realizar de forma práctica y eficiente todos aquellos mantenimiento que no se pueden realizar navegando o mientras el buque esta en servicio.

Si se ha realizado de forma adecuada los mantenimientos preventivos sistemáticos, y la instalación está en óptimas condiciones, se dispondrá de mayor tiempo y capacidad de trabajos para realizar todos aquellos trabajos de mantenimiento sobre los elementos u equipos condicionados por su naturaleza o porque tanto la sociedad de clasificación o el estado de abanderamiento exige que se realicen en un momento determinado.

Las sociedades clasificadoras y el estado de abanderamiento imponen la vida útil o el período en el que la operatividad de determinados equipos y elementos es segura, cuando estos períodos están próximos a su vencimiento, el equipo o elemento en cuestión ha de ser reacondicionado, inspeccionado o sustituido. La varada del buque es el mejor momento para realizar estos trabajos de reacondicionamiento, sustitución o inspección. Los equipos y elementos que dependen de este condicionante disponen del 100% del tiempo y esfuerzo de trabajo.

Otros equipos u elementos a los que se le puede hacer el mantenimiento durante navegación o con el buque en servicio, no deben malgastar este período de varada tan valiosa para el mantenimiento condicional.

Como casos prácticos y resultados de una varada real, expondremos un dossier fotográfico con los trabajos que se realizaron en dicho período:

Los trabajos aquí expuestos, son supervisados por el departamento de máquinas, especificaremos qué personal realiza los trabajos (talleres externos o personal del propio dique).

Resultados

Una vez el personal del buque deje la instalación fuera de servicio y conecte la toma eléctrica y suministro de agua contra incendios proporcionadas por el astillero, organizará y tomará todas las medidas de seguridad oportunas para dirigir los trabajos de mantenimiento condicional programados para la varada.

El personal del dique, tras un previo recorrido y etiquetado con el personal del buque, comienza a desmontar todas las válvulas de toma de mar, para su posterior limpieza y reacondicionamiento, si es necesario se sustituyen por otras nuevas.



Ilustraciones 19, 20 y 21: Válvulas circuito refrigeración agua de mar
Fuente: Trabajo de campo

Un taller externo (A), comienza el reacondicionamiento completo de uno de los motores principales.



Ilustración 22: Motor principal vista de proa
Fuente: Trabajo de campo

Los trabajos a realizar en este motor son los siguientes:

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

- Tomar muestra de la silicona del volante anti vibratorio y enviar al laboratorio, *(en la primera hora desde que paremos el motor, para que esté fluido)*.
- *Reacondicionamiento general* de culatas, pistones, camisas y inspeccionar cojinetes
- Revisión acoplamiento elástico
- Revisar ruedas de engranajes.
- Revisión y puesta a punto equipo detector de niebla en el cárter
- Limpieza enfriador aire.
- Toma de flexiones.
- Efectuar mantenimiento 4.000 h T/S (Limpieza in situ).
- Reacondicionamiento Bomba pre lubricación de aceite.
- Reacondicionamiento I Bomba acoplada aceite.
- Reacondicionamiento Bomba acoplada agua alta temperatura y baja temperatura.
- Reacondicionamiento Bombas de inyección.
- Revisar válvulas aire de arranque.
- Cambiar sensores temperatura camisas.
- Cambio total del aceite del motor.
- Limpieza interior del Carter y tanque aceite retorno.
- Cambio válvula termostática de alta temperatura.
- Sustituir juntas colector de engrase bombas combustible.
- Sustituir juntas colector combustible a bombas de alta.
- Eliminar pérdida de aceite en filtros dobles de aceite.

Otro taller (B), se ocupará de desmontar las bombas acopladas tanto de aceite como de agua de los motores principales que han de ser reacondicionadas.



Ilustración 23: Bomba acoplada de agua, motor principal
Fuente: Trabajo de campo

Resultados

Un tercer taller externo (C), comienza a desmontar la bombas de agua de mar del circuito de refrigeración, para su posterior reacondicionamiento.



Ilustración 24: Bomba agua de mar, circuito refrigeración
Fuente: Trabajo de campo



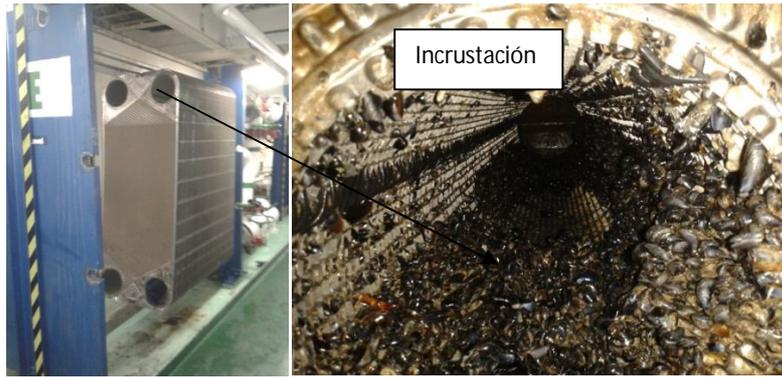
Ilustración 25: Carrete de conexión entre la bomba de agua mar y el circuito de refrigeración
Fuente: Trabajo de campo

Se sustituirá el carrete de conexión que se encuentra en mal estado por causa de la corrosión. El astillero fabrica uno nuevo.

Un cuarto taller (D), realiza trabajos varios como limpieza de los intercambiadores del circuito de refrigeración de agua de baja temperatura y el enfriador de aceite de uno de los motores principales.



Ilustración 26: intercambiador de calor circuito de aceite de un motor principal
Fuente: Trabajo de campo



Ilustraciones 27 y 28: Intercambiadores de calor circuito de refrigeración de agua de baja t°
Fuente: Trabajo de campo

El taller (C) instala el nuevo carrete en la descara de la bomba de agua de mar.



Ilustración 29: Bomba agua de mar, circuito refrigeración
Fuente: Trabajo de campo

El taller (A) continua con el reacondicionamiento del motor principal asignado.



Ilustraciones 30, 31 y 32: Vista de proa del motor principal, izado de una culata a una cubierta superior para su posterior reacondicionamiento y vista inferior de una válvula de gases de escape
Fuente: Trabajo de campo

Resultados

Se sustituyen todos los elementos fuera de medidas y deteriorados por desprendimiento, se realizan pruebas hidráulicas a todas las culatas (7 bar durante 15 min.) y se sustituyen todas las juntas de los Kits de montaje de culatas.



Ilustración 33: Prueba hidráulica de una delata culatas
Fuente: Trabajo de campo

El taller (C) comienzan con los enfriadores de aire de los motores principales.



Ilustraciones 34 y 35: Enfriador de aire y colector
Fuente: Trabajo de campo

Se desmontan los enfriadores de aire de todos los motores principales para su posterior reacondicionamiento en un taller especializado donde los someten a pruebas hidráulicas y una limpieza, en el buque también se limpian las tuberías y nichos con cepillos de alambre, para quitar la grasa se trapea todas las superficies.

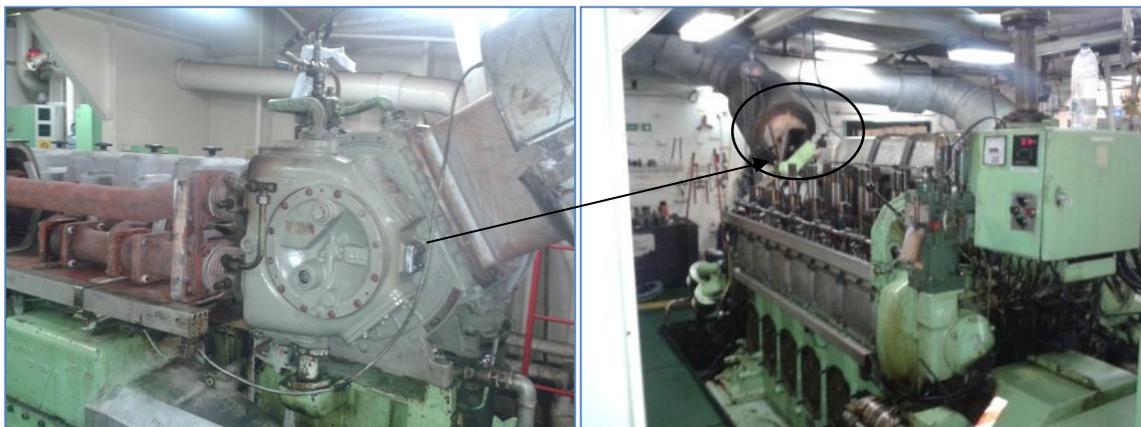
El personal del dique continúa con la limpieza de válvulas y comienza con los fondos y colectores de agua salada de proa



**Ilustraciones 36 y 37: colector agua de mar y filtros
Fuente: Trabajo de campo**

En las ilustración se observa el nivel de incrustación que tenía el colectores de agua salada, para su limpieza utilizan un latiguillo de agua a presión.

Un quinto taller (E), desmontan las turbocompresores de los motores auxiliares.



**Ilustraciones 38 y 39: Turbo compresor y vista frontal de un motor auxiliar sin turbocompresor
Fuente: Trabajo de campo**

Al igual que en los motores principales los turbocompresores de los motores auxiliares son sometidas a inspección y reacondicionamiento, el taller encargado de realizar los trabajos sobre los turbocompresores es el mismo que el que los realiza sobre los turbocompresores de los motores principales, ya que son especialistas en este tipo de trabajos. Los trabajos de reacondicionamiento del resto de elementos de los motores auxiliares, son realizados por un taller independiente al que realiza los trabajos de reacondicionamiento de los motores principales, de esta forma se reparte la carga de trabajo. Un taller (A) reacondiciona el motor principal asignado y otro taller (F) reacondiciona los motores auxiliares.

Resultados

El taller (D) finaliza la limpieza de uno de los enfriadores de agua de refrigeración y el enfriador de aceite de uno de los motores principales.



Ilustraciones 40 y 41: Enfriador de agua de baja temperatura limpio
Fuente: Trabajo de campo

La limpieza se realiza con agua a presión y un cepillo plástico, se limpia individualmente todas y cada una de las placas del enfriador.

El taller (A) continúan el reacondicionamiento del motor principal.



Ilustraciones 42 y 43: Desmontaje de los 9 aros anti-desgaste.
Fuente: Trabajo de campo

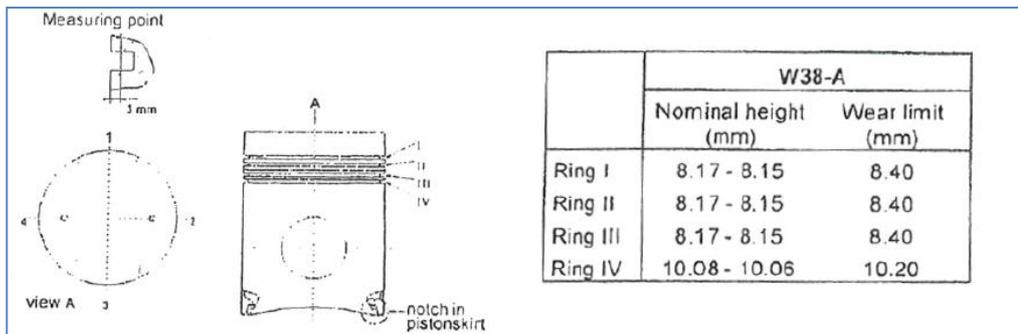
Para realizar los trabajos de demotaje de los aros anti-desgaste es necesario utilizar un útil especial como el que se muestra en la ilustración. Estos útiles son proporcionados por la casa comercial del motor y normalmente se tienen estivados en el buque.

Antes de realizar cualquier reparación hay que dirigirse al manual de instrucciones. En este encontraremos toda la información técnica como: tolerancias, despieces, kit de reparación, etc. también se detalla las herramientas y útiles necesarios para realizar los trabajos de montaje y desmontaje.



**Ilustraciones 44 y 45: Extracción de los pistones.
Fuente: Trabajo de campo**

En las ilustraciones nº 44 y 45 se puede observar cómo se extrae mediante un útil uno de los pistones del motor principal a reacondicionar. A continuación se expondrán fotografías sobre el reacondicionamiento de estos pistones.



**Ilustración 46: Información técnica sobre las cajas del pistón
Fuente: Trabajo de campo**

Para el reacondicionamiento de los pistones, uno de los trabajos más comunes es la sustitución de aros pero antes de realizar este trabajo se comprueba que las cajas cumple con las medidas recomendadas por el fabricante. El taller realiza las medidas y las compara con la información de la ilustración 46.

Resultados



Ilustración 47: Medición de cajas
Fuente: Trabajo de campo

CILINDRO N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ALTURA DE CAJERAS	I	1	8,20	8,22	8,20	8,22	8,22	8,24	8,22	8,23	8,25
		2	8,22	8,20	8,20	8,22	8,22	8,22	8,21	8,23	8,23
		3	8,20	8,21	8,22	8,20	8,20	8,22	8,22	8,22	8,23
		4	8,20	8,20	8,18	8,20	8,22	8,22	8,22	8,22	8,23
	II	1	8,20	8,20	8,18	8,25	8,20	8,20	8,30	8,25	8,20
		2	8,20	8,20	8,20	8,25	8,20	8,20	8,30	8,24	8,20
		3	8,21	8,21	8,20	8,23	8,21	8,21	8,28	8,24	8,20
		4	8,20	8,20	8,20	8,23	8,20	8,20	8,28	8,20	8,20
	III	1	8,18	8,18	8,18	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
		2	8,18	8,18	8,19	8,20	8,21	8,20	8,21	8,20	8,21
		3	8,19	8,18	8,19	8,20	8,20	8,20	8,21	8,20	8,21
		4	8,18	8,19	8,19	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,21
	IV	1	10,11	10,08	10,08	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10
		2	10,10	10,09	10,08	10,10	10,10	10,10	10,10	10,11	10,10
		3	10,11	10,09	10,08	10,09	10,11	10,10	10,10	10,11	10,10
		4	10,10	10,08	10,08	10,09	10,10	10,11	10,10	10,10	10,10

Tabla 14: Registro altura de cajas
Fuente: Trabajo de campo

Un sexto taller (F) comienza el reacondicionamiento de dos motores auxiliares.

Los trabajos a realizar por mantenimiento son los siguientes:

- Limpieza del enfriador de aceite.
- Reacondicionamiento del turbocompresor.
- Limpieza del enfriador de aire de carga.
- Limpieza de los colectores de gases de escape.
- Renovar las toberas de los inyectores.

- Reacondicionamiento de las bombas de combustible.
- Revisión de bombas acopladas agua Alta tº. y Baja tº.
- Revisión de bomba pre lubricación y acoplada de aceite.
- Revisión de culatas y trenes alternativos del motor.
- Revisión de cojinetes del eje de levas.
- Revisar las válvulas de llenado de aceite.
- Cambiar las válvulas entrada/salida combustible.
- Sujetar con abarcones tubos entrada/salida combustible.
- Sanear las bases de transductores de presión.
- Realizar toma de flexiones del cigüeñal.
- Efectuar el reacondicionamiento por horas de funcionamiento a: Válvula termostática Alta tº, Válvula control Baja tº. válvula termostáticas Aceite y Motor de arranque.



**Ilustraciones 48 y 49: Extracción de culatas.
Fuente: Trabajo de campo**

Uno de los primeros trabajos que realiza el taller (F) es extraer las culatas, para ellos es necesario varios útiles especiales así como una bomba hidráulica. A

Resultados

continuación se extraen varios elementos como las bombas de agua acoplada, enfriador de aire, inyectores y pistones, en las siguientes fotografías se muestran los elementos que se extraen para su posterior inspección y reacondicionamiento.



Ilustraciones 50 y 51: Enfriador de aire e inyectores después de extraerlos.
Fuente: Trabajo de campo



Ilustraciones 52 y 53: Pistones, bombas acopladas de agua, balancines y tapa de balancines.
Fuente: Trabajo de campo

El material extraído se marca y clasifica para posteriormente transportarlo al taller especializado, en éste se inspecciona y reacondiciona con herramientas especializadas y sistemas de limpieza por ultrasonidos.

Una vez realizados los trabajos de taller, en el buque se instalan los diferentes elementos ya inspeccionados y reacondicionados. Los operarios utilizan kit de montaje suministrados por el fabricante; estos kit incluyen todas aquellas juntas y tornillos que el fabricante considera que hay que sustituir una vez se extrae el elemento.

El personal del dique realiza trabajos de corte en la sala de máquinas costado de Er.



Ilustraciones 54 y 55: Descarga al mar del colector de agua de mar y carrete oxidado
Fuente: Trabajo de campo

Cuando se desmontan las válvulas de descarga al mar del circuito de agua salada, se encuentran defectos causados por la corrosión en los carretes de acero del costado y se decide sustituirlos por unos fabricados por el astillero.

El personal de dique finaliza algunas válvulas y fondos de toma de mar.



Ilustraciones 56 y 57: Filtro colector de agua de mar y válvula fondo de agua de mar
Fuente: Trabajo de campo

Una vez realizado los trabajos de limpieza, aligeramiento y sustitución de elastómeros, a las válvulas se les aplica un producto especial que protege al material de la corrosión y las algas marinas; los pernos y tornillería en mal estado se sustituye por una nueva .

Resultados

El taller (C) continúa con los enfriadores de aire de los motores principales y prepara los útiles para realizar trabajos de inspección y sustitución sobre los cojinetes de cabeza de biela de uno de los motores principales.



Ilustraciones 58 y 59: Tapas de registro del cigüeñal y bomba hidráulica más útiles para desmontar cojinetes

Fuente: Trabajo de campo

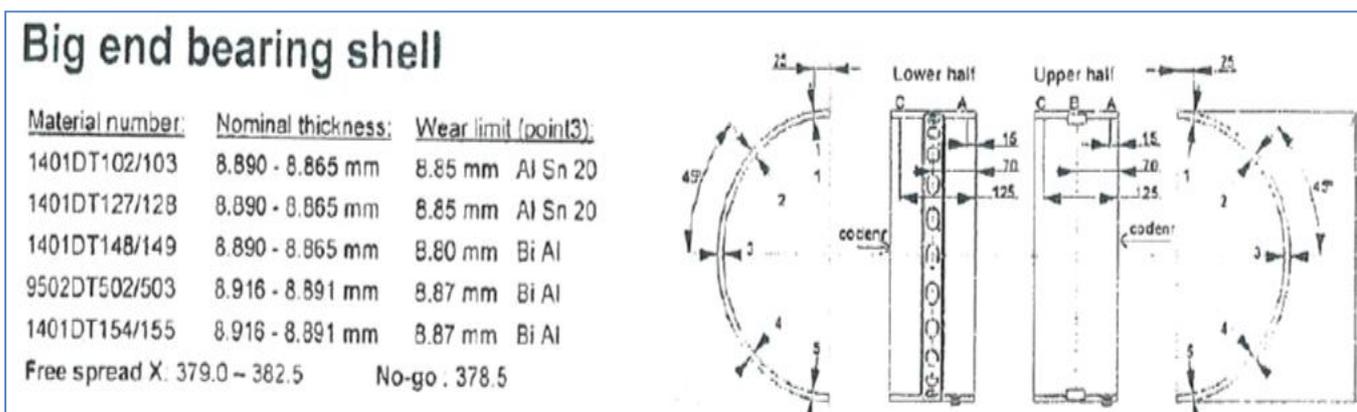


Ilustración 60: Información técnica sobre los cojinetes

Fuente: Trabajo de campo

Un séptimo taller (G), realiza la limpieza completa del separador de sentinas.



**Ilustraciones 61, 62 y 63: Interior del separador de sentina, placas filtrantes y serpentín
Fuente: Trabajo de campo**

Los trabajos de limpieza se realizan con agua a presión y trapeando los diferentes elementos con gas-oil o desengrasantes. A continuación se inspeccionan todos y cada uno de los elementos antes de su montaje.

El taller (F) continúa el reacondicionamiento de los motores auxiliares.



**Ilustraciones 64 y 65: Despiece de los pistones de los motores auxiliares
Fuente: Trabajo de campo**

Resultados

Mientras, el Taller (A) solo se centra en continuar realizando el overhaul del motor principal asignado.



Ilustraciones 66 y 67: Extracción e izado de pistones motor principal
Fuente: Trabajo de campo

Los trabajos de reacondicionamiento de pistones se realizan a bordo. En la fotografía se muestra cómo se trasladan a una cubierta de carga donde el taller dispone de mayor espacio para realizar los trabajos oportunos. En la ilustración nº 46, 47 y tabla 14 se muestran algunos de los trabajos realizados sobre los pistones

El taller (C) desmonta los cojinetes cabeza de biela del motor principal asignado.



Ilustraciones 68 y 69: Extracción cojinetes cabeza de biela
Fuente: Trabajo de campo

Como ya hemos puntualizado antes en las ilustraciones 68 y 69, para realizar esta operación es necesario la utilización de unos útiles especiales. En estas fotografías se puede observar como lo utiliza un operario.

El personal del dique continúa con el reacondicionamiento de válvulas. Estas no se montan hasta que el estado de abanderamiento pase inspección y verifique que se han realizado los trabajos.



**Ilustraciones 70 y 71: Válvulas y colectores de agua de mar reacondicionados
Fuente: Trabajo de campo**

El taller (G), finaliza la limpieza del separador de sentinas y prepara el acceso al tanque almacén de aceite del motor principal, que se reacondiciona para inspeccionarlo.



**Ilustraciones 72 y 73: Separador de sentinas y tanque almacén de aceite de uno de los motores principales.
Fuente: Trabajo de campo**

Resultados

Los trabajos realizados por el taller (G) son únicamente de limpieza y bajo la supervisión de los oficiales de máquinas. El tanque almacén de aceite se limpia con trapos para su posterior inspección, realizado en el motor que se reacondiciona por completo y se le sustituye todo el aceite.

El personal de dique continúa con la limpieza de fondos, y colectores de agua salada.



Ilustraciones 74 y 75: Filtro fondo de agua de mar y colector agua de mar.

Fuente: Trabajo de campo

Se finaliza el reacondicionamiento de los filtros mediante la limpieza y sustitución de juntas. El colector de agua salada no presenta gran cantidad de incrustación, como en el colector de proa mostrado en la fotografía nº 36, pero se decide limpiarlo mediante latiguillo.



Ilustraciones 76 y 77: Colector tras la limpieza y descargas de agua de mar reacondionadas.

Fuente: Trabajo de campo

El taller (D), realiza trabajos varios: terminan la fabricación de tuberías de combustible para los motores auxiliares y sustituye una válvula termostática de agua de alta temperatura de unos de los motores principales.



**Ilustraciones 78 y 79: Válvula termostática usada y válvula termostática nueva.
Fuente: Trabajo de campo**

Se sustituye la válvula termostática por una nueva que se encontraba estibada en el buque, la usada se reacondicionará y guardará en el pañol de respetos.



**Ilustración 80: Válvula entrada combustible motor auxiliar.
Fuente: Trabajo de campo**

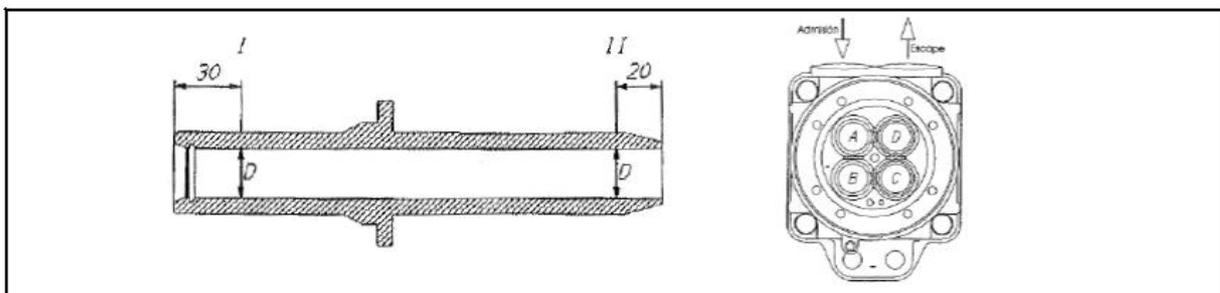
El taller (A), continúa el reacondicionamiento del motor principal. Las culatas están listas para enviar al taller y los pistones son desmontados para su reacondicionamiento.

Resultados



Ilustraciones 81 y 82: Culatas y despiece de los pistones.
Fuente: Trabajo de campo

Los trabajos de reacondicionamiento de los pistones se realizan a bordo puesto su baja complejidad. Sin embargo, como ya hemos visto en fotografías anteriores, los trabajos de reacondicionamiento sobre las culatas se realizan en un taller especializado.



CILINDRO N°		1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	
ADMISIÓN	A	I	30,19	30,21	30,17	30,16	30,16	30,16	30,14	30,14	30,17
		II	30,16	30,22	30,18	30,17	30,18	30,17	30,12	30,14	30,20
	B	I	30,18	30,21	30,16	30,20	30,16	30,16	30,15	30,15	30,16
		II	30,16	30,25	30,19	30,21	30,17	30,19	30,14	30,16	30,21
ESCAPE	C	I	30,18	NUEVA	NUEVA	30,16	30,17	NUEVA	NUEVA	30,15	30,18
		II	30,22	NUEVA	NUEVA	30,24	30,22	NUEVA	NUEVA	30,17	30,21
	D	I	NUEVA	30,12	30,16	30,16	NUEVA	30,14	30,14	30,13	30,19
		II	NUEVA	30,25	30,24	30,20	NUEVA	30,22	30,22	30,22	30,23

Tabla 15: Control Guías de válvulas
Fuente: Trabajo de campo

El personal del dique realiza trabajos en una de las palas de la hélice.



Ilustración 83: Hélice de estribor
Fuente: Trabajo de campo

Una de las palas de la hélice de estribor presenta corrosión por cavitación. Ésta pala se retira para realizar trabajos de recargue mediante soldadura en el taller del astillero.

El taller (A) continúa el reacondicionamiento del motor principal.



Ilustraciones 84 y 85: Izado de camisas y bruñido de camisas.
Fuente: Trabajo de campo

Se extraen las camisas del motor principal para su posterior limpieza, comprobación y bruñido.

Resultados

El taller (C), continúa con trabajos varios como embalaje de los enfriadores de aire para transportarlos al taller.



Ilustración 86: Enfriadores de aire
Fuente: Trabajo de campo

El taller (D) comienza los trabajos sobre los turbocompresores de los motores principales.



Ilustraciones 87 y 88: Vista del despiece del turbocompresor y Corona lado gases de escape .
Fuente: Trabajo de campo

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Turbocompresor n°1 mantenimiento 12000Hrs (Limpieza-cambio cojinetes y equilibrado).
- Turbocompresor n°2 mantenimiento 4000Hrs (Limpieza).

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

- Turbocompresor nº3 mantenimiento 12000Hrs (Limpieza-cambio cojinetes y equilibrado).
- Turbocompresor nº4 mantenimiento 4000Hrs (Limpieza).

El taller (A), realiza trabajos de limpieza e inspección sobre pistones y camisas.



Ilustraciones 89, 90 y 91: Camisa y Cabeza pistón
Fuente: Trabajo de campo

Se detecta defectos en la cabeza de dos pistones, por lo que se decide sustituirlas.

Un taller eléctrico (I), sustituye las baterías de las UPS. 220 V. por unas nuevas.



Ilustraciones 92 y 93: Baterías
Fuente: Trabajo de campo

El taller que realiza los trabajos, es un taller especializado en trabajos eléctricos y los trabajos se realizan por horas de funcionamiento.

Resultados

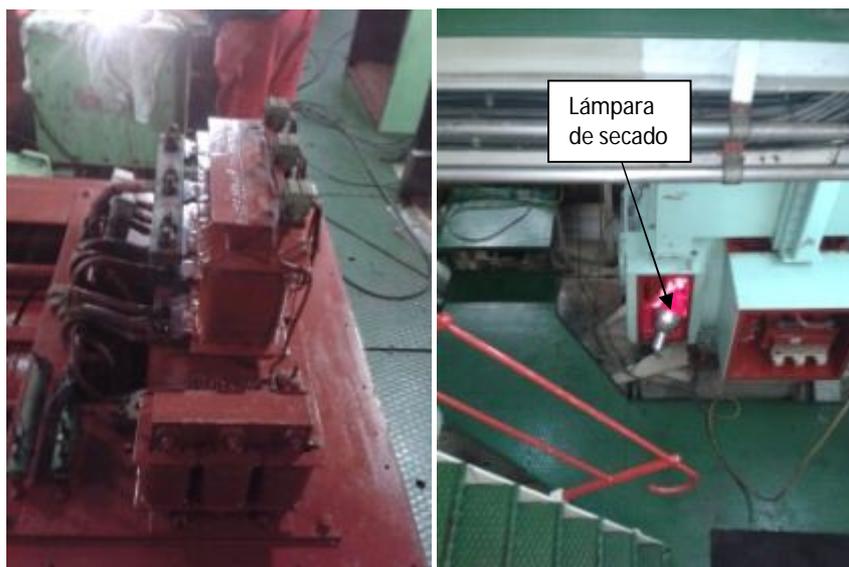
El taller (G), comienza la limpieza de los tanques de observación de las caldera.



Ilustraciones 94, 95 y 96: Tanque de observaciones e interior
Fuente: Trabajo de campo

Se realiza la limpieza y no se encuentra ninguna anomalía.

Otro taller eléctrico (J), comienza la limpieza y barnizado de los alternadores de cola y generadores diesel.



Ilustraciones 97 y 98: Conexiones alternador de cola y vista de un alternador de cola barnizado
Fuente: Trabajo de campo

El taller (D) continua con la limpieza de las turbocompresores de los motores principales.



Ilustración 99: Turbocompresor
Fuente: Trabajo de campo

Un operario de la casa comercial de los turbocompresores realiza los trabajos de inspección, medición y limpieza a bordo del buque.

El taller (F) finaliza los trabajos de reacondicionamiento de uno de los motores auxiliares.



Ilustraciones 100 y 101: Vista de motores auxiliares ya reacondicionados
Fuente: Trabajo de campo

Uno de los motores auxiliares está listo para su puesta en servicio, por lo que se puede prescindir de la toma eléctrica suministrada por el astillero.

Estando el cuadro eléctrico conectado a uno de los motores auxiliares y junto con todos los trabajos del casco y válvulas de toma de mar, finalizados el buque

Resultados

puede salir de dique seco para continuar con los trabajos en otro dique a flote ya que supone un coste económico menor.

El taller (C) instala ya reacondicionadas las bombas de pre-lubricación de los motores principales.



Ilustraciones 102 y 103: bombas de pre-lubricación
Fuente: Trabajo de campo

Los trabajos de reacondicionamientos se realizan en un taller especializado y el buque le suministra todas aquellas juntas o elementos que han de sustituir.

El taller (J) continúa con la limpieza y barnizado de alternadores.



Ilustraciones 104 y 105: Alternador de cola
Fuente: Trabajo de campo

Estos alternadores son los últimos en los que se realizan trabajos porque los de los motores auxiliares se ponen en servicio una vez el buque sale de dique seco y los alternadores de cola siguen fuera de servicio.

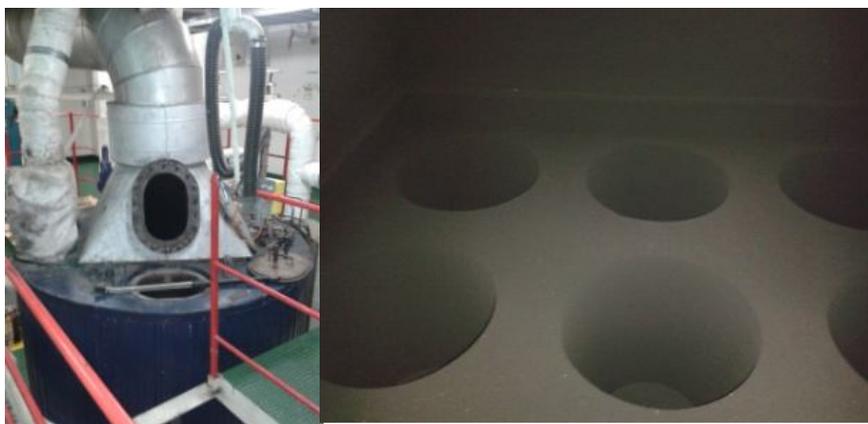
El taller (H), finaliza la instalación de la bomba de achique de lodos a falta de la conexión eléctrica.



Ilustraciones 106 y 107: Bomba achique de sentinas y lodos
Fuente: Trabajo de campo

La antigua bomba de achique de sentina tenía un caudal de descarga menor que la nueva. Con esta instalación, se pretende que las operaciones futuras de descarga de lodos y sentina sean más rápidas.

El taller (G) continúa con la limpieza del colector de vapor de la caldera.



Ilustraciones 108 y 109: Caldera y colector de vapor
Fuente: Trabajo de campo

Con el buque totalmente fuera de servicio y con los motores auxiliares consumiendo gas-oil, es el momento perfecto para realizar este tipo de trabajos en la caldera. Los operarios comienzan la limpieza por las tapas de registro del colector de vapor y, utilizan agua a presión. Una vez finalizan la limpieza de esta zona, se

Resultados

procede a la inspección de la misma, para posteriormente continuar con la limpieza del hogar, el quemador y el condensador.



Ilustraciones 110 y 111: Quemador y hogar
Fuente: Trabajo de campo



Ilustraciones 112 y 113: Hogar tras la limpieza y condensador
Fuente: Trabajo de campo

Una vez terminados los trabajos de tratamiento del casco y reacondicionadas e instaladas tanto las válvulas de toma de mar, como los fondos de agua salada y subsanados e inspeccionadas las hélices y todos aquellos elementos de la obra viva, el buque es puesto a flote.

Con un motor auxiliar en servicio, el buque puede prescindir de la toma eléctrica y de agua suministrada por el astillero para continuar los trabajos de reparación atracado en un dique a flote.



Ilustración 114: Dique seco inundado
Fuente: Trabajo de campo

La maniobra de salida de dique seco, consume la totalidad un día de trabajo. La inundación controlada del dique seco, junto con las oportunas comprobaciones sobre todas las válvulas de toma de mar, que fueron reacondicionadas a la par del resto de operaciones, como la puesta en servicio del motor auxiliar y su acople al cuadro eléctrico, hace esta maniobra compleja y laboriosa.

El taller (H), prosigue con la inspección de acoplamientos de bombas hidráulicas



Ilustraciones 115 y 116: Acoplamientos entre la bomba hidráulica y el motor eléctrico
Fuente: Trabajo de campo

Inspeccionan acoplamiento de las bombas de LIPS de ambas bandas.

Resultados

El taller (A), comienza a instalar en el motor principal elementos ya reacondicionados.



Ilustraciones 117 y 118: Montaje de pistones ya reacondicionados
Fuente: Trabajo de campo

Continúa el montaje de pistones y comienza a montar bombas de combustible y culatas.



Ilustraciones 119,120 y 121: Vista motor principal, vista válvulas de escape, admisión y culata
Fuente: Trabajo de campo

Se montan la bombas de combustible, inyectores y tuberías de combustible.



Ilustración 122: Vista bombas de combustible motor principal
Fuente: Trabajo de campo



Ilustraciones 123 y 124: balancines y Vista motor principal ya reacondicionado
Fuente: Trabajo de campo

Terminamos el dossier fotográfico con la finalización del reacondicionamiento completo de uno de los motores principales.

En el anterior dossier fotográfico, destacar que solo hemos nombrado 10 talleres externos y el personal del astillero que trabajó dentro de la sala de máquinas. No hemos tenido en cuenta otros talleres como los que realizan trabajos en cubiertas y el personal de astillero que trabajó en el casco del buque.

Lo que se pretende trasladar al lector, es la complejidad que supone gestionar todos estos trabajos y la necesidad de subcontratar talleres externos. Concentrar gran parte del mantenimiento preventivo condicional, en la varada del buque, supone un despliegue de personal y respetos a la par de una planificación y gestión de gran envergadura.

Este despliegue se justifica con que estos trabajos solo se pueden realizar con el buque fuera de servicio y, cuanto menor sea el tiempo que lo esté a lo largo de los años, menor será el impacto económico para la naviera.

Reparaciones como la del alternador de cola, expuesta en el apartado de "Mantenimiento correctivo" supone costes aún mayores. El buque queda inoperativo en condiciones imprevistas y el departamento de mantenimiento no está igual de preparado en el sentido de previsión como lo está en el mantenimiento preventivo sistemáticos y condicional.

1.3. Mantenimiento predictivo o de detección precoz:

Este tipo de mantenimiento se realiza en aquellos sistemas o elementos de un equipo en el que la detección precoz de un fallo, evitará problemas y costes económicamente mayores. El mantenimiento predictivo que, a su vez está ligado a un mantenimiento preventivo y correctivo, hoy en día es imprescindible en todas las instalaciones complejas, la computarización y los modernos sistemas de medición, permiten monitorizar casi la totalidad de la instalación mediante sofisticados software. Mediante estos sistemas, el oficial de guardia junto a su equipo de mantenimiento, pueden detectar y predecir fallos de formas precoz.

Independientemente de que un elemento esté sometido a un mantenimiento preventivo, si se detecta anomalías mediante estos software y sistemas de monitorización de parámetros, el departamento de mantenimiento procederá a hacer un seguimiento al equipo o elemento que presenta anomalías, según sea la evolución de éste. El jefe de maquinas, junto a su departamento tomará las decisiones oportunas para evitar daños mayores.

En la siguiente fotografía se muestra el menú principal que monitoriza todos los parámetros de la instalación. Si navegamos en los submenús, encontraremos las distintas interfaz que trasmiten al oficial de máquinas y su equipo todos aquellos parámetros de interés.

Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento, Departamento de Máquinas

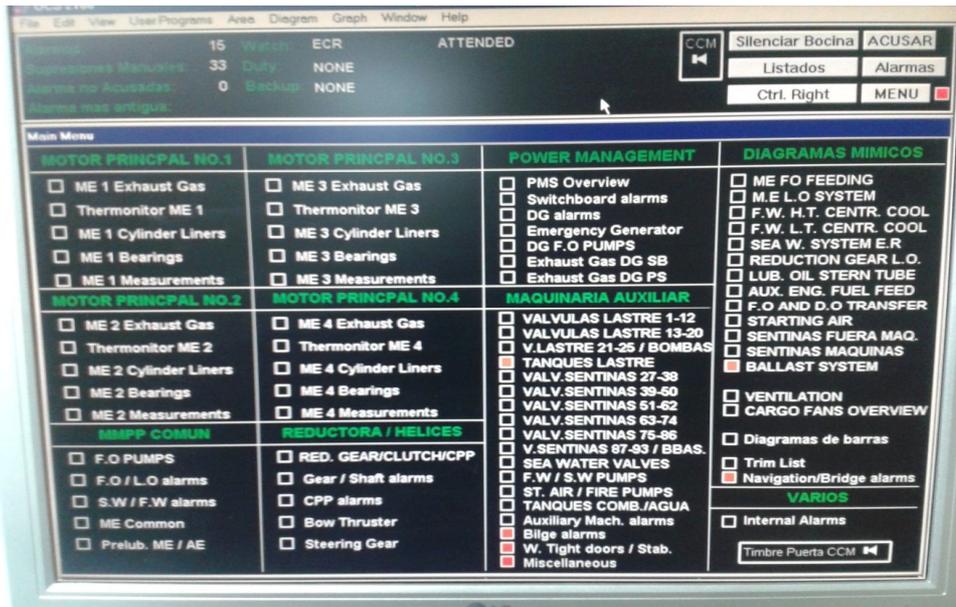


Ilustración 125: Menú principal
Fuente: Trabajo de campo

En las siguientes fotografías se muestran las interfaz de los diferentes submenús.

- Interfaz de la planta eléctrica:

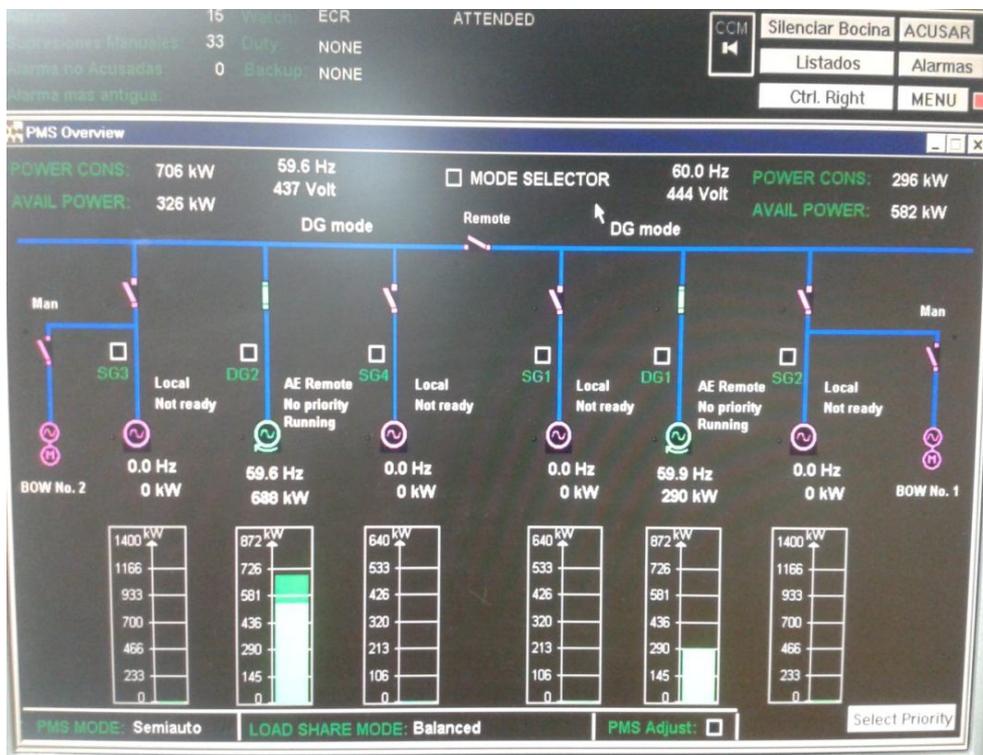


Ilustración 126: Barra de acoplamiento y carga eléctrica
Fuente: Trabajo de campo

Resultados

- Interfaz del sistema de alimentación de combustible de los motores principales:

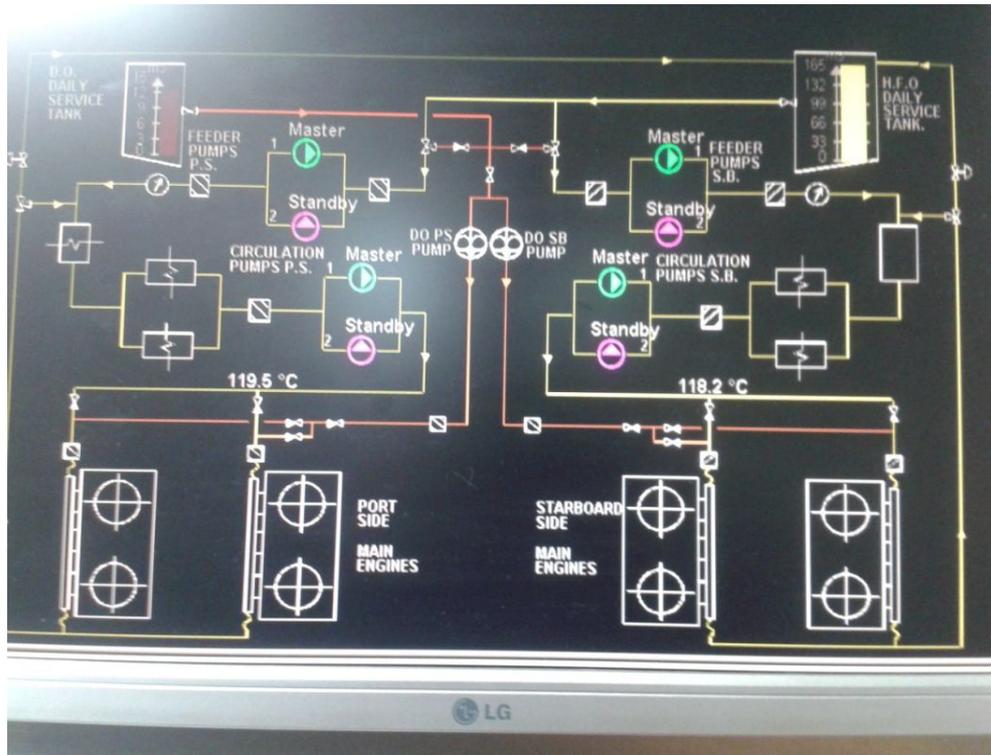


Ilustración 127: Sistema de combustible motores principales
Fuente: Trabajo de campo

- Interfaz sistema de refrigeración agua de alta temperatura motores principales:

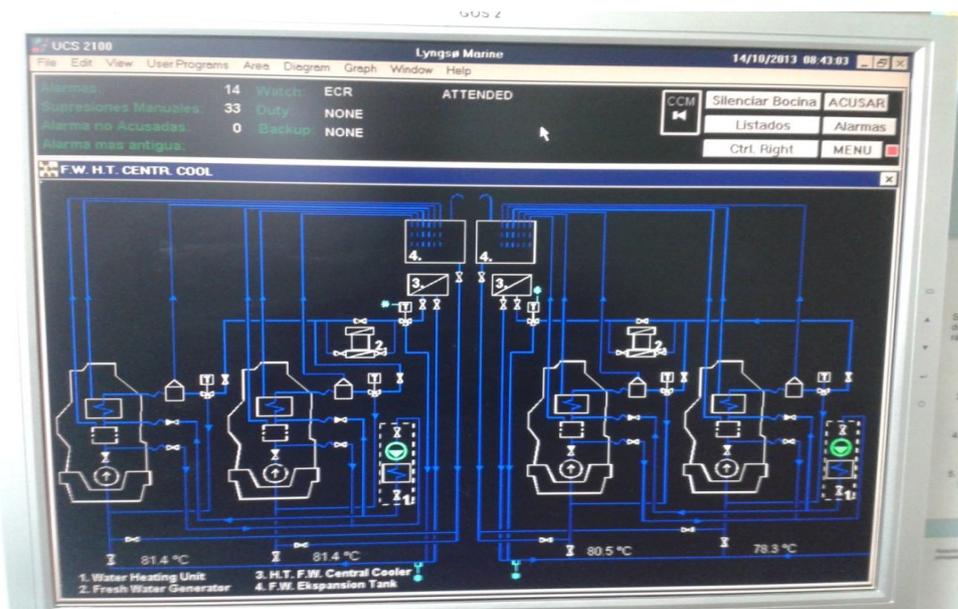


Ilustración 128: Pre calentamiento motores principales
Fuente: Trabajo de campo

- Interfaz sistema de refrigeración de agua de mar:

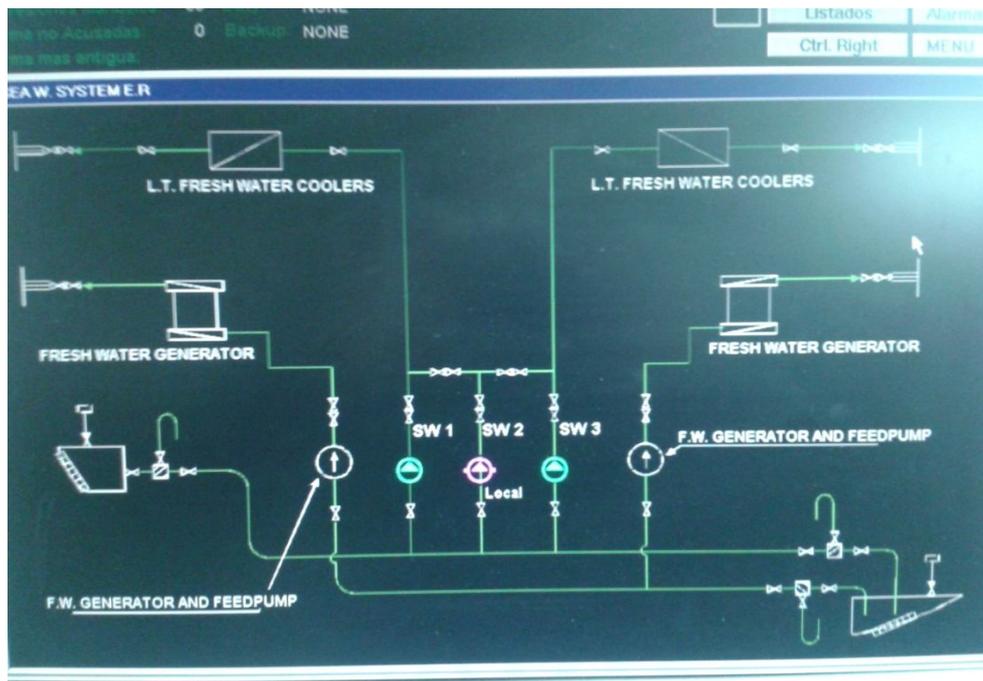


Ilustración 129: Pre calentamiento motores principales
Fuente: Trabajo de campo

Todos los parámetros gestionados por el software, están configurados bajo unos puntos de consigna mínimos y máximos. De esta forma, quedan acotados los valores de funcionamiento normal, si estos valores sobrepasan esta cota, el oficial será puesto en alerta mediante una alarma sonora y luminosa.

Los parámetros no solo son controlados y monitorizados con computadoras, todos los parámetros de importancia han de tener como mínimo varias sondas de medición y distintos dispositivos de lectura como la analógica o manométrica. La lectura de parámetros se pueda realizar tanto de la sala de control como en los paneles de control local, de modo que el operador dispone de información redundante y en varios puntos.

Una rutina que se realiza en cada guardia, es tomar los parámetros más relevantes que permiten al oficial de guardia hacer un reconocimiento general sobre el funcionamiento de la máquina. Éstos parámetros son archivados a razón de obtener un histórico que permite al departamento de máquinas obtener mucha información sobre la evolución de los equipos.

Resultados

Las dos siguientes tablas son un modelo práctico para la toma de parámetros en la sala de máquinas.

ROPAX										FECHA: 17/01/2015													
PARTE DE MÁQUINAS										GUARDIA: 12-16													
MOTORES PRINCIPALES																							
										Tª AGUA AT													
MM/PP	M/P RPM	T/C RPM	Pr. Combust	Tª Combust	Pr. Aire	Tª Aire	Pr. Agua BT	Pr. Agua AT	Ent	Sal	Pr. Aceite	Tª Aceite											
MOTOR PRAL N°1																							
MOTOR PRAL N°2																							
MOTOR PRAL N°3																							
MOTOR PRAL N°4																							
TEMPERATURA GASES ESCAPE																							
										Tª Turbo Soplante													
MM/PP	CIL 1		CIL 2		CIL 3		CIL 4		CIL 5		CIL 6		CIL 7		CIL 8		CIL 9		Tª Turbo Soplante				
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	T/S Entrada	Tª Med	Tª Sal	Tª Eco	
MOTOR PRAL N°1																							
MOTOR PRAL N°2																							
MOTOR PRAL N°3																							
MOTOR PRAL N°4																							
TEMPERATURA COJINETES												TEMPERATURA COJINETES											
MM/PP	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	Empuje	Genera Cola	Proa	Popa	Acopl								
MOTOR PRAL N°1																							
MOTOR PRAL N°2																							
MOTOR PRAL N°3																							
MOTOR PRAL N°4																							
				M.P N°4 M.P N°3 M.P N°2 M.P N°1				Propulsor Br Propulsor Er				Br ER											
CREMALLERA					PASO HELICE					Tª SEC BT													
% CARGA					RPM EJE					P SEC BT													
OBSERVACIONES												PRES FILTROS AUT ACTE MOTORES PRINCIPALES											
												N°4	N°3	N°2	N°1								

Tabla 16: Parte de máquinas
Fuente: Trabajo de campo

**Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y Mantenimiento,
Departamento de Máquinas**

MOTORES AUXILIARES													T° Aceite Enfriador	
MM/AA	M/A RPM	T/C RPM	P. Aceite	P. Ac. Filtr	P. Combust	P. Agua AT	P. Agua BT	Pr. Aire	T° Combust	T° Agua AT	T° Aire	Ent	Sal	
MOTOR AUX. Nº1														
MOTOR AUX. Nº2														

TEMPERATURA GASES ESCAPE							
MM/AA	Cil n°1	Cil n°2	Cil n°3	Cil n°4	Cil n°5	Cil n°6	T/S
MOTOR AUX. Nº1							
MOTOR AUX. Nº2							

CARGA MMAA	
Nº 1	
Nº 2	

EQUIPOS VARIOS									
MÓDULOS COMBUS	Pres. Aliment	Pres. Circul	T° Sald	Viscosidad	Disparos				
MM/PP 1y2					22				
MM/PP 3y4					326				
MM/AA					357				

T° A/S	Ag Salada	Bba. Nº3	Bba. Nº2	Bba Nº1
	Pr. A/S			
Pr. A/S Colector				

EQUIPO	BABOR		ESTRIBOR		Niveles Aceite
	Pres. Embrag	Pres. Lubrc	Pres. Embrag	Pres. Lubrc	
REDUCTORAS					
EQUIPO	Pres. LIPS	T° Aceite	Pres. LIPS	T° Aceite	Niveles Aceite
LIPS					

T° CAMARA DE MAQ	

AIRE ACONDICIONADO										
EQUIPO	Pr. Asp	Pr. Aceite	Pr. Desc	Pr. A/S	T° A/S	Pr. A/Fria	T° A/ Fria		Amp	Horas
							Asp Bba	Des. Evp		
AA Nº 1										
AA Nº 2										

FRIGORIFICAS				
FRIGORIFICA PROA	Pr. Asp.	Pr. Descg	Niv Aceite	Pr. A/S
COMPRESOR Nº 1				
COMPRESOR Nº 2				

T° Ante cámara	T° Verduras	T° Pescado	T° Carne

Tabla 17: Parte de máquinas
Fuente: Trabajo de campo

1.4. Mantenimiento basado en el riesgo:

Este mantenimiento engloba un estudio exhaustivo de todos los nombrados con anterioridad. Este tipo de mantenimiento, combina lo mejor y más adecuado de cada uno de los mantenimientos anteriores.

Un ejemplo práctico son muchas de aquellas sustituciones o reacondicionamientos que se hacen en el mantenimiento preventivo condicional. El elemento no está fuera de horas para su reacondicionamiento o sustitución pero el riesgo que se corre si falla, es mucho mayor que asumir los costes en un momento determinado o condicionado, por lo que la entrada del buque en dique seco es el mejor momento para efectuar este tipo de mantenimiento.

Resultados

Los elementos o equipos a los que se le suele aplicar este tipo mantenimiento, son aquellos que no disponen de redundancia. En un buque son pocos los equipos sin redundancia, pero incluso a éstos se les practica mantenimiento basados en el riesgo.

VI. Conclusiones

VI. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se ha profundizado en el campo de la gestión de la seguridad operacional del buque con un amplio marco del conocimiento teórico y legislativo que permita llevar a la práctica una gestión de la seguridad operacional del buque eficiente y acorde a un plan de mantenimiento.

En este capítulo expongo las conclusiones sacadas del conjunto del trabajo fin de grado llevado a cabo.

- Hemos realizado el estudio de los diferentes convenios, códigos e instituciones que participan en la regularización de los sistemas de gestión de la seguridad operacional del buque, junto a diferentes casos prácticos de aplicación directa que exponemos en el capítulo de "Resultados". Así introduciremos al lector en la metodología de la gestión de la seguridad operacional del buque.
- Posterior al estudio realizado sobre los aspectos legislativos de la gestión operacional del buque, hacemos un estudio teórico sobre la gestión del mantenimiento seguida de una exposición de casos reales de mantenimiento para identificar la influencia que ejerce los diferentes convenios e instituciones sobre los planes de mantenimiento llevados a cabo en los buques.
- Con lo expuesto en los puntos anteriores, hemos mostrado una visión general de las funciones y responsabilidades a las que un departamento de máquinas o el propio oficial de máquinas está expuesto. Los sistemas de gestión de la seguridad operacional son una eficiente herramienta para enfrentarse a estas responsabilidades.
- Por último, hemos conocido que es un S.G.S. y su importancia para desempeñar los trabajos de la sala de maquinas.

VII. Bibliografía

VII. BIBLIOGRAFIA

- **[1]** Convenio STCW 95, SOLAS y MARPOL.

- **[2]** Proyecto Final de Carrera “APLICACIÓN DE LAS REGLAS DEL LLOYD’S REGISTER OF SHIPPING A LA CONSTRUCCIÓN DE UN YATE DE ACERO DE 45 m. LOA”

Autora: Laia Vives Grau
Director: Pr. Vicente Sáenz Marín

- **[3]** Proyecto Final de Carrera, Inspecciones Paris MOU y Normas Reguladoras.

Autora: María del Carmen Díaz Puyol
Director: Santiago Ordás Jiménez

- **[4]** Código N.G.S y I.G.S

- **[5]** Técnicas de mantenimiento industrial.

Autor: Juan Días Navarro.
Editor: Calpe Institute of Technology (CIT)

ANEXO I.

1.0. Datos principales

Tabla de contenidos

1.0. Datos Principales	1.0 – 1
1.0.1. Información básica	1.0 – 2
1.0.2. Rendimiento	1.0 – 3
1.0.3. Condiciones de reducción de carga	1.0 – 4
1.0.4. Datos de funcionamiento	1.0 – 5

1.0.1. Información básica

Nombre del proyecto	AESA SEVILLA 291
Número de motor	23300–23301
Tipo de motor	9L38
Diámetro del cilindro	380 mm
Carrera	475 mm
Número de cilindros	9
Dirección de giro	Derecha
Orden de encendido	1–7–4–2–8–6–3–9–5

El motor Wärtsilä 38 es un motor de 4 tiempos, de media velocidad, sobrealimentado, refrigerado y de inyección directa.

1.0.2. Rendimiento

Potencia del motor en condiciones locales				
Potencia 100%	kW	5940		
Velocidad del motor	rpm	600		
Ralentí	rpm	320		
Condiciones locales				
		Máx.	Nom.	Mín.
Presión atmosférica	mbar	–	1000	–
Altitud de la instalación sobre el nivel del mar	m	–	0	–
Temperatura de aire de aspiración	oC	45	–	15
Temp. del refrigerante del aire de carga	oC	38	–	25
Diferencia a plena carga entre la temp. de la cámara de aire de carga y el agua de LT antes del enfriador de aire	oC	11	–	–

Potencia del motor según las condiciones de referencia ISO		
Potencia 100%	kW	5940
Velocidad del motor	rpm	600
ISO 3046-1:1995(E) Condiciones de referencia		
Presión atmosférica	mbar	1000
Altitud de la instalación sobre el nivel del mar	m	0
Temperatura de aire de aspiración	oC	45
Temp. del refrigerante del aire de carga	oC	38
Contrapresión total de gas de escape	mbar	30

Nota!

¡Nota!

El rendimiento total del motor es el de las condiciones de referencia ISO. No se permite un valor superior al de referencia. Para datos de reducción de carga ver sección 1.0.3.

El limitador de combustible está ajustado al 100 % y no se permite sobrecarga.

1.0.3. Condiciones de reducción de carga

- 1** Reducción de carga debido a condiciones ambientales de la instalación. Para condiciones de la instalación y referencia de condiciones ISO ver sección 1.0.2. Reducción de carga según ISO 3046–1:1995(E) aplicando: $h_m = 0.90$
- –0.35% por °C de temperatura de aire de aspiración por encima de la condición de referencia ISO.
 - –0.40% por °C de temperatura de aire de aspiración por debajo de 15 °C.
 - –0.30% por °C de temperatura del refrigerante de aire de carga por encima de la condición de referencia ISO.
 - –1.33% por kPa (10 mbar) de contrapresión total de gas de escape por encima de la condición de referencia ISO.
 - –0.4% por ‰ pérdida de presión relativa en el enfriador de aire de carga ¹⁾.
 - –0.5% por 10% glycol a menos que la temperatura del refrigerante de aire de carga se reduzca en 1°C por cada 10% glycol en el agua de refrigeración.

Nota! Los datos citados en Datos de Funcionamiento (sección 1.0.4.) deben permanecer en valores nominales

- 2** Reducir la carga del motor si las temperaturas de funcionamiento del aceite lubricante o del agua de refrigeración exceden los valores nominales o el gas de escape tiende a superar los valores máximos, ver sección 1.0.4.

Las altas temperaturas de funcionamiento pueden deberse a:

- –contaminación de enfriadores
- –reducción de la presión de aire de carga debido a:
 - contaminación del compresor y / o turbina
 - contaminación del filtro de admisión de aire
 - contaminación del lado aire del enfriador.
 - excesivo desgaste de la turbina.
- –desviación de los ajustes (individual) de las bombas de combustible de alta presión
 - inyectores de combustible desgastados
 - bombas de combustible de alta presión desgastadas
 - Valor combustible CCAI alto (> 870)
 - Alta temperatura ambiente.

Nota! Nunca cambiar los ajustes de cremallera de combustible para igualar las temperaturas de gases de escape.

¹ Pérdida relativa de presión = $\frac{\text{Pérdida de presión enfriador de aire en mbar}}{\text{Presión absoluta aire de carga en bar}} *$

1.0.4. Datos de funcionamiento

Datos de funcionamiento				
		Máx.	Nom.	Mín.
Estado del combustible antes de las bombas de inyección:				
- Presión	bar	-	7-8	-
- Viscosidad (HFO)	cSt	-	16-24	-
- Viscosidad (LFO)	cSt	-	-	2
- Temperatura (HFO)	oC	130	-	-
- Temperatura (LFO)	oC	50	-	-
Estado del aceite lubricante:				
- Temperatura antes del motor	oC	-	63	-
- Presión antes del motor	bar	-	4.5	-
Estado del agua de refrigeración de HT:				
- Temperatura antes del motor	oC	-	73	-
- Temperatura después del motor	oC	-	93	-
- Presión antes del motor	bar	4.6	3.8*	-
Estado del agua de refrigeración de LT:				
- Temperatura antes del motor	oC	38	-	-
- Temperatura después del motor	oC	-	-	44
- Presión antes del motor	bar	4.6	3.4*	-
Presión estática del agua de refrigeración de HT y LT:				
- En entrada bomba de agua de refrigeración	bar	0.8	-	0.5
Temp. aire de carga en botella de aire	oC	-	50	-
Presión de aire de arranque (mín. pres. a 20 °C)	bar	33	30	12
Presión de encendido	bar	180	-	-

* – presión estática a añadir

-0-0-0-0-0-

ANEXO II.

2.5.5. Camisa

La camisa (1) está fabricada en fundición de aleación especial. El cuello está provisto de orificios (2) para la refrigeración de la parte superior. La parte interna del cuello está provista de un aro anti-polishing (3). La camisa está asegurada durante el mantenimiento con abrazaderas (4). El espacio de refrigeración (5) está sellado con pasta sellante entre el bloque del motor y camisa en (6), y por juntas tóricas en (7). La parte inferior de la camisa está soportada por un anillo saliente (8). El espacio (9) no está especialmente refrigerado, pero está en conexión abierta con el cigüeñal a través de dos zonas planas (10) en la parte inferior de la camisa. La temperatura de la camisa está monitorizada por sensores situados en los orificios (11).

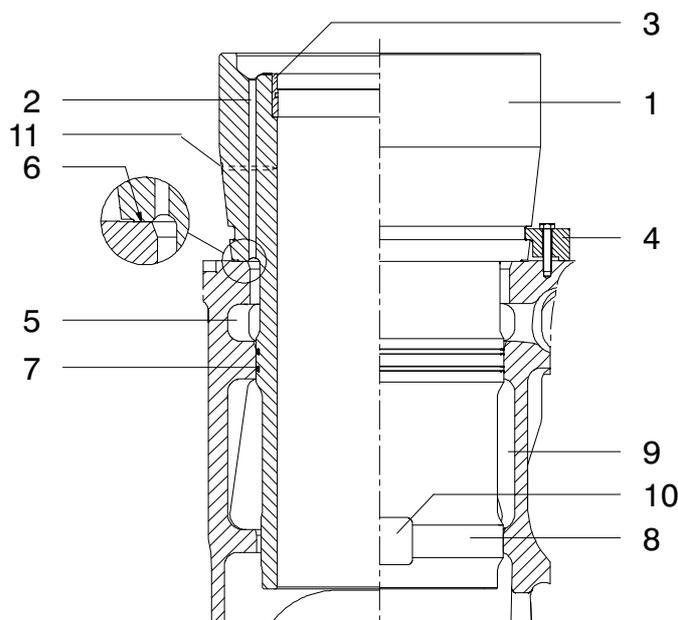


Fig. 2.5 - 13 Camisa en bloque motor

2.5.5.1. Inspección de la camisa

El interior de la camisa se podrá inspeccionar con endoscopio, o una vez se haya sacado la culata. Para un mantenimiento completo será sin embargo necesario desmontar la camisa.

Para el programa de mantenimiento ver capítulo 2.4.1.

Limpiar los espacios de agua de refrigeración de la camisa e inspeccionar las superficies de contacto en el bloque del motor durante la revisión de la camisa.

2.5.5.2. Desmontaje de la camisa

- 1** Drenar el agua de refrigeración del motor y retirar la culata y el pistón con la biela. Ver capítulo 2.6. y 2.7.
- 2** Retirar las abrazaderas de la camisa (2).
- 3** Soltar los sensores de temperatura de la camisa.
- 4** Colocar el útil de elevación de la camisa 9622DT914 en posición y apretar las tuercas (1) ligeramente. Comprobar que la parte inferior (3) del útil de elevación encaja correctamente en el alojamiento y contra la parte inferior de la camisa.

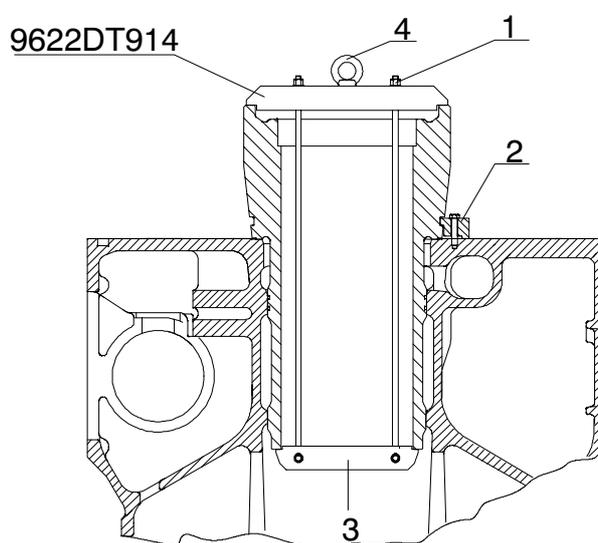


Fig. 2.5 - 14 Útil de elevación de la camisa

- 5** Retirar el cáncamo (4) y colocar el bastidor 9622DT131 del útil de extracción 9622DT915, barra de unión 9622DT132 y gato 9622DT148. Asegurar el gato con la tuerca 9622DT113 y conectar con la bomba 9622DT133. Ver fig 2.5–15
- 6** Presurizar el gato y sacar la camisa de las superficies de unión. El recorrido máximo del gato es de 48mm. Si es necesario acortar la longitud efectiva de la barra de unión. Cuando la camisa comienza a moverse, retirar el útil de extracción y colocar el cáncamo en la posición correcta.
- 7** Utilizar una grúa para sacar la camisa del bloque de cilindros.

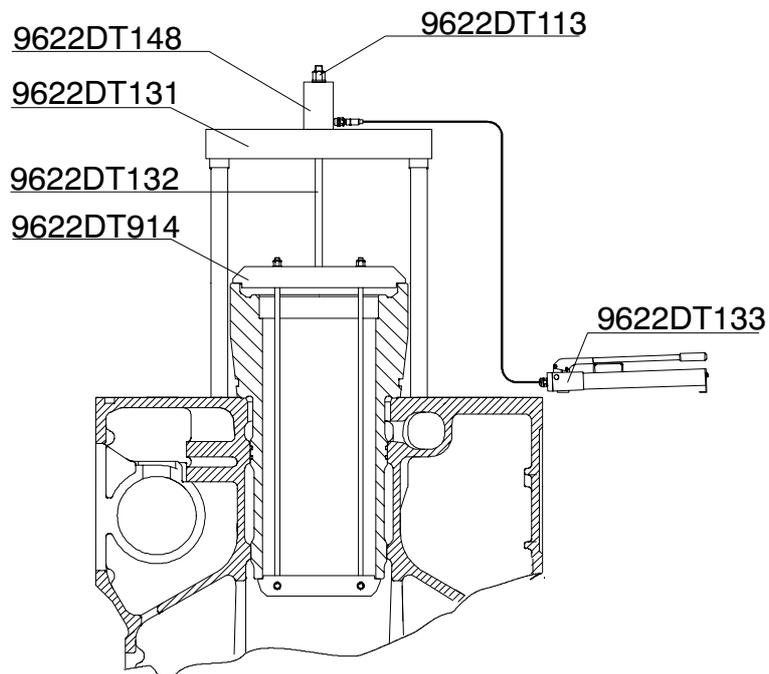


Fig. 2.5 - 15 Subiendo la camisa

8 Retirar las herramientas.

Nota! Cuidado con el centro de gravedad al subir la camisa. Las camisas extraídas deben ser correctamente soportadas.

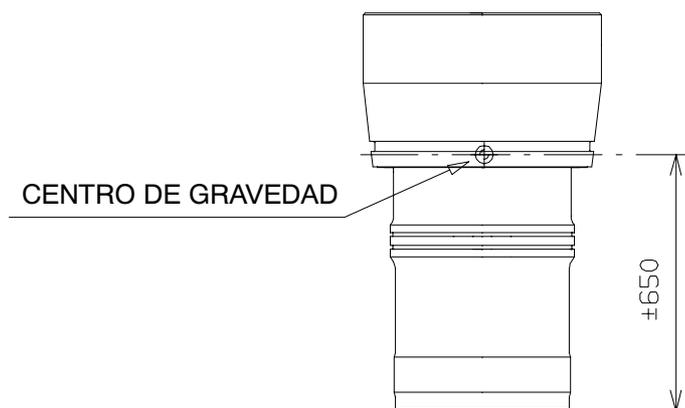


Fig. 2.5 - 16 Centro de gravedad

2.5.5.3. Montaje de la camisa

Las medidas de la camisa se pueden tomar, bien cuando está montada en el motor, o una vez fuera de él.

1 Medir el diámetro interior de la camisa con el útil 9612DT401 y anotar las lecturas. Utilizar la banda de medición de la camisa 9622DT929 para las referencias de las alturas requeridas. Ver también sección 2.4.5. fig. 2.4 – 27 .

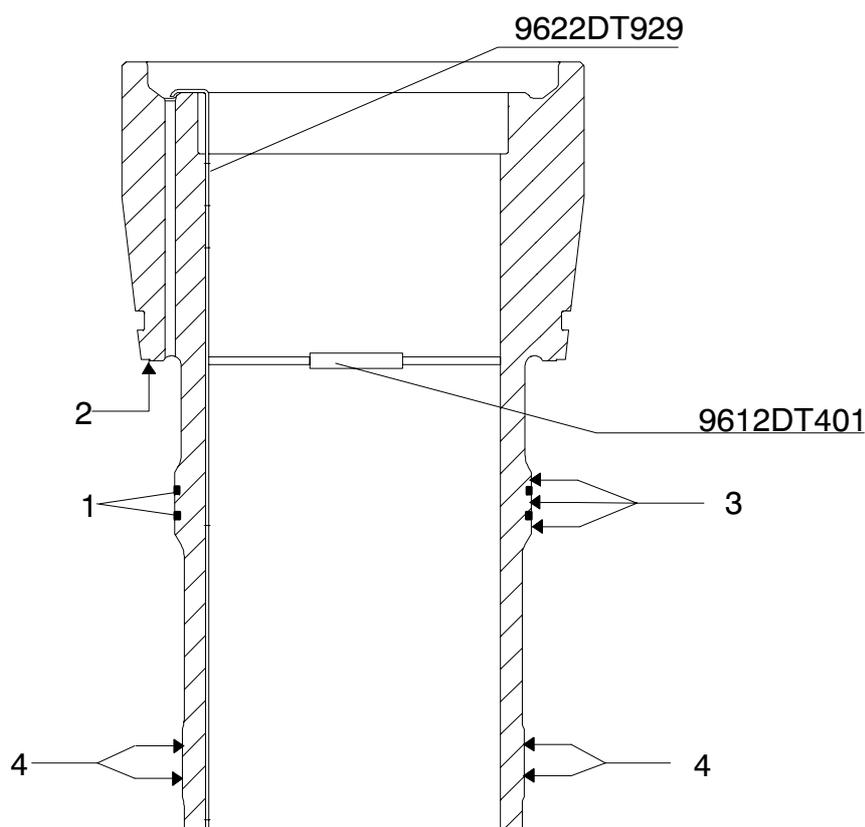


Fig. 2.5 - 17 Medición del diámetro de la camisa

2 En caso de muescas u otros daños en las superficies del bloque del motor y / o camisa, estas deberán reacondicionarse.

3 Limpiar los alojamientos de las juntas tóricas (1) y montar nuevas, aplicar una fina capa de grasa de silicona en las juntas y Molycote TP 42 en la circunferencia (3). Ver fig. 2.5 – 17.

Para el número de código del Molycote ver catálogo de repuestos.

4 Aplicar líquido sellante (Permatex super 300) en toda la superficie (2). Ver catálogo de repuestos.

5 Aplicar una gran cantidad de Molycote TP 42 en la superficie (4).

6 Limpiar e inspeccionar las caras de cierre de la camisa y juntas tóricas en el bloque del motor.

7 Colocar el útil de posición 9612DT926 con los pasadores de posición en los orificios de refrigeración marcados con 'X'. Las marcas 'X' en la herramienta deben corresponder con las marcas 'X' en la circunferencia de la camisa. Ver fig. 2.5 – 18.

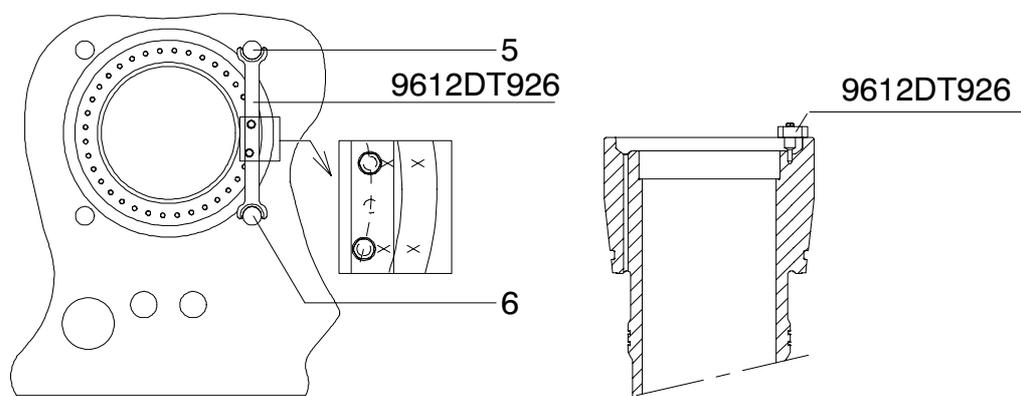


Fig. 2.5 - 18 Marcas en la camisa

- 8** Dejar deslizar la barra (herramienta) entre el espárrago de la culata (5), en el lado admisión, y (6) mientras se baja la camisa. Ver fig. 2.5 – 18 .
- 9** Bajar la camisa con cuidado en el alojamiento del bloque del motor.
- 10** Aplicar un poco de fuerza para presionar las juntas tóricas de camisa en el bloque del motor hasta que el cuello descansa en el bloque del motor.
- 11** Montar las abrazaderas (2) ver fig 2.5 – 14 y apretar los pernos de abrazadera de la camisa al par establecido en la tabla de la sección 2.4.4.9.
- 12** Volver a instalar la conexión de los sensores de temperatura.
- 13** Montar el pistón con la biela. Montar la culata y rellenar el motor con agua de refrigeración. Ver capítulo 2.6. y 2.7.
- 14** Comprobar que las juntas tóricas sellan las pérdidas de agua.

ANEXO III.

2.6. Cigüeñal, Biela, Pistón

Tabla de contenidos

2.6. Cigüeñal, Biela, Pistón	2.6 - 1
2.6.1. Cigüeñal	2.6 - 2
2.6.1.1. General	2.6 - 2
2.6.1.2. Flexiones del cigüeñal	2.6 - 2
2.6.1.3. Medición de la holgura axial del cojinete de empuje	2.6 - 3
2.6.2. Biela y pistón	2.6 - 4
2.6.2.1. General	2.6 - 4
2.6.2.2. Extracción y desmontaje de pistón y biela	2.6 - 5
2.6.2.3. Inspección y mantenimiento de los aros de pistón y cojinete de bulón	2.6 - 12
2.6.2.4. Montaje de pistón y biela	2.6 - 13
2.6.3. Cojinete de cabeza de biela	2.6 - 18
2.6.3.1. General	2.6 - 18
2.6.3.2. Desmontaje del cojinete de cabeza de biela	2.6 - 18
2.6.3.3. Desmontaje de los casquillos de cojinete de cabeza de biela sin sacar pistón / biela	2.6 - 22
2.6.3.4. Montaje del cojinete de cabeza de biela	2.6 - 24
2.6.4. Amortiguador de vibraciones	2.6 - 26
2.6.4.1. General	2.6 - 26
2.6.4.2. Mantenimiento	2.6 - 26
2.6.4.3. Muestra de líquido	2.6 - 27
2.6.5. Virado	2.6 - 29
2.6.5.1. General	2.6 - 29
2.6.5.2. Mantenimiento del virador	2.6 - 30

2.6.1. Cigüeñal

2.6.1.1. General

El diseño del cigüeñal se caracteriza por una corta distancia entre cilindros, diseño que al mismo tiempo aporta una longitud de superficie de cojinetes lo más larga posible. El cigüeñal está forjado en una sola pieza de acero de gran resistencia a la tensión

Los contrapesos están montados hidráulicamente sobre las cigüeñas. El alto grado de equilibrio da como resultado una película de aceite gruesa y equitativa para todos los cojinetes. Los cojinetes principales y los cojinetes de biela son de tipo bimetálico con cuerpo de acero y una suave capa de rodadura con excelente resistencia a la corrosión. El engrane del cigüeñal está montado mediante una conexión de brida.

El cigüeñal está provisto de un amortiguador de vibraciones en el extremo libre del motor.

2.6.1.2. Comprobación de las flexiones de cigüeñal

Tomar las flexiones del cigüeñal sólo con el motor a temperatura ambiente.

- 1** Lubricar los cojinetes operando la bomba de prelubricación durante unos minutos.
- 2** Desmontar las tapas del cigüeñal a ambos lados.
- 3** Comenzar en el cilindro 1 y girar a derechas hasta que la muñequilla esté "15" del PMI. Esta posición del cigüeñal es comenzando en el punto 'A' para la lectura del reloj indicador, ver fig. 2.6 - 1 .

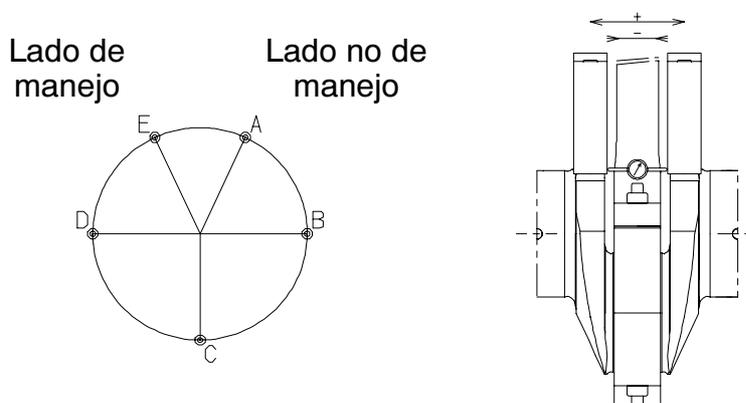


Fig. 2.6 - 1 Toma de flexiones del cigüeñal

- 4** Colocar un reloj indicador entre los contrapesos en los puntos centrales en la posición 'A' y ajustar el reloj indicador a cero. Girar el reloj indicador unas cuantas veces entre los puntos centrales y comprobar que la lectura es aún cero.
- 5** Girar el cigüeñal hasta que la galga esté en posición 'B' y anotar la lectura en el protocolo.
- 6** Girar el cigüeñal hasta que el reloj indicador esté en posición 'C' y anotar la lectura en el protocolo.
- 7** Girar el cigüeñal hasta que el reloj indicador esté en posición 'D' y anotar la lectura en el protocolo.
- 8** Girar el cigüeñal hasta que el reloj indicador esté en posición 'E' y anotar la lectura en el protocolo.
- 9** Repetir el procedimiento para el resto de cigüeñas.
- 10** Comparar las lecturas con las del protocolo de la instalación o el banco de pruebas. En el caso de que las lecturas estén fuera de tolerancia, investigar la razón. Si no se obtiene mejora, consultar la empresa Wärtsilä más cercana.
- 11** Colocar las tapas del cigüeñal.

2.6.1.3. Medición de la holgura axial del cojinete de empuje

- 1** Prelubricar el motor durante unos pocos minutos.
- 2** Mover el cigüeñal hacia adelante y hacia atrás en dirección axial por ejemplo con un gato entre el volante y el bloque del motor o bancada.
- 3** Mover el cigüeñal hacia el extremo de accionamiento tanto como sea posible.
- 4** Colocar un reloj indicador entre el bloque del motor y el volante y ajustarlo a cero.
- 5** Mover el cigüeñal hacia el extremo libre tanto como sea posible.
- 6** Anotar el valor encontrado, y verificar la holgura con el informe de puesta en marcha, ver también capítulo 2.4.5.2. para la holgura axial.

2.6.2. Biela y pistón

2.6.2.1. General

La biela de “tipo marino” (1) es de cabeza desmontable.

La cabeza de biela consta de una parte superior (2) y una parte inferior (3).

Entre la parte superior y el pie de biela, hay montada una placa intermedia (4).

El pistón es del tipo compuesto por falda (6) de fundición nodular y corona (5) de acero forjado.

Todos los espárragos de biela están hidráulicamente apretados, para información general ver sección 2.4.3.

Nota! Manipular pistones y bielas con cuidado.

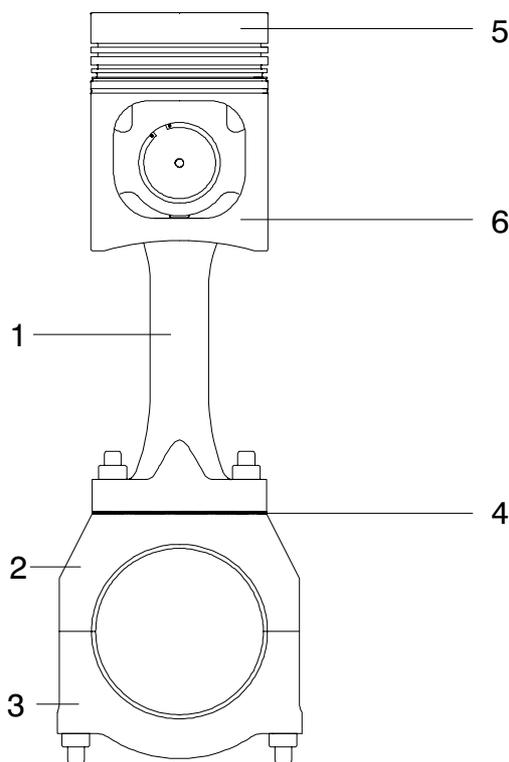


Fig. 2.6 - 2 Conjunto de biela y pistón

2.6.2.2. Extracción y desmontaje de pistón y biela

Extracción del pistón

- 1** Girar el cigüeñal 20° del PMS.
- 2** Sacar la culata, ver capítulo 2.7., y eliminar los depósitos de carbón alrededor de la parte superior de la camisa. Se aconseja cubrir la parte superior del pistón con un paño o papel, presionándolo ligeramente a la pared del cilindro para recoger los depósitos eliminados. La camisa debe estar libre de carbón para proteger los aros de pistón al sacar este fuera de la camisa.
- 3** Colocar los extremos del útil 9622DT919 en las cajeras del aro (8).
 - Apretar el perno (6) y girar el pistón lentamente al PMS forzando la extracción del aro anti-polishing.
 - Sacarlo de la camisa.

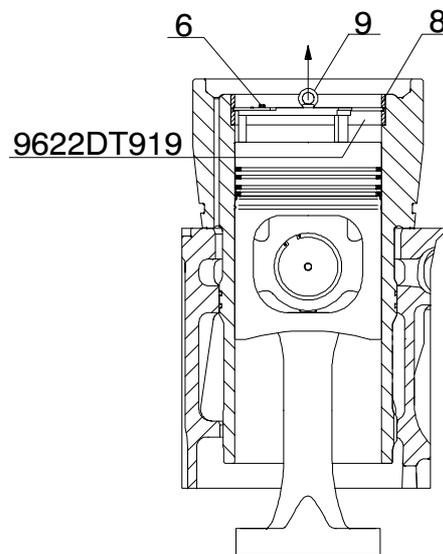


Fig. 2.6 - 3 Extracción del aro anti-polishing

- 4** Retirar de la corona de pistón el paño o papel sobre el que se han recogido los depósitos de carbón.
- 5** Limpiar los orificios roscados en la corona de pistón con el útil 9622DT163 y amarrar el útil de elevación 9622DT923 a la corona de pistón con los pernos, ver fig. 2.6 - 6 .

- 6** Virar el cigüeñal hasta que el pistón esté en su posición baja. Soltar las tapas del cárter a ambos lados del motor.
- 7** Colocar las barras de unión 9622DT230 del juego de herramientas 9612DT907 sobre cada uno de los 4 espárragos de la conexión biela – cojinete cabeza de biela. Ver fig. 2.6 – 4 .
- 8** Colocar a cada lado de la biela los gatos 9622DT234 sobre las barras de unión y girar las tuercas estriadas 9622DT231. Ver fig. 2.6 – 4 .

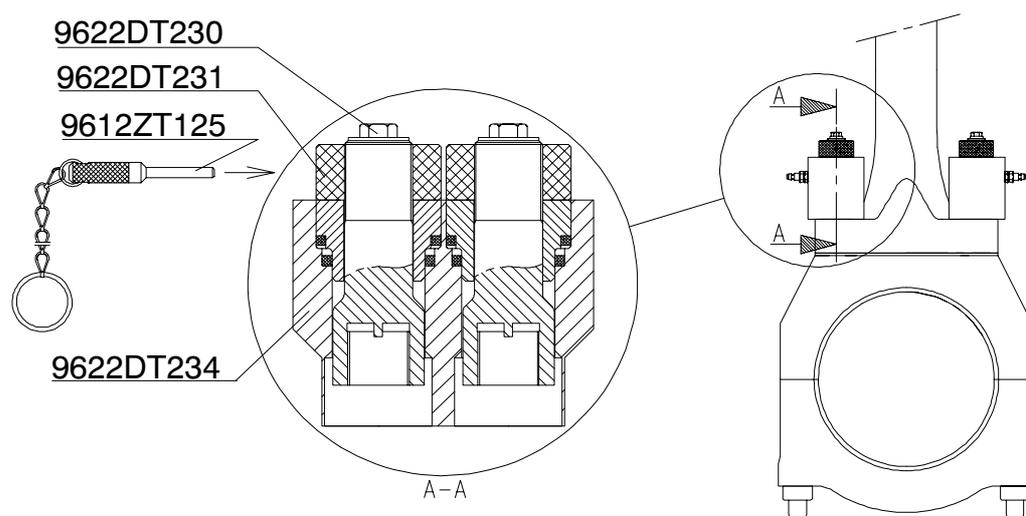


Fig. 2.6 - 4 Espárragos de biela

- 9** Conectar los latiguillos 9612DT961 entre la bomba 9612DT212 y los gatos 9622DT234, abrir la válvula de alivio en la bomba y apretar las 4 tuercas estriadas mediante el pasador 9612ZT125 hasta que los pistones del gato vuelvan a su posición de reposo.

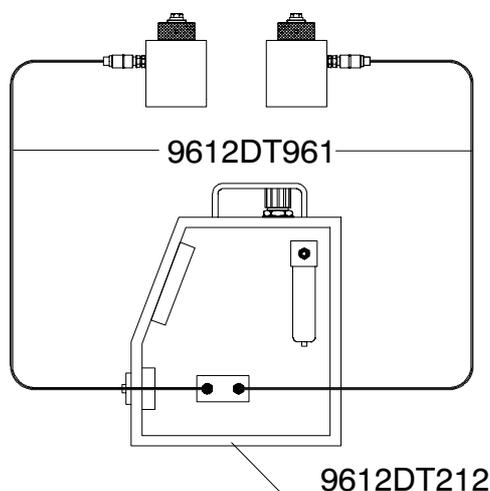


Fig. 2.6 - 5 Conexión de herramientas hidráulicas

- 10** Aflojar las tuercas estriadas una vuelta completa.
- 11** Cerrar la válvula de alivio y presurizar los gatos hasta el valor de tensión final, ver sección 2.4.4.5. fig. 2.6 – 17 .
- 12** Aflojar las tuercas de biela 3/4 de vuelta (6 orificios).
- 13** Eliminar lentamente la presión de gato hasta cero si las tuercas estriadas y las tuercas de biela están flojas. Desconectar los latiguillos y retirar la herramienta.
- 14** Soltar las cuatro tuercas de los espárragos de biela.
- 15** Conectar la grúa al útil de elevación 9622DT923 colocado sobre el pistón.

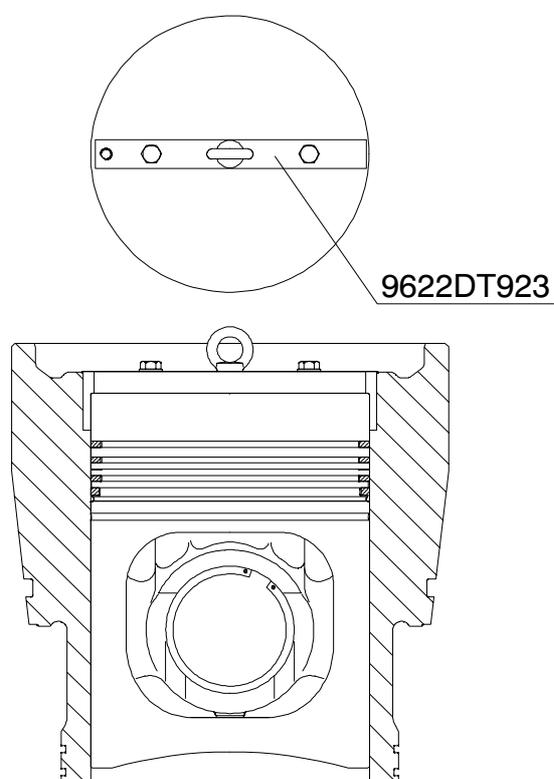


Fig. 2.6 - 6 Útil de elevación

- 16** Levantar el conjunto pistón –biela unos pocos cm para que quede libre de los espárragos y colocar el dispositivo de protección 9622DT922 contra la parte inferior de la biela. Ver fig. 2.6 – 7.

Nota! Al levantar el conjunto de biela y pistón, sujetar la biela suelta con cuidado de no dañar nada. Comprobar también que el pistón sale fácilmente de la camisa sin excesiva fuerza y que el pie de biela de desliza sin problemas en la parte inferior de la camisa.

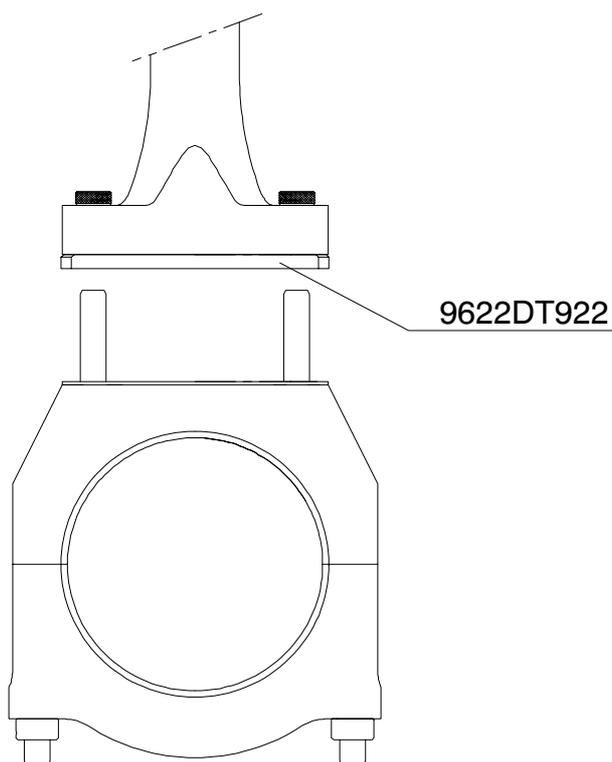


Fig. 2.6 - 7 Colocando el dispositivo de protección

- 17** Marcar la placa intermedia para volver a colocarla en su lugar original y retirarla.
- 18** Sellar los orificios de aceite lubricante en la parte superior de la cabeza de biela.
- 19** Retirar el útil de elevación.

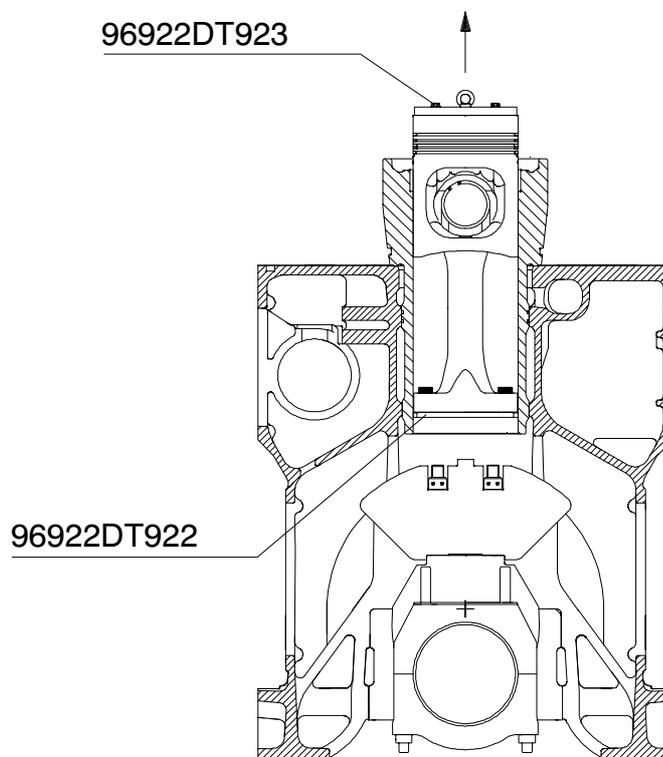


Fig. 2.6 - 8 Levantando el pistón

Para el almacenaje temporal y manipulación del pistón y biela, utilizar el útil de fijación 9622DT928.

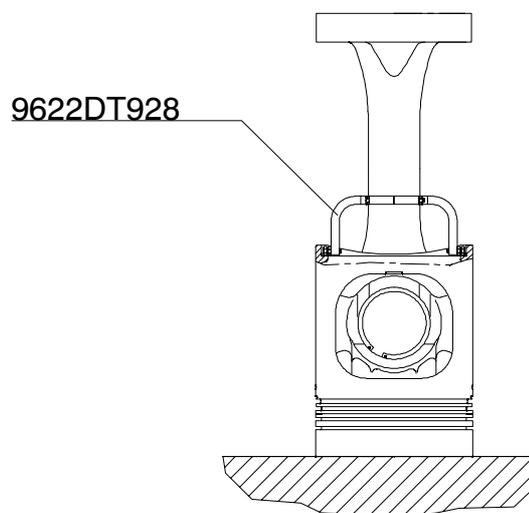


Fig. 2.6 - 9 Pistón con útil de fijación

Desmontaje de pistón

1 Colocar el conjunto pistón / biela boca abajo sobre una superficie plana de madera, sujetando la biela con una eslinga y grúa en vertical.

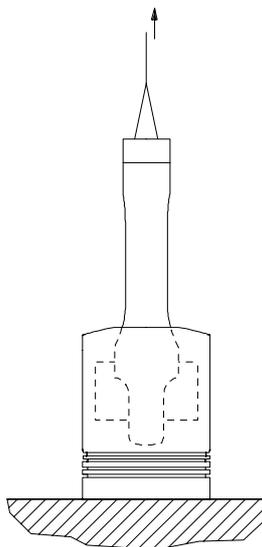


Fig. 2.6 - 10 Pistón con biela en posición vertical

2 Soltar el muelle de retención (9) del bulón utilizando las pinzas 9622DT178.

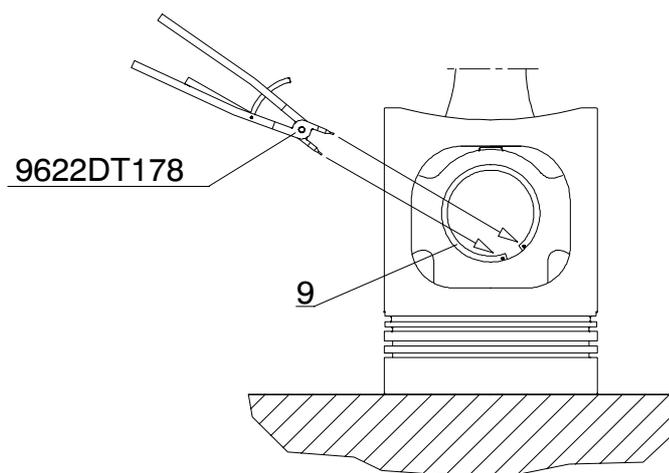


Fig. 2.6 - 11 Soltando el muelle de retención

Nota! Nunca comprimir el muelle más de lo necesario para sacarlo de su alojamiento.

- 3** Controlar la tensión en la eslinga de tal forma que el bulón flote en el pistón y alojamiento en biela.

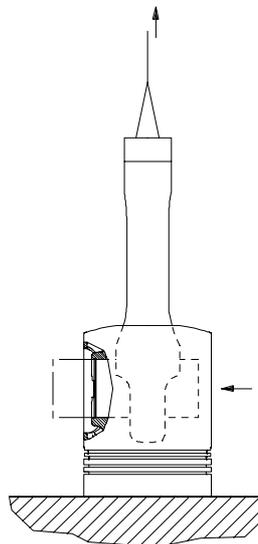


Fig. 2.6 - 12 Desmontaje del bulón

- 4** Sacar el bulón con cuidado del pistón. Ver fig. 2.6 – 12 .

Nota! ¡¡¡Cuidado!!! El bulón es muy pesado y debe sujetarse durante el desmontaje.

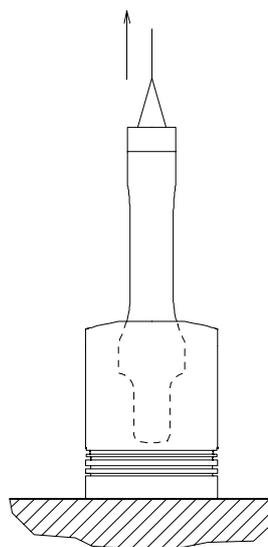


Fig. 2.6 - 13 Desmontando la biela

2.6.2.3. Inspección y mantenimiento de los aros de pistón y cojinete del bulón

1 Limpiar todas las piezas. Sacar los aros de pistón con las pinzas 9612DT250.

Eliminar los depósitos de carbón del pistón y cajeras de aros, con especial cuidado de no dañar el pistón. Nunca utilizar lija de esmerilar en la falda y corona de pistón.

Para la limpieza de los depósitos de carbón, se aconseja sumergir el material en keroseno o fuel oil. Utilizar un disolvente como por ejemplo ARDROX N^o 668 o similar, para limpiar la corona de pistón. No limpiar la falda de pistón con agentes químicos que puedan dañar la capa de fosfato / grafito.

Comprobar los aros de pistón

Al llevar a cabo la inspección de los pistones según el programa de mantenimiento, los aros de pistón pueden estar desgastados y ser necesario reemplazarlos.

2 Medir la altura de las cajeras de los aros y la altura de la holgura de los mismos en sus respectivas cajeras. Ver límites de holguras y desgaste en la sección 2.4.5.2. Los aros una vez extraídos del pistón, no deben volver a montarse.

Los aros de pistón no deben reemplazarse durante una inspección de pistón mientras que no se compruebe que están dañados. No sacarlos de las cajeras. La superficie de la camisa debe estar en buenas condiciones.

Comprobar el bulón

3 Comprobar las holguras de cojinete de bulón midiendo los diámetros del bulón y del cojinete separadamente.

Medir el diámetro del cojinete del bulón en cuatro puntos diferentes y en cuatro direcciones.

4 Comprobar que los tapones a ambos extremos del bulón están correctamente asegurados.

5 Comprobar que los orificios de aceite en el bulón están en buen estado.

2.6.2.4. Montaje de pistón y biela

Nota! Durante el montaje del pistón y la biela asegurarse de que las marcas de identificación de los componentes están de acuerdo con la fig. 2.6 - 14 .

Nota! El número de cilindro está marcado en la parte superior del pistón y en la biela. Ver fig. 2.6 - 14 . Al cambiar el pistón por otro nuevo las mismas marcas deben colocarse en la misma posición que en caso del pistón extraído.

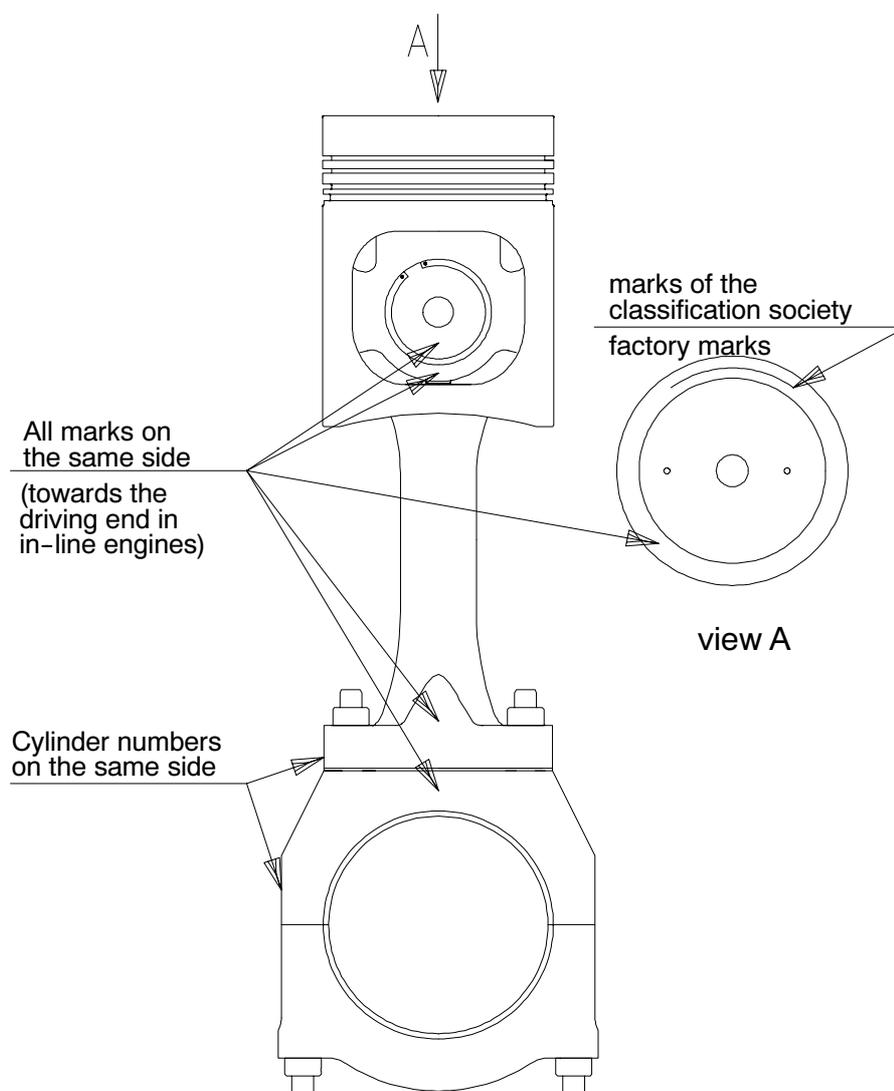


Fig. 2.6 - 14 Marcas en pistón y biela

Montaje de pistón y biela

- 1** Colocar la parte superior del pistón sobre una superficie lisa de madera.

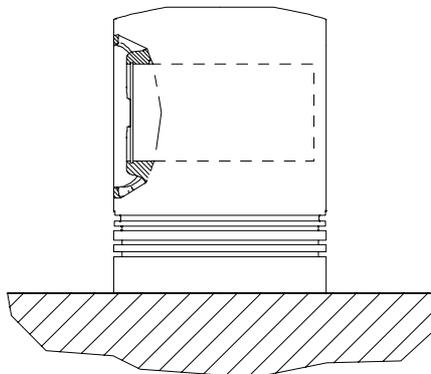


Fig. 2.6 - 15 Asegurando el pistón

- 2** Levantar la biela mediante una eslinga y grúa y bajarla lentamente dentro del pistón.

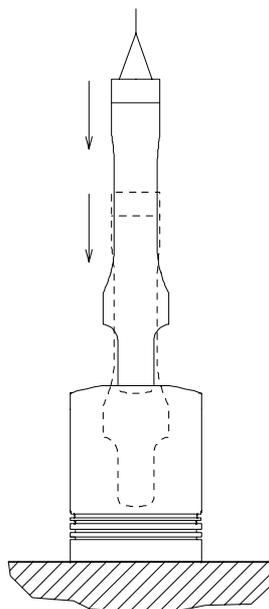


Fig. 2.6 - 16 Moviendo la biela en el pistón

- 3** Alinear los orificios del bulón en la biela y el pistón.
- 4** Insertar el bulón dentro de su alojamiento en el pistón y alineando cuidadosamente con su alojamiento en la biela, empujar completamente el bulón hacia dentro.
- 5** Colocar el muelle de retención (9) con las pinzas 9622DT178.
- 6** Montar el útil de elevación 9622DT923 y girar el conjunto pistón / biela.

Montaje del conjunto pistón / biela

- 7** Virar el cigüeñal al PMI.

Nota! Durante el virado del cigüeñal asegurarse de que el conjunto de tapa del cojinete de cabeza de biela está en su posición de funcionamiento normal (de pie en vertical).

- 8** Montar los aros de pistón utilizando las pinzas 9612DT250. Al montar aros nuevos, comprobar la holgura de la altura con una galga y con los aros montados en sus cajas.

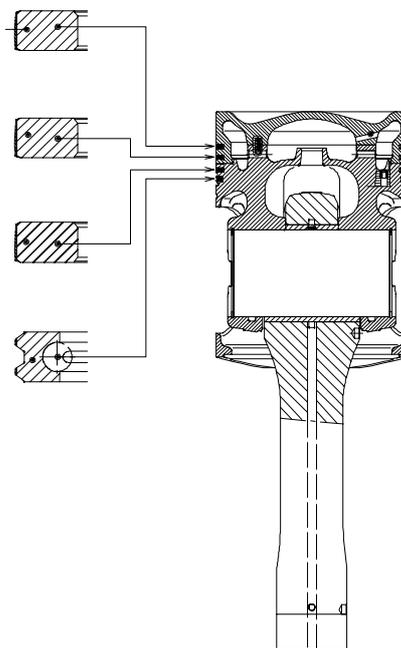


Fig. 2.6 - 17 Pistón sobre biela

- 9** Mover los aros de pistón con las ranuras equitativamente divididas sobre la circunferencia y a 180° la una de la otra. Lubricar los aros de pistón con aceite de motor. Asegurarse de que la marca "TOP" cerca de la ranura del muelle está apuntando hacia arriba.

- 10** Limpiar el alojamiento de la camisa y lubricar la superficie con aceite de motor.

- 11** Colocar el aro guía 9622DT924 sobre la parte superior de la camisa.

- 12** Limpiar y comprobar la superficie de contacto del pie de biela. Asegurarse de que los orificios de aceite están libres y limpios. Asegurarse de que las marcas en el pie de biela están en el mismo lado que en las tapas del cojinete de cabeza de biela. Ver Fig. 2.6 - 14 .

- 13** Comprobar y limpiar la superficie de contacto de la tapa superior de cojinete de cabeza de biela. Asegurarse de que la superficie está seca y limpia.

- 14** Comprobar el estado de ambos pasadores de seguridad y orificios.
- 15** Comprobar que la posición de los pasadores de seguridad corresponde con los orificios correspondientes en el pie de biela.
- 16** Colocar la placa intermedia (5) en posición. Ver fig. 2.6 – 18 .
- 17** Montar la placa de protección 9622DT922 contra el pie de biela para proteger la superficie de la camisa.
- 18** Lubricar la falda del pistón con aceite de motor.
- 19** Bajar el pistón con cuidado dentro de la camisa.

Nota! Cuidar de no dañar nada cuando el pie de biela quede fuera de la camisa.

- 20** Retirar la placa de protección cuando el pie de biela haya pasado la camisa.

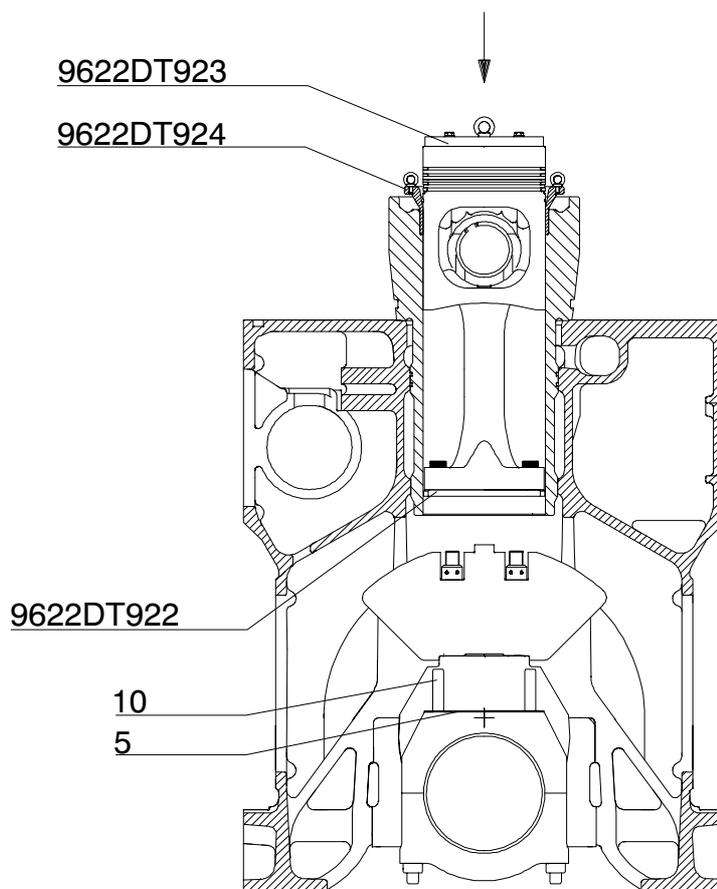


Fig. 2.6 - 18 Bajando el pistón y la biela dentro de la camisa

- 21** Llevar a cabo una comprobación final de las superficies de contacto del pie de biela (limpiar y eliminar aceite), antes de deslizar el pie sobre los espárragos.
- 22** Bajar el pistón completamente y asegurarse de que el pie de biela se desliza sobre los espárragos (10) sin dificultad. Ver fig. 2.6 – 18 .
- 23** Retirar el útil de elevación y el aro guía.
- 24** Colocar las tuercas de la biela y apretarlas con el pasador.
- 25** Colocar las barras de unión 9622DT230 de la herramienta hidráulica 9612DT907 sobre los espárragos de la biela. Colocar ambos gatos 9622DT234 sobre las barras de unión y añadirles las tuercas estriadas 9622DT231.
- 26** Conectar los latiguillos 9612DT961 a la bomba hidráulica 9612DT212 según la fig. 2.6 – 5 y abrir la válvula de alivio en la bomba.
- 27** Apretar las tuercas estriadas mediante el pasador 9612ZT125 para forzar los pistones de gato a su posición de reposo.

Ver sección 2.4.4.5. fig 2.6 - 17 para las presión de gato y giro de tuerca.

28 1er paso

- Cerrar la válvula de alivio y presurizar los gatos hasta el valor del primer paso (pre-tensión).
- Utilizar el pasador para apretar las tuercas de la tapa de cojinete a mano.
- Abrir la válvula de alivio lentamente para bajar la presión a cero.
- Apretar las tuercas estriadas mediante el pasador para forzar los pistones de gato a la posición de reposo.

29 2º paso

- Aumentar la presión hidráulica al valor del segundo paso (tensión final).
- Al apretar las tuercas con el pasador contar y anotar el número de orificios que giran las mismas, que deberá ser igual en todas.
- Comprobar que el número de orificios que giran las tuercas está dentro de los valores mencionados en la sección 2.4.4.5.
- Abrir la válvula de alivio lentamente para bajar la presión a cero.
- Apretar las tuercas estriadas mediante un pasador para forzar los pistones a la posición de reposo.

30 3er paso

- Aumentar la presión hasta el valor del primer paso (tensión final). Apretar las tuercas con el pasador. El giro de la tuerca sólo será posible en unos pocos grados.
- Eliminar la presión del gato hidráulico lentamente.

31 4º paso

- Aumentar la presión hasta el valor del cuarto paso (tensión final). Intentar apretar las tuercas un poco más. **No** deberá ser posible.
- Eliminar la presión del gato lentamente a cero, desconectar los latiguillos y retirar los gatos y barras de unión.

32 Colocar el aro anti-polishing con la ayuda del útil 9622DT919, ver fig. 2.6 – 3 .

33 Montar la culata ver capítulo 2.7.

2.6.3. Cojinete de cabeza de biela

2.6.3.1. General

El cojinete de cabeza de biela es de tipo bimetálico con cuerpo de acero y capa de metal antifricción con excelente resistencia a la corrosión.

Las tapas del cojinete de cabeza de biela constan de casquillo inferior y superior. Estos no son idénticos.

2.6.3.2. Desmontaje del cojinete de cabeza de biela

- 1** Retirar culata y pistón.
- 2** Virar el cigüeñal hasta que la cabeza de biela esté en el PMI y colocar la cabeza de biela boca abajo.
- 3** Colocar las barras de unión 9622DT230 del juego 9612DT907 en cada uno de los 4 espárragos de cabeza de biela. Ver fig. 2.6 – 19 .
- 4** Colocar a cada lado de la cabeza de biela los gatos 9622DT234 sobre las barras de unión y girar las tuercas estriadas 9622DT231 y apretar el pasador 9612ZT125.

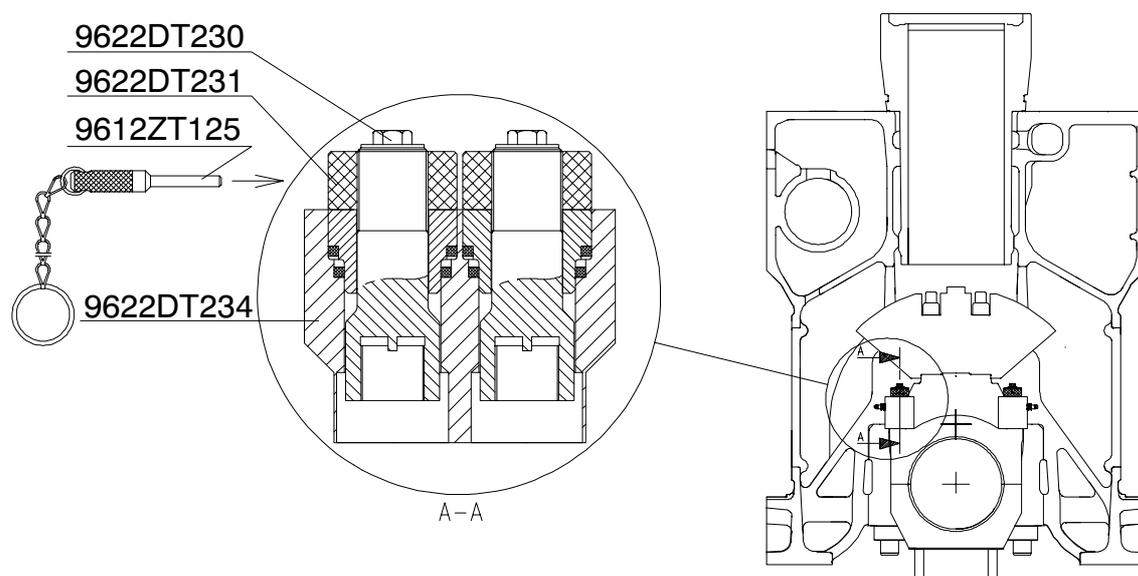


Fig. 2.6 - 19 Herramienta hidráulica, espárragos de cojinete de cabeza de biela

5 Conectar los gatos 9622DT234 con los latiguillos 9612DT961 y la bomba hidráulica 9612DT212 abrir la válvula de alivio en la bomba y apretar las tuercas con el pasador 9612ZT125 para forzar los pistones de gato a la posición de reposo. Ver fig. 2.6 - 20 .

6 Aflojar las tuercas estriadas una vuelta completa.

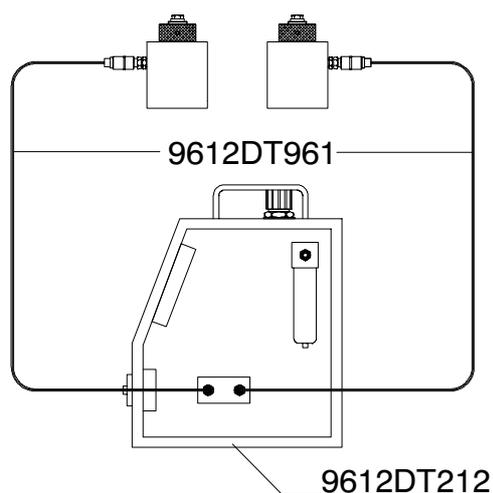


Fig. 2.6 - 20 Latiguillos de cojinete de cabeza de biela

Ver sección 2.4.4.4. fig 2.4 - 13 para la presión de gato y giro de tuerca.

7 Presurizar los gatos al valor final y utilizar el pasador para aflojar una vuelta (8 orificios) las tuercas de la tapa del cojinete de cabeza de biela.

8 Abrir la válvula de alivio y bajar lentamente la presión del gato a cero. Comprobar que las tuercas estriadas y las de la tapa de cojinete de cabeza de biela están flojas. Desconectar los latiguillos y retirar la herramienta.

9 Girar el conjunto de cojinete de cabeza de biela hasta que los espárragos de la parte interior estén apuntando al lado de funcionamiento.

10 Colocar los soportes 9622DT161 del útil 9622DT921 sobre los espárragos de las tapas del cárter a cada lado de la tapa y asegurar los soportes con tuercas.

Colocar el bastidor 9622DT160 entre los soportes, ver fig 2.6 - 21.

Girar el cigüeñal lentamente a derechas hasta unos 60° del PMS y dejar el conjunto de cojinete de cabeza de biela a unos pocos mm del bastidor.

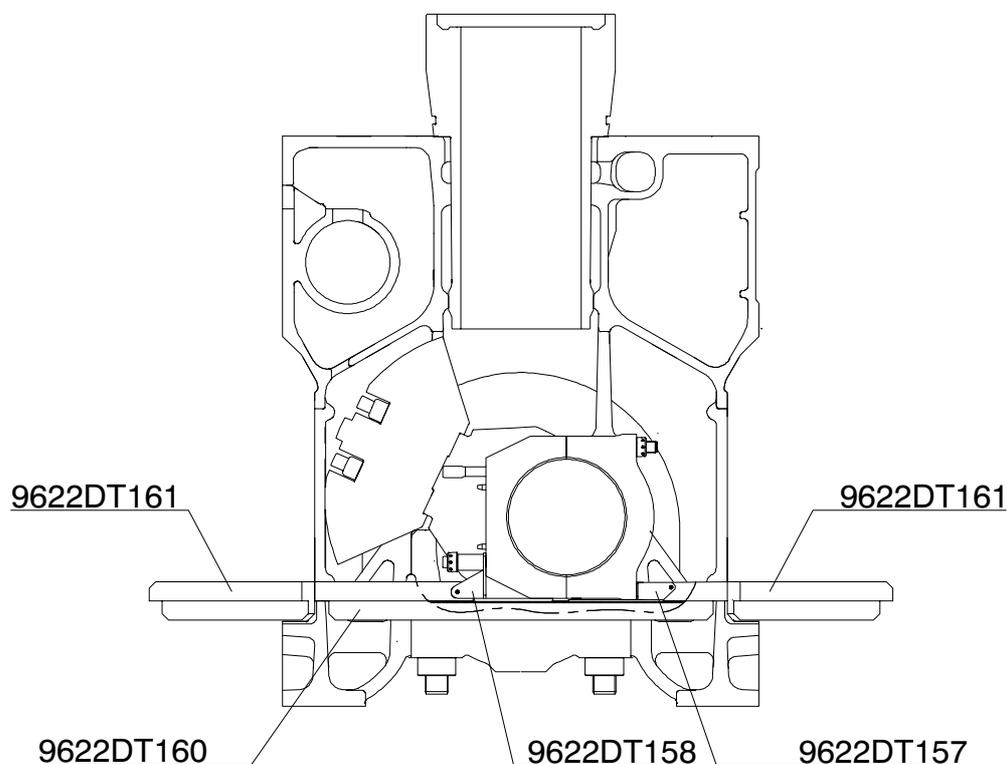


Fig. 2.6 - 21 Bastidor y soporte de las tapas de cabeza de biela

- 11** Soltar primero las 2 tuercas inferiores en el lado de funcionamiento.
- 12** Colocar el portador 9622DT157 sobre el soporte y deslizar el portador bajo la tapa inferior del cojinete de cabeza de biela. Ver fig. 2.6 – 22 .
- 13** Colocar el portador 9622DT158 bajo la tapa superior de cojinete y asegurarlo con dos tuercas de tapa de cojinete. Dejar descansar las dos tapas sobre los portadores.
- 14** Soltar las tuercas superiores de las tapas del cojinete deslizándolas hacia fuera hasta el extremo del soporte.

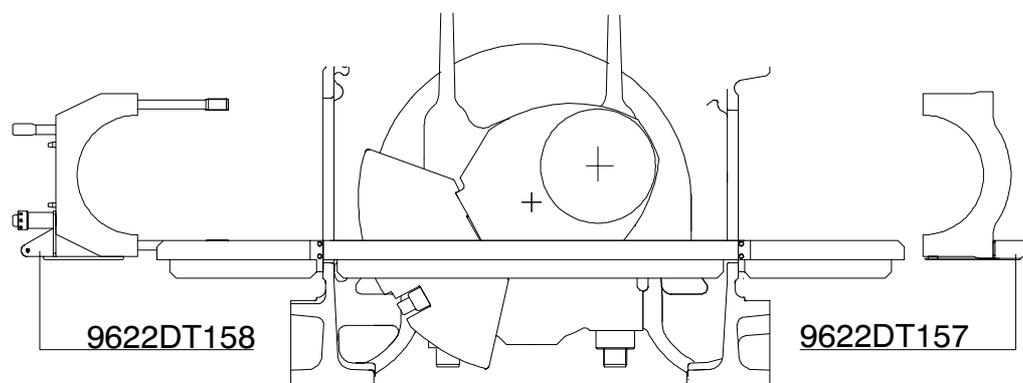


Fig. 2.6 - 22 Portadores de tapas de cojinete de cabeza de biela

- 15** Sacar los casquillos de cojinete fuera de las tapas. Se podrán inspeccionar el muñón los casquillos y las tapas de cojinete de cabeza de biela.
- 16** Retirar las tapas de cojinete de cabeza de biela utilizando una eslinga.
- 17** Cubrir los orificios de la cabeza de biela.

2.6.3.3. Desmontaje de los casquillos de cojinete de cabeza de biela sin sacar pistón / biela

Para la inspección sólo de los cojinetes de biela, no siempre es necesario sacar la culata y el pistón. Existen unos soportes para sujetar el pistón elevado dentro de la camisa y desconectado de la biela.

- 1** Soltar los pernos de biela. Ver el proceso de desmontaje 2.6.2.2.
- 2** Subir el pistón y colocar los dos soportes 9622DT168 contra la circunferencia de la camisa.
- 3** Girar el cigüeñal lentamente y dejar descansar el conjunto pistón / biela ya desconectado sobre los soportes montados.

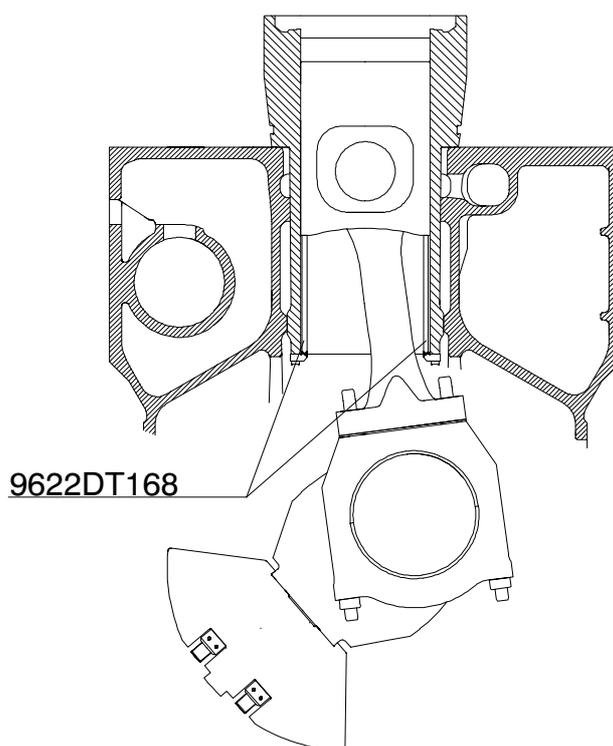


Fig. 2.6 - 23 Montaje soporte pistón

- 4** Continuar girando y asegurarse de que el pie de biela queda libre de la cabeza.

Nota! Asegurarse de que la biela no daña nada al separarse de la cabeza.

- 5** Girar lentamente el cigüeñal y la cabeza de biela a la posición baja.
- 6** Colocar las herramientas hidráulicas según la fig.2.6 – 24 , aflojar las tuercas de la tapa de cojinete de cabeza de biela, separar la cabeza y soltar los casquillos de cojinete. Ver sección 2.6.3.2.

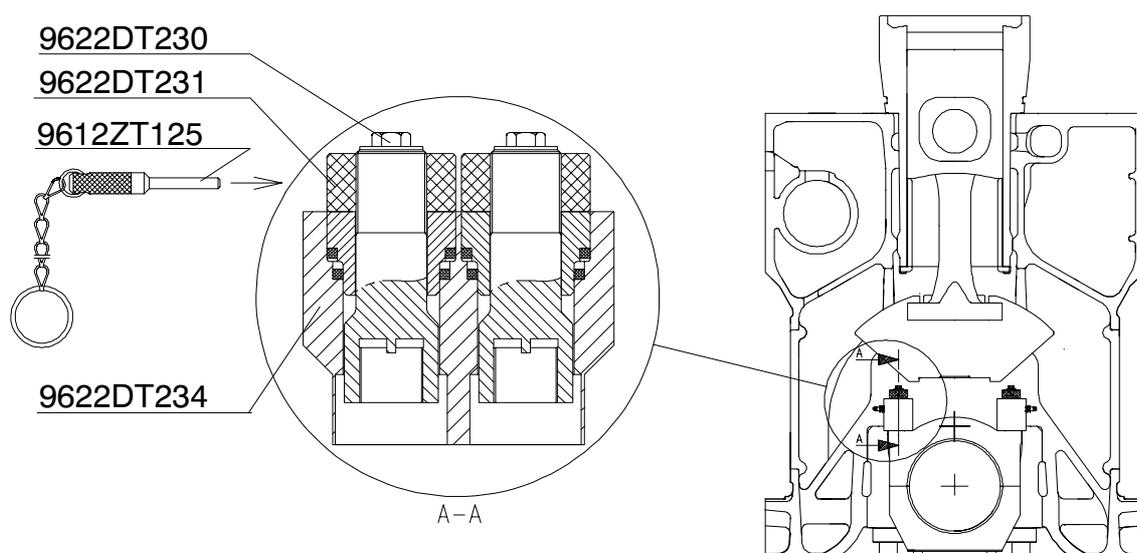


Fig. 2.6 - 24 Colocando útil de apriete hidráulico

En el caso de que haya que sacar más pistones del motor y por lo tanto girar el cigüeñal, utilizar el útil 9622DT170 para fijar los cojinetes de biela a la cigüeña. Esto servirá para evitar la libre rotación de los cojinetes de biela.

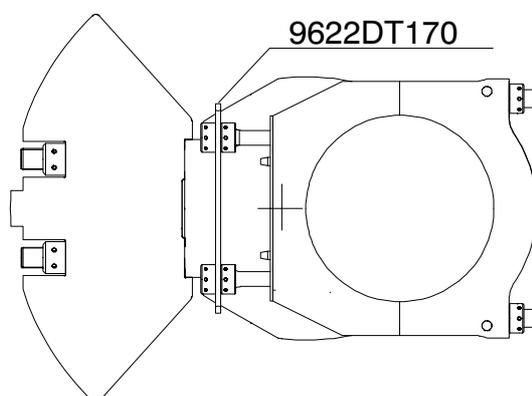


Fig. 2.6 - 25 Dispositivo de posición

2.6.3.4. Montaje del cojinete de cabeza de biela

- 1** Retirar la protección de los orificios de aceite de la cabeza de biela. Limpiar y lubricar la cabeza de biela con aceite de motor.
- 2** Colocar la tapa inferior de cojinete de cabeza de biela sobre el portador 9622DT157 dentro del soporte, ver 9622DT155 fig. 2.6 – 21
- 3** Colocar la tapa superior de cojinete de cabeza de biela en el portador 9622DT158 con dos tuercas de la tapa del cojinete de cabeza de biela, y colocarlo en el soporte 9622DT156, ver fig. 2.6 – 21.

Nota! Montar siempre las tapas de cojinete con el número de pieza hacia el lado de funcionamiento.

- 4** Limpiar los casquillos a ambos lados y lubricar sólo la superficie de rodadura con aceite de motor. Comprobar daños en alojamiento y caras de unión de la tapa.
- 5** Colocar el casquillo superior de cojinete dentro de la parte superior de la tapa.

Avviso! Comprobar que la lengüeta de posición del casquillo encaja adecuadamente en el hueco de la tapa de cojinete.

- 6** Deslizar el conjunto tapa–casquillo de cojinete de cabeza de biela al muñón. Asegurarse de que el cigüeñal está en la posición correcta, aprox. 60º del PMS. Asegurar la posición correcta del casquillo en la tapa de nuevo.
- 7** Colocar el casquillo inferior de cojinete en la tapa inferior.
- 8** Deslizar el casquillo inferior de cojinete con el portador sobre los espárragos y hacia el muñón de cabeza de biela. El pasador de seguridad en la tapa inferior de cojinete encaja en la mitad superior. Comprobar la posición correcta de las tapas y casquillos de cojinete.
- 9** Girar las 2 tuercas en los espárragos superiores, apretar con el pasador y retirar el portador.
- 10** Girar las 2 tuercas en los espárragos inferiores, apretar con el pasador y retirar el bastidor y los dos soportes.
- 11** Virar hasta que la cabeza de biela esté en el PMI. Girar el conjunto de tapa de cojinete de cabeza de biela con los 4 espárragos inferiores apuntando hacia arriba en vertical.
- 12** Colocar las barras de unión del útil hidráulico 9612DT907 sobre los 4 espárragos, ver fig 2.6 – 19 .
- 13** Colocar los gatos sobre las barras de unión y apretar las tuercas estriadas por completo.

14 Conectar los latiguillos entre los gatos y la bomba de HP y abrir la válvula de alivio en la bomba.

15 Apretar más las tuercas estriadas con el pasador para forzar los pistones del gato a la posición de reposo.

Ver sección 2.4.4.4. fig 2.4 - 13 para la presión de gato y giro de tuerca.

16 1er paso

- Cerrar la válvula de alivio y presurizar los gatos hasta el valor del primer paso (pre-tensión).
- Utilizar el pasador para apretar completamente las tuercas de la tapa de cojinete.
- Abrir la válvula de alivio lentamente para bajar la presión a cero.
- Apretar más las tuercas estriadas con el pasador para forzar los pistones de gato a la posición de reposo.

17 2º paso

- Aumentar la presión hidráulica hasta el valor del segundo paso (tensión final).
- Al apretar las tuercas con el pasador, contar el número de orificios que giran las tuercas. El giro de tuerca debe ser igual para todas.
- Comprobar que el número total de orificios que puede girar la tuerca está dentro de los valores mencionados en fig 2.4 – 13 .
- Eliminar la presión lentamente.
- Apretar las tuercas estriadas más aún con el pasador para forzar los pistones del gato a la posición de reposo.

18 3er paso

- Aumentar la presión hasta el valor del tercer paso (tensión final) y apretar las tuercas con el pasador. Sólo deberá ser posible unos pocos grados.
- Eliminar la presión lentamente hasta cero.

19 4º paso

- Aumentar de nuevo la presión hasta el valor del cuarto paso (tensión final) e intentar girar más las tuercas. Esto **no** deberá ser posible.
- Eliminar la presión lentamente. Desconectar los latiguillos y retirar el juego.

2.6.4. Amortiguador de vibraciones

El amortiguador de vibraciones reduce las vibraciones torsionales en el cigüeñal. El amortiguador consta de un alojamiento y un aro de inercia soportado por un cojinete axial y radial que conforman una unidad. El espacio libre entre el aro de inercia y el alojamiento del amortiguador está lleno de fluido de alta viscosidad. La presión de combustión ejercida en los pistones causa vibración torsional en el cigüeñal. La energía producida por la vibración, es convertida en calor y refrigerada por el aceite lubricante en el exterior del amortiguador de vibraciones.

2.6.4.1. Mantenimiento

El fluido amortiguador va perdiendo viscosidad. Se puede determinar el grado de pérdida de viscosidad enviando muestras de fluido de forma regular a Wärtsilä Nederland B.V. En el análisis se determinará la calidad del fluido y se predecirá el número de horas que le quedan antes de perder propiedad.

La tapa del amortiguador tiene dos orificios de llenado localizados a 180°. Si uno de esos tapones es accesible, se podrá tomar la muestra con el amortiguador en su sitio. Para la toma de muestras, se podrá hacer pedido de un kit especial para tal propósito a Wärtsilä Nederland B.V. bajo el número de material 66325 904A.

Nota! Los amortiguadores con viscosidad fuera de rango pueden causar daños en el cigüeñal.

2.6.4.2. Toma de muestra

Se aconseja tomar la muestra cuando el motor está caliente.
Proceder de la siguiente forma:

- 1** Girar el cigüeñal hasta poder acceder al tapón para la toma de la muestra del líquido.
- 2** Soltar la bomba de aceite lubricante si no es posible acceder a ninguno de los tapones de toma de muestra del amortiguador.
- 3** Retirar el bloqueo del tapón utilizando un punzador y desenroscar el tapón con la llave 9612ZT497. ¡No retirar todavía el tapón!
- 4** Desenroscar el tapón del envase para el líquido cuya rosca corresponda con la del tapón en el amortiguador, puesto que el envase contiene varias roscas diferentes para los distintos tipos de amortiguador.
- 5** Soltar el tapón y enroscar el envase para la toma de líquido.

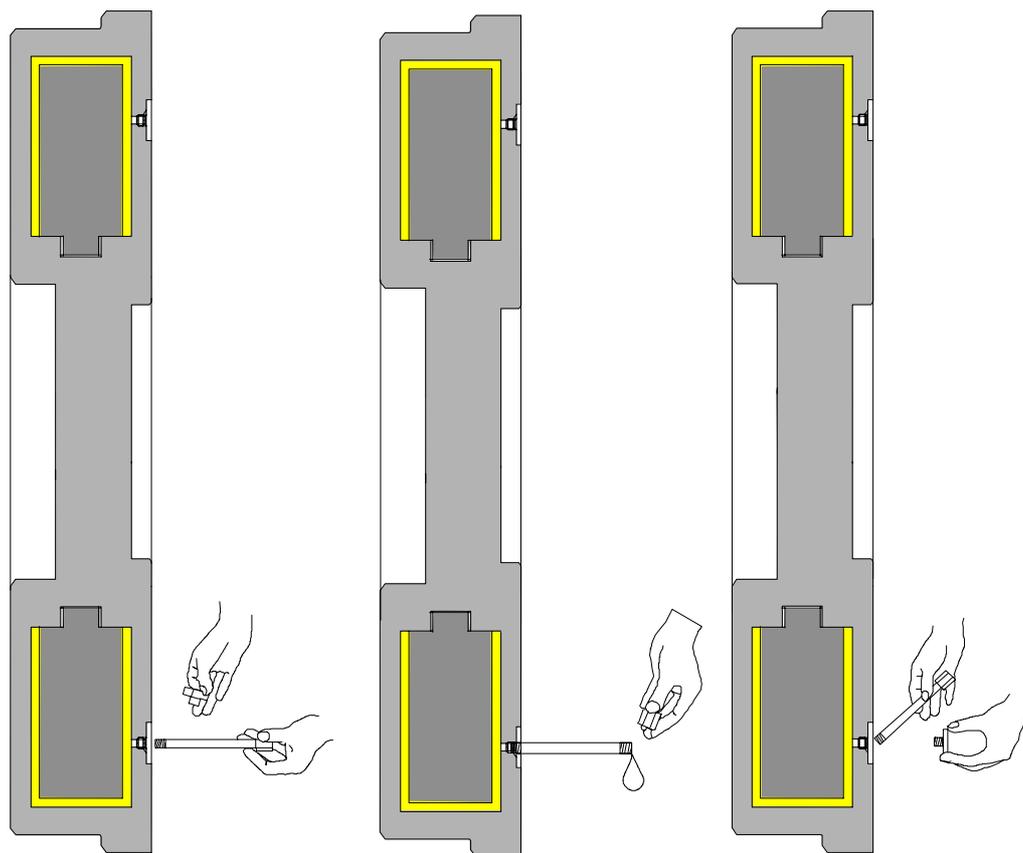


Fig. 2.6 - 26 Toma de muestra

- 6** Soltar el tapón del otro extremo del envase. ¡Asegurarse de que no salgan ni aceite del motor ni suciedad al llenar el envase!
- 7** El tiempo de la toma de la muestra puede llevar desde unos segundos hasta más de una hora dependiendo del estado del líquido.

Si no sale líquido:

- Soltar el segundo tapón para la muestra.
- Suministrar nitrógeno a 3.5 bar de presión máxima a través del orificio abierto de llenado. Si no se dispone de nitrógeno se podrá utilizar aire siempre que esté adecuadamente filtrado, limpio y seco.

Si no se puede obtener una muestra de este modo, se asumirá que el líquido es demasiado espeso.

En este caso habrá que cambiar el amortiguador de vibraciones.

8 Una vez de que el líquido haya alcanzado el extremo abierto del envase:

- Cortar el suministro de nitrógeno, si se está aplicando.
- Cerrar el tapón del extremo del envase.

9 Retirar el envase del amortiguador y colocar el segundo tapón al envase.

10 Colocar nueva(s) junta(s) tóricas al tapón(es) del amortiguador suministrados con el kit. Reemplazar los tapones dañados si los hubiera.

11 Apretar los tapones al par de apriete de 35 Nm.

12 Bloquear los tapones.

13 Después de la toma de la muestra, colocar una etiqueta (incluida en el kit) con los siguientes datos :

- número de serie del amortiguador de vibraciones
- tipo de motor
- número de motor
- horas de funcionamiento
- fecha de la muestra.

Enviar la muestra a: Wärtsilä Nederland B.V.
Service Department
P.O. Box 10608
8000 GB Zwolle

Una vez examinada la muestra, se informará del resultado por escrito. Este escrito incluirá recomendaciones.

14 Se permite extraer un máximo de 10 muestras de líquido de 1 cm³ cada una.

2.6.5. Virado

2.6.5.1. General

El virado se realiza mediante un dispositivo acoplado en el motor y accionado eléctricamente.

El virador consta de un motor eléctrico que acciona el virador a través de un engrane de accionamiento y un engrane sin fin. Una caja de control remoto, que incluye un cable, hace posible el virado desde cualquier posición cerca del motor. La velocidad de giro es de aproximadamente 3 rpm.

El embragado y desembragado del virador es posible mediante la palanca (1). Dicha palanca está asegurada por un pasador (6). Ver fig. 2.6 – 27.

El bloqueo o seguridad (7) evita que el motor arranque en caso de que el virador está embragado.

La rueda (2) sirve para ajustar la posición del cigüeñal.

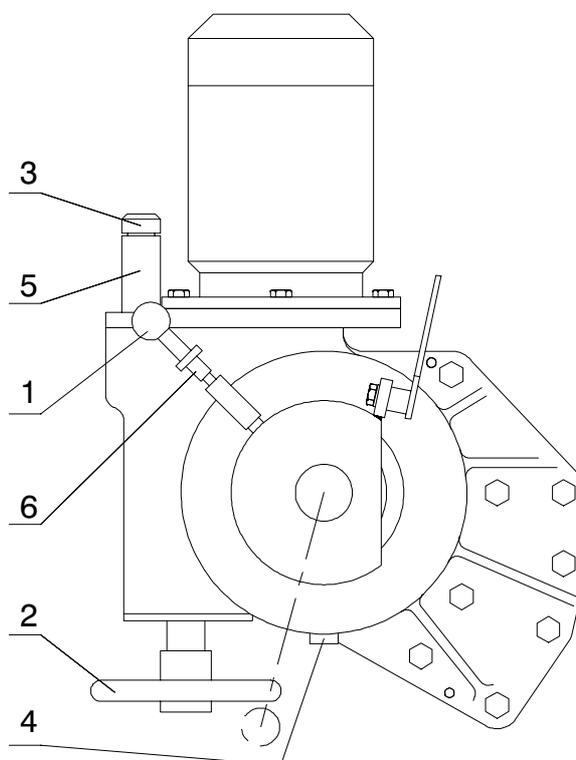


Fig. 2.6 - 27 Virador accionado eléctricamente

2.6.5.2. Mantenimiento del virador

El virador no necesita más mantenimiento que el de un cambio de aceite lubricante durante el primer año de operación, después del cual, el aceite se deberá cambiar según los intervalos mencionados en la sección 2.4.1. Comprobar también que el orificio de venteo (3) está abierto.

15 Drenar el aceite viejo, preferiblemente caliente, a través del orificio de drenaje (4).

16 Aclarar la caja de engranes con gas oil limpio.

17 Llenar la caja de engranes con aceite a través del orificio de llenado (5) hasta alcanzar el nivel. Observar la más absoluta limpieza.

18 Cerrar el orificio de llenado y operar el virador unas pocas revoluciones.

19 Comprobar el nivel de aceite y rellenar si fuera necesario.

-0-0-0-0-0-

ANEXO IV.

2.7. Culata con Válvulas

Tabla de contenidos

2.7. Culata con válvulas	2.7 – 1
2.7.1. Culata	2.7 – 2
2.7.1.1. Mantenimiento de la culata	2.7 – 3
2.7.1.2. Desmontaje de la culata	2.7 – 4
2.7.1.3. Montaje de la culata	2.7 – 9
2.7.2. Ajuste de la holgura de válvulas	2.7 – 12
2.7.3. Válvulas y asientos de válvula	2.7 – 14
2.7.3.1. Desmontaje de válvulas	2.7 – 15
2.7.3.2. Comprobación y reacondicionado de discos y asientos de válvula	2.7 – 17
2.7.3.3. Asientos de válvula	2.7 – 18
2.7.3.4. Guía de válvula	2.7 – 21
2.7.3.5. Montaje de válvulas	2.7 – 22
2.7.4. Rotocaps	2.7 – 23
2.7.4.1. General	2.7 – 23
2.7.4.2. Mantenimiento del rotocap de admisión	2.7 – 24
2.7.4.3. Mantenimiento del rotocap de escape	2.7 – 24
2.7.5. Llave indicadora y válvula de seguridad	2.7 – 25
2.7.7. Válvula de aire de arranque	2.7 – 26
2.7.8. Inyector de combustible	2.7 – 26

2.7.1. Culata

La culata consta de dos válvulas de admisión (1) y dos válvulas de escape (2) con rotocaps (10), un yugo (11), un inyector de combustible (3), una válvula de seguridad, una válvula indicadora, y una válvula de aire de arranque en el lado B. La válvula de aire de arranque se describe en el capítulo 1.3.

La culata y los asientos de válvula de escape están refrigerados por el agua de HT suministrado desde el bloque del motor a través de orificios en la parte superior de la camisa y hasta la culata a través de varios orificios en (5). El agua de refrigeración es descargada por un canal de salida (6) en la parte superior de la culata a través de una conexión de tubería flexible a la salida del colector de agua de refrigeración de HT.

El mecanismo de balancines (7) está montado a la culata mediante seis pernos y descrito en el capítulo 2.8. Una tubería conecta la culata con el sistema de aceite lubricante y cuida de la lubricación del mecanismo de balancines, yugo, válvulas y vástagos de válvula.

La parte superior de la culata está sellada con una tapa dividida en parte inferior (8) y superior (9).

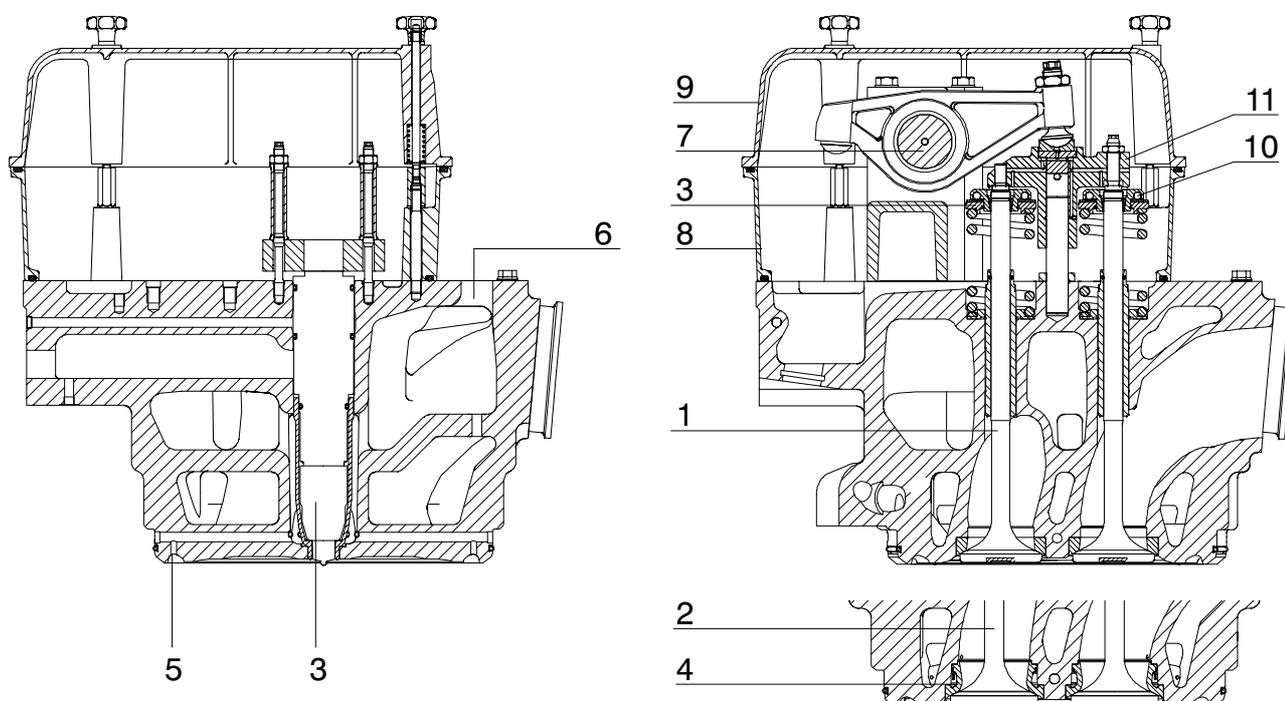


Fig. 2.7 – 1 Culata sección transversal

2.7.1.1. Mantenimiento de la culata

El mantenimiento de la culata consiste principalmente en la comprobación de medidas, limpieza, rectificado de las superficies de contacto y mantenimiento de sus componentes.

La formación de óxido en los espacios de agua entorpecerá el efecto refrigerante. La limpieza se realiza con disolventes químicos. Contactar con una empresa especializada en limpieza química.

Ante la existencia de formación de óxido, comprobar el tratamiento del agua de refrigeración.

Una forma cómoda de realizar el mantenimiento a las culatas es con la ayuda de la estructura basculante 9612DT916. Después de colocar la culata sobre la estructura, fijarla mediante 4 tuercas (12).

La culata podrá girarse y colocarse en posición colocando el pasador de seguridad (13) en uno de los orificios (14).

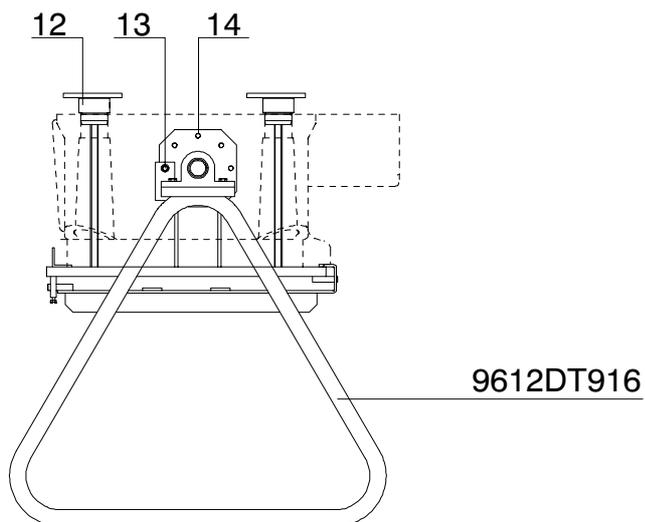


Fig. 2.7 – 2 Estructura basculante para culata

Nota! Para información general sobre el mantenimiento, aspectos de seguridad, intervalos, tolerancias, inspección y pares de apriete, ver capítulo 2.4.

Inspección de culata

Después de desmontar, inspeccionar atentamente los posibles daños en la culata.

Limpiar las superficies de contacto entre culata y camisa, comprobar su estado con el aro 9612DT484. Si es necesario el reacondicionado, este deberá realizarse con herramientas especiales.

2.7.1.2. Desmontaje de la culata

1 Antes de empezar el mantenimiento, drenar el agua de refrigeración y recogerla para su posterior uso.

2 Soltar la placa de protección. Aflojar la conexión de tubería flexible (15) y desconectar los pernos de la tubería de descarga de agua de refrigeración (16).

Ver fig. 2.7 – 3 .

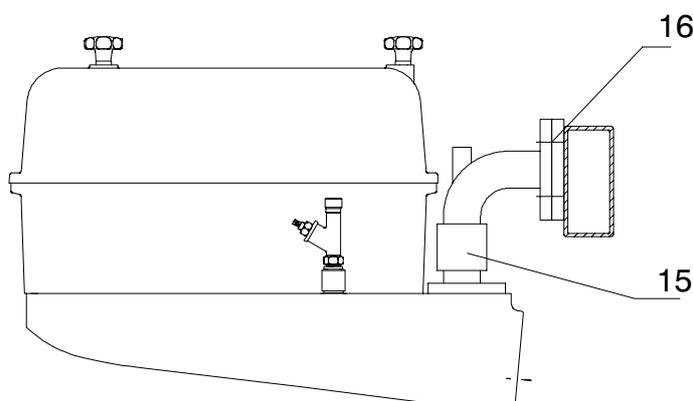


Fig. 2.7 – 3 Descarga de agua de refrigeración

3 Soltar la parte superior de la culata (9). Ver fig. 2.7 – 1 .

4 Girar el cigüeñal hasta que el pistón esté en el PMS. Comprobar la correcta posición girando libremente ambas barras empujadoras.

5 Aflojar y soltar el mecanismo de balancines (7).

6 Soltar la parte inferior de la tapa de culata (8).

- 7** Retirar los paneles de la “caja caliente” (24). Ver fig. 2.7 – 4 .
- 8** Soltar de la conexión de escape la abrazadera de la mitad superior (22).
Soltar los pernos (17) del codo de aire de aspiración.

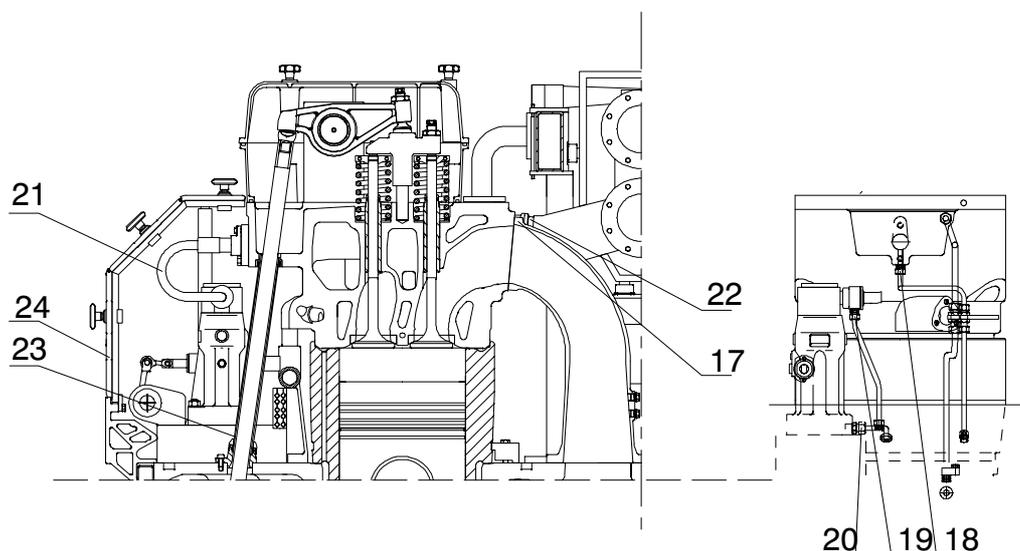


Fig. 2.7 – 4 Conjunto culata

- 9** Desconectar la línea de fugas de combustible (18), la línea de drenaje de combustible (19), la línea de aire de arranque piloto (20), la línea de combustible de HP (21), la tubería de suministro de la lubricación a la culata y tapar todos los orificios para evitar la penetración de suciedad.
- 10** Soltar la tapa (25) y aflojar la conexión de los sensores de temperatura para las válvulas de escape. Ver fig. 2.7 – 5 .

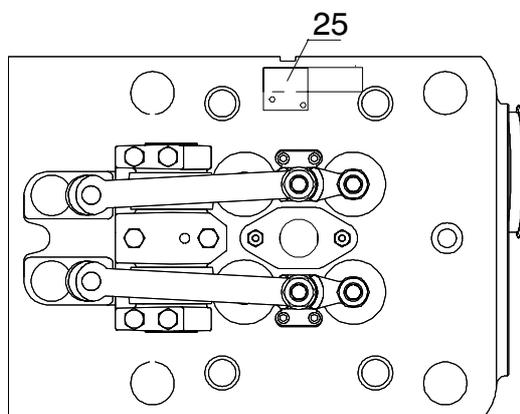


Fig. 2.7 – 5 Caja de conexión sensores

- 11** Soltar las protecciones de los espárragos de culata. Asegurarse de que las roscas de los espárragos de culata están limpias y libres de daños.
- 12** Colocar el juego de herramienta hidráulica 9622DT911 en posición según la fig. 2.7 – 6 y conectar los latiguillos 9612DT961 y conjunto de latiguillo 9622DT146 a la bomba 9612DT212.

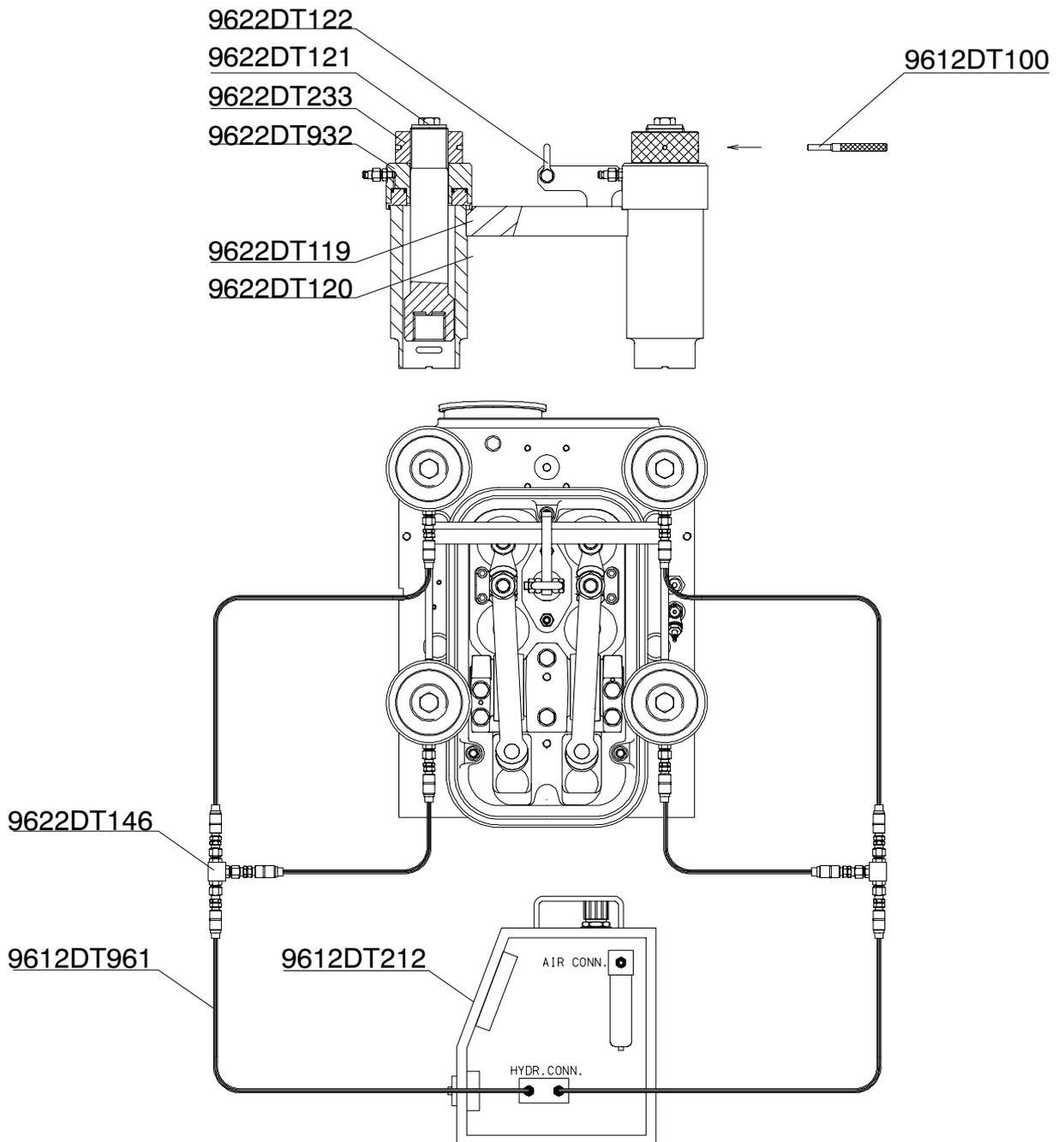


Fig. 2.7 – 6 Aflojando las tuercas de culata

- 13** Abrir la válvula de alivio en la bomba hidráulica y apretar las tuercas estriadas completamente para forzar los 4 pistones del gato a la posición de reposo, girar entonces la tuerca estriada una vuelta completa a derechas (6 orificios).
- 14** Presurizar los gatos hidráulicos al valor establecido y aflojar las tuercas de culata 3/4 de vuelta con el pasador 9612DT100.
- 15** Abrir la válvula de alivio y bajar lentamente la presión a cero, soltar los latiguillos. Comprobar que las tuercas estriadas y las de culata se aflojan y retirar la herramienta.
- 16** Soltar las tuercas de culata.
- 17** Utilizar el útil de elevación 9612DT909 para retirar la culata. Durante el izado de la culata empujar las protecciones de las barras empujadoras (23) hacia abajo, hacia el bloque de cilindros. Ver fig. 2.7 – 4 . Utilizar el cáncamo para subir la culata. Izarla un poco para drenar el agua restante fuera de la camisa. Sacar los tubos de protección de las barras empujadoras fuera de la culata. Comprobar que el tubo de aire de arranque está también libre. Sujetar ambos tubos de protección de las barras empujadoras hasta que la culata esté completamente fuera y así evitar posibles daños.

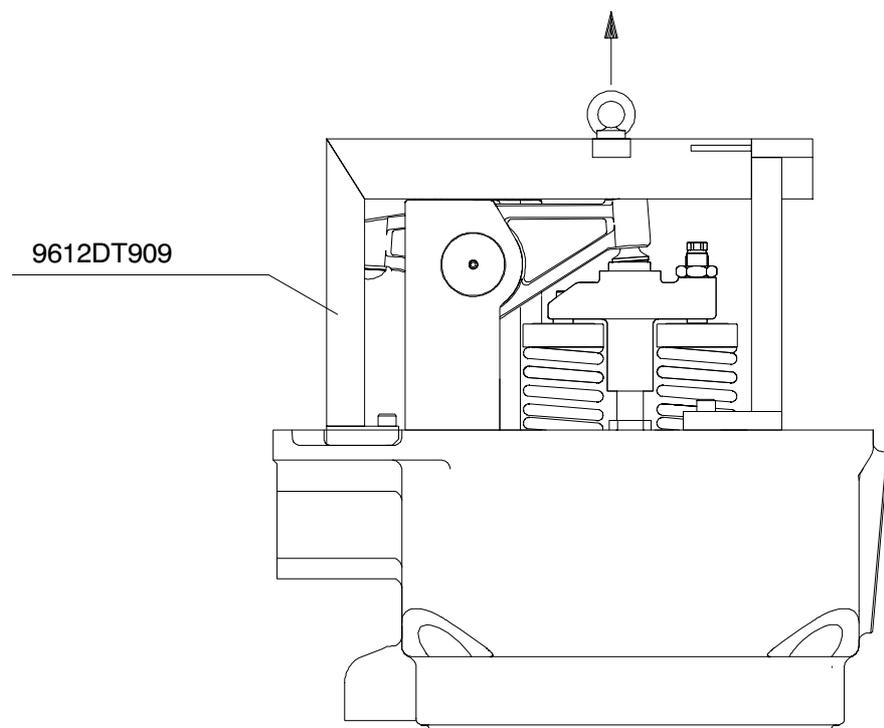


Fig. 2.7 – 7 Izando la culata

18 Quitar la junta tórica (26) y colocar el aro de protección 9622DT164., que protege el cierre de gas y la tetilla de la tobera al colocar la culata directamente sobre el suelo. Bajar la culata en vertical.

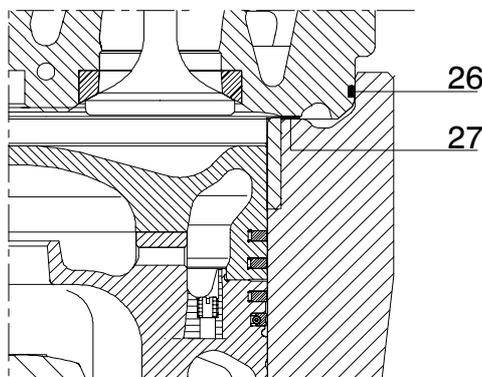


Fig. 2.7 – 8 Culata sobre camisa

19 Retirar el aro de cierre de gas (27), ver fig. 2.7 – 8 . Quitar las barras empujadoras y sus respectivos tubos de protección.

20 Cubrir el hueco de la culata y los orificios al espacio del eje de levas con una tabla de madera o similar.

21 Retirar el mecanismo de balancines, ver sección 2.8.2.1.

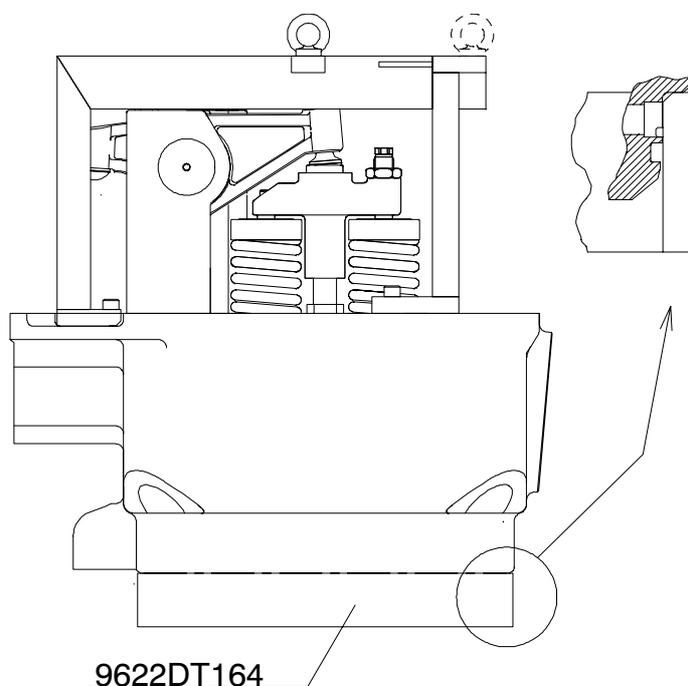


Fig. 2.7 – 9 Aro de protección para culata

2.7.1.3. Montaje de culata

- 1** Limpiar las superficies de sellado y utilizar una nueva junta tórica de culata (26). Lubricar la junta tórica con grasa de silicona. Renovar los aros de cierre del canal de aire de carga, línea de aire de arranque y tubos de protección de las barras empujadoras.
- 2** Lubricar las juntas tóricas con grasa de silicona. Colocar los tubos de protección y las barras empujadoras en posición.
- 3** Girar el cigüeñal hasta que el pistón esté en el PMS y asegurarse de que los rodillos de los taqués de admisión y escape descansan sobre el círculo base de la leva.
- 4** Montar el útil de elevación 9612DT909 a la culata. Ver fig. 2.7 – 7 .
- 5** Izar la culata. Colocar un nuevo aro de cierre de gas (27) sobre la camisa y retirar el aro de protección. Al bajar la culata sobre la camisa asegurarse de que el tubo de conexión de aire de arranque y los tubos de protección de las barras empujadoras encajan dentro de las juntas tóricas sin problemas. Asegurarse de que la brida de escape de la culata encaja en la mitad inferior de la abrazadera.
- 6** Apretar las tuercas de culata mediante el pasador 9612DT100.
- 7** Colocar el juego de herramienta hidráulica 9622DT911 en posición según la fig. 2.7 – 6 . Conectar los latiguillos. Abrir la válvula de alivio en la bomba y apretar completamente las tuercas estriadas para forzar los pistones del gato a su posición de reposo.

Nota! Ver fig. 2.4 - 16 para la presión del gato y giro de tuerca.

8 1er paso

- Cerrar la válvula de alivio en la bomba y presurizar los gatos al valor del primer paso (pre-tensión).
- Apretar las tuercas mediante el pasador hasta lograr un contacto firme entre las tuercas y la culata.
- Abrir la válvula de alivio en la bomba y bajar lentamente la presión a cero.
- Bajar las tuercas estriadas con el pasador para forzar el pistón del gato a la posición de reposo.

9 2º paso

- Cerrar la válvula de alivio y aumentar la presión hasta el valor del segundo paso (tensión final).
Apretar con firmeza las tuercas con el pasador. Contar el número de orificios que giran las tuercas. El giro de tuerca debe ser igual para todas.
- Comprobar que el número de orificios que gira la tuerca está dentro de los valores mencionados en la fig 2.4 – 16 .
- Abrir la válvula de alivio en la bomba y bajar lentamente la presión a cero.
- Bajar las tuercas estriadas con el pasador para forzar el pistón del gato a la posición de reposo.

10 3er paso

- Cerrar la válvula de alivio y aumentar la presión hasta el valor del tercer paso (tensión final).
- Apretar con firmeza las tuercas con el pasador. Esto sólo se podrá en unos pocos grados.
- Abrir lentamente la válvula de alivio en la bomba y bajar lentamente la presión a cero.

11 4º paso

- Cerrar la válvula de alivio y aumentar la presión hasta el valor del cuarto paso (tensión final)
- Intentar apretar más las tuercas con el pasador. Esto **no** deberá ser posible.
- Abrir lentamente la válvula de alivio en la bomba y bajar lentamente la presión a cero.

12 Desconectar los latiguillos y retirar los gatos.

13 Colocar los tapones protectores sobre los espárragos de culata.

14 Montar el mecanismo de balancines en la culata. Tener en cuenta los pares de apriete mencionados en los ajustes. Ver también la sección 2.8.2.2.

15 Conectar los sensores de temperatura a la culata. Montar la tapa (25). Ver fig. 2.7 – 5 .

16 Montar la línea de combustible, (21), ver fig. 2.7 – 4, la línea de fugas de combustible (18), línea de drenaje (19), la tubería de suministro de lubricación de la culata y la línea de aire de arranque piloto (20).

- 17** Montar la mitad superior de la abrazadera (22), después de engrasar las superficies de contacto de ambas mitades, con las bridas del conducto y los 4 pernos de la abrazadera.
Apretar los 4 pernos en cruz al par correcto. Ver sección 2.4.4.6.
- 18** Montar el codo de aire de aspiración con los pernos (17).
- 19** Colocar la conexión de tubería flexible (15). Montar con juntas nuevas.
- 20** Montar las placas de protección.
- 21** Ajustar la holgura de válvulas. Ver sección 2.7.2.
- 22** Comprobar la lubricación del mecanismo de balancines.
- 23** Montar la parte inferior de la tapa de culata (8), la parte superior (9) y los paneles de la “Caja Caliente”.
- 24** Llenar el sistema de agua d refrigeración del motor.
- 25** Antes del arranque virar el cigüeñal dos revoluciones con las llaves indicadoras abiertas.

2.7.2. Ajuste de la holgura de válvulas

Nota! Ajustar la holgura de las válvulas únicamente después de dejar refrigerar el motor unos 30 minutos.

Nota! Ajustar cada par de válvulas de admisión y escape como un juego.

- 1** Soltar la parte superior de la tapa de la culata.
- 2** Girar el cigüeñal hasta que el pistón esté en el PMS y comprobar que ambas barras empujadoras se mueven libremente.
- 3** Aflojar la tuerca de bloqueo (1) y el regulador de válvula (2) unas pocas vueltas.
- 4** Si existe, retirar la película de aceite entre pivotes golpeando unas cuantas veces con un martillo de plástico sobre los extremos de los balancines.
- 5** Levantar un poco el yugo (3) y colocar una galga de 0.05 mm en (4) entre el pivote y el vástago de la válvula.
- 6** Bajar el yugo y comprobar que la galga no se mueve.
- 7** Levantar el yugo, retirar la galga y repetir el procedimiento en (5) entre el pivote ajustable (6) y el vástago de la válvula.
- 8** Si la holgura es superior a 0.05 mm el yugo deberá ser nivelado, si no es necesario continuar con el punto 16.

Nivelando el yugo

- 9** Aflojar la tuerca de seguridad (7) del pivote (6) en el yugo (3).
- 10** Girar el pivote (6) unas pocas vueltas, hasta que quede libre del vástago de la válvula.
- 11** Colocar el reloj indicador sobre el yugo y ajustarlo a cero, ver fig. 2.7 - 10 .
- 12** Girar el yugo ajustable hasta que el indicador empiece a moverse.
- 13** Apretar la tuerca de seguridad (7) a mano sin girar el pivote ajustable.
- 14** Comprobar la holgura según el procedimiento desde el punto 5 al 8.

Nota! Evitar la fuerza del par de apriete sobre el yugo durante el apriete.

- 15** Apretar más la tuerca de seguridad (7) al par correcto, sin girar el pivote ajustable. Para el par de ajuste, ver sección 2.4.4.6.

Ajuste de la holgura de válvula

16 Colocar la galga 9612DT249 en (8) entre el yugo (3) y la zapata del brazo del balancín (9). Para la holgura de válvulas ver sección 2.4.5.1.

17 Bajar el regulador de válvula (2) con el reloj indicador insertado hasta que esté quede atrapado.

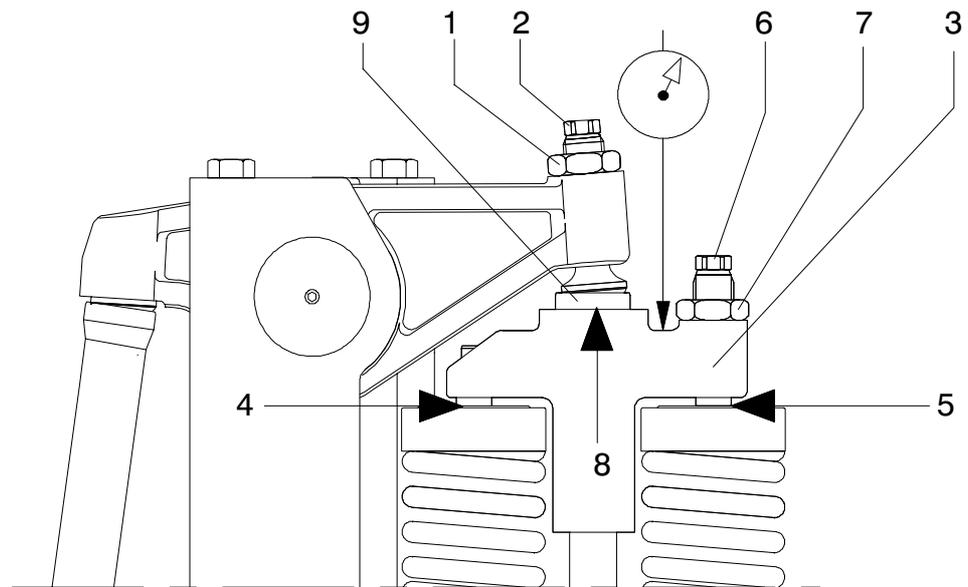


Fig. 2.7 – 10 Ajuste de la holgura de válvulas

18 Apretar la tuerca de seguridad (1), al par correcto, sin girar el regulador de válvula. Para los pares de apriete, ver sección 2.4.4.6.

19 Sacar el reloj indicador y repetir el procedimiento para el otro par de válvulas.

20 Colocar la parte superior de la tapa de la culata.

2.7.3. Válvulas de admisión y escape

El vástago de la válvula está conducido en la guía de válvula (4) y lubricado y sellado por una junta tórica (5)

Las guías y asientos de válvula se insertan en frío en la culata.

Un rotocap hace girar la válvula asegurando así un desgaste suave y uniforme de la misma.

Los rotocaps se fijan a la válvula mediante unas medias lunas (7).

Nota! Las válvulas de escape (1) y admisión (2) son distintas en material y no deben mezclarse. Las válvulas de admisión se pueden reconocer por el rebaje concéntrico (3) en el disco de válvula y la notación en la parte superior del vástago.

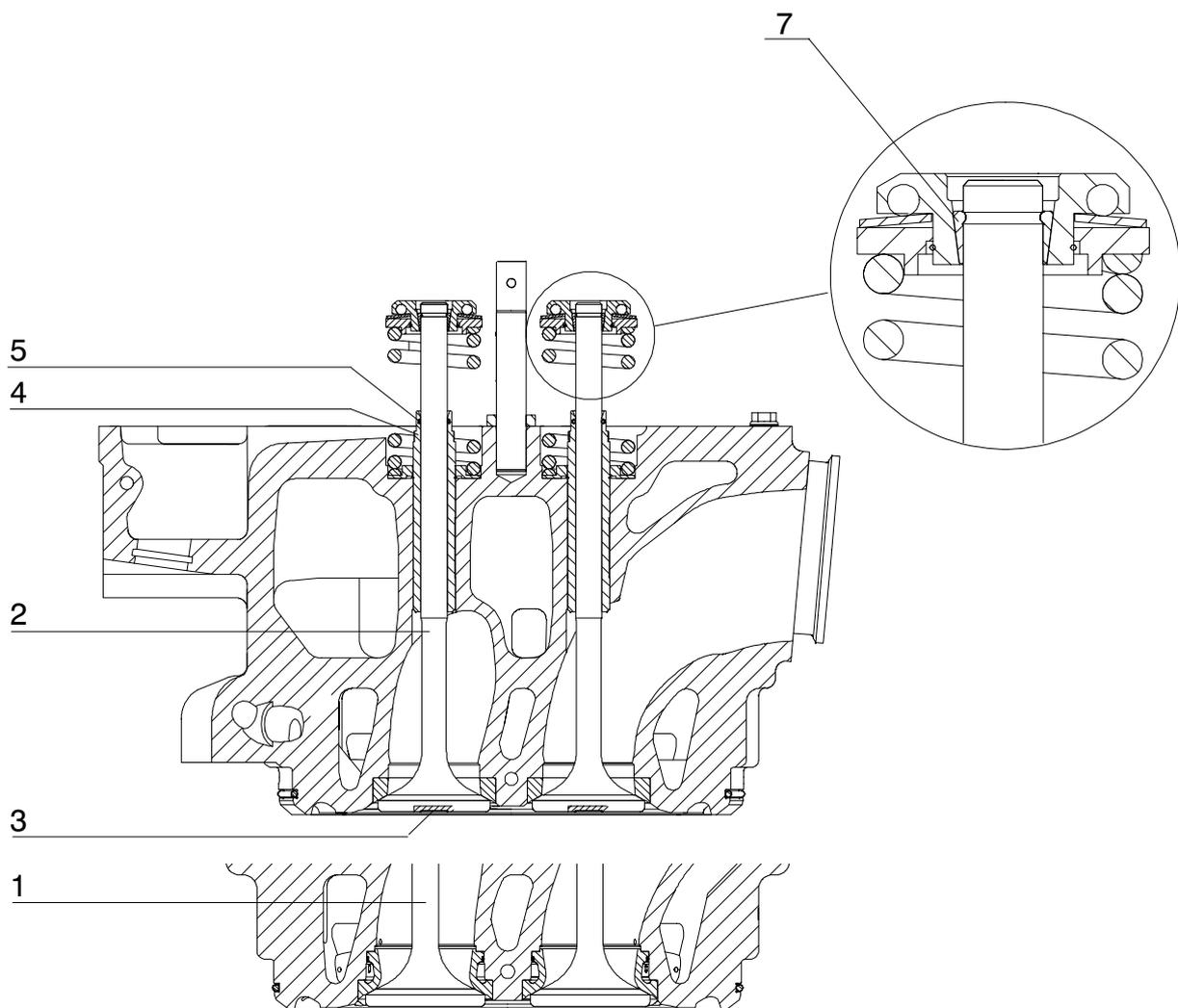


Fig. 2.7 – 11 Válvulas

2.7.3.1. Desmontaje de válvulas

Después de sacar la culata del motor y soltar el inyector, ver la sección 2.9.4.1. ya se podrán sacar las válvulas.

1 Colocar el útil 9622DT917 en posición y montarlo a la culata con dos tuercas de M16. Ver fig. 2.7 – 12 .

Montar el gato hidráulico 9622DT147 con el espárrago y tuerca al útil. Deja unos 40 mm entre el gato y la tuerca para permitir que los muelles se expandan después de renovar las medias lunas.

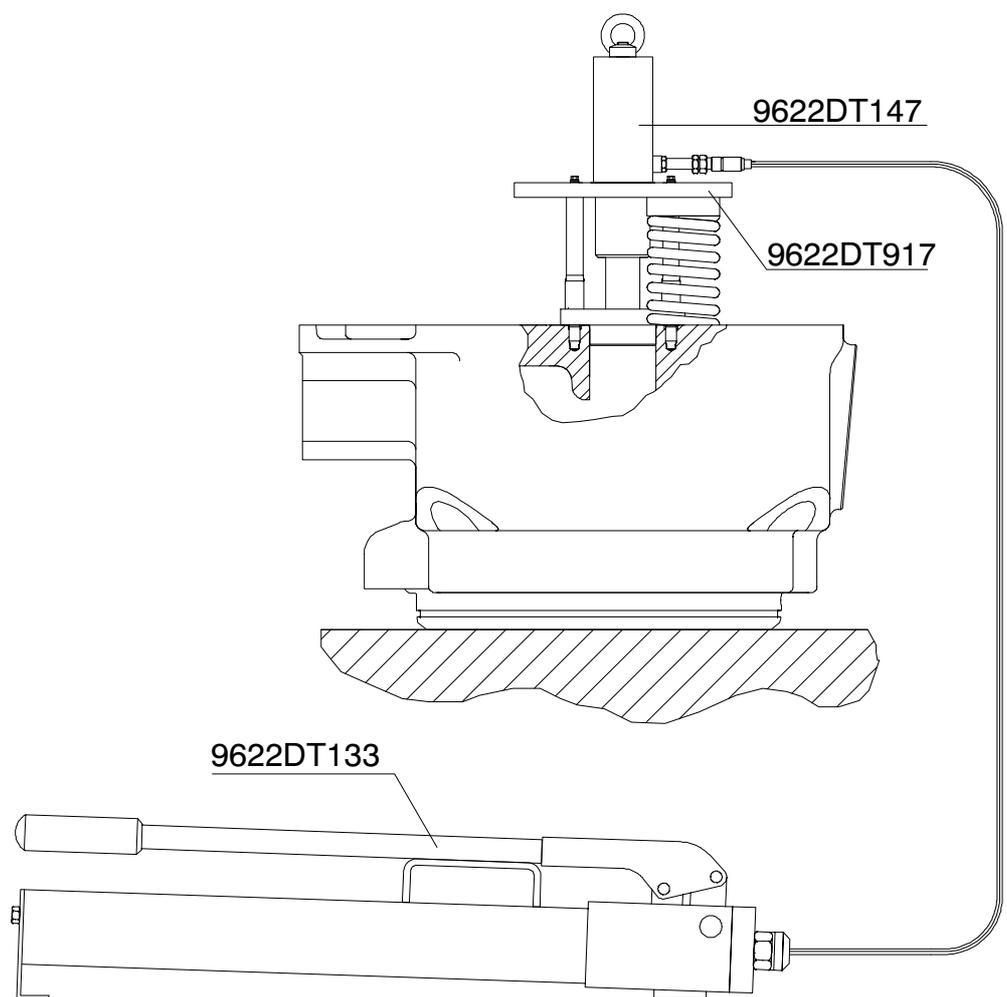


Fig. 2.7 – 12 Desmontaje de válvulas

2 Utilizar el juego de bomba / latiguillo 9622DT133 para presionar el muelle lo suficiente como para soltar las medias lunas (7). Ver fig. 2.7 – 11 .

3 Golpear el centro de los discos de válvula con un martillo de plástico para aflojar las medias lunas y soltarlas.

- 4** Abrir ligeramente la válvula de alivio en la bomba para eliminar la presión de los muelles de válvula lentamente. Asegurarse de que los muelles no tienen presión antes de retirar la tuerca.
- 5** Los 4 discos de muelle y los propios muelles se podrán retirar ahora. Asegurarse de guardar las medias lunas, muelles y rotocaps a pares. Cuidar de no dañar la capa de los muelles.

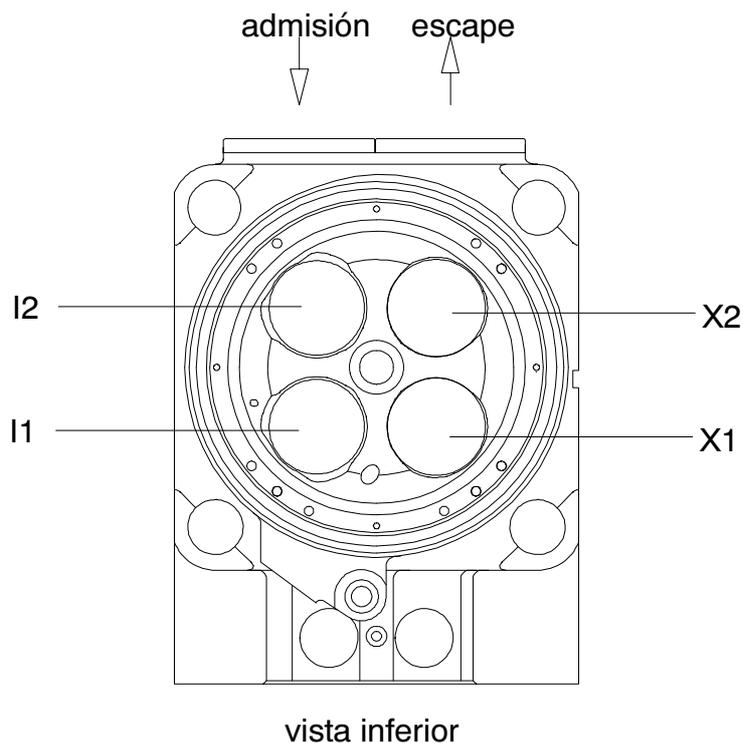


Fig. 2.7 – 13 Definición de válvula, admisión (I) escape (X)

2.7.3.2. Comprobación y reacondicionado de disco y asiento de válvula

1 Comprobación;

Si existe corrosión sobre casi toda la superficie o si se observa un sellado imperfecto, los discos y asientos de válvula deben ser esmerilados.

2 Esmerilado con máquina:

Los aros de asiento de las válvulas de admisión y escape se pueden esmerilar hasta el diámetro máximo permitido. Para tolerancias y ángulos ver fig. 2.4 – 34 y 2.4 – 35 .

Reemplazar los aros tras exceder el diámetro máximo.

Nota! No está permitido el esmerilado con pasta con el fin de mantener la diferencia entre el ángulo del asiento y el disco de válvula.

Las herramientas e instrucciones para reacondicionar discos y asientos de válvula están disponibles a través del Departamento de Servicio de Wärtsilä Nederland o su agente Wärtsilä local.

3 Prueba de contacto:

Aplicar Azul de Prusia sobre la superficie del disco de válvula. Colocar la válvula en la culata y dejar una huella golpeando la válvula sobre su asiento. No girar la válvula.

El área obtenida deberá ser de entre el 20% y el 40%, tanto para los asientos de la válvula de admisión como para los de la válvula de escape, ver fig.. 2.7 – 14 .

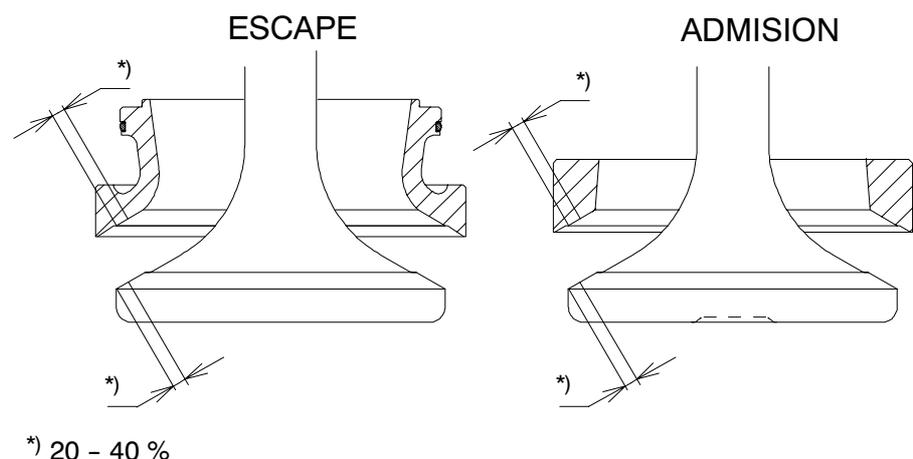


Fig. 2.7 – 14 Prueba de contacto

2.7.3.3. Asientos de válvula

Los asientos de válvula se montan en la culata mediante contracción y encajan en la culata con gran fuerza.

Desmontaje del asiento de válvula de escape

1 Colocar la culata boca abajo. Limpiar la parte interna del asiento de válvula y colocar el conjunto de herramienta 9612DT934, discos (1) y barra de unión (2) en el asiento de la válvula. Asegurarse de que la circunferencia sobre el exterior de las cuatro piezas de apriete encaja en el rebaje entre el asiento de válvula y la culata. Asegurar los discos apretando la tuerca (3) con un par de apriete de 100 Nm. Ver fig. 2.7 – 15.

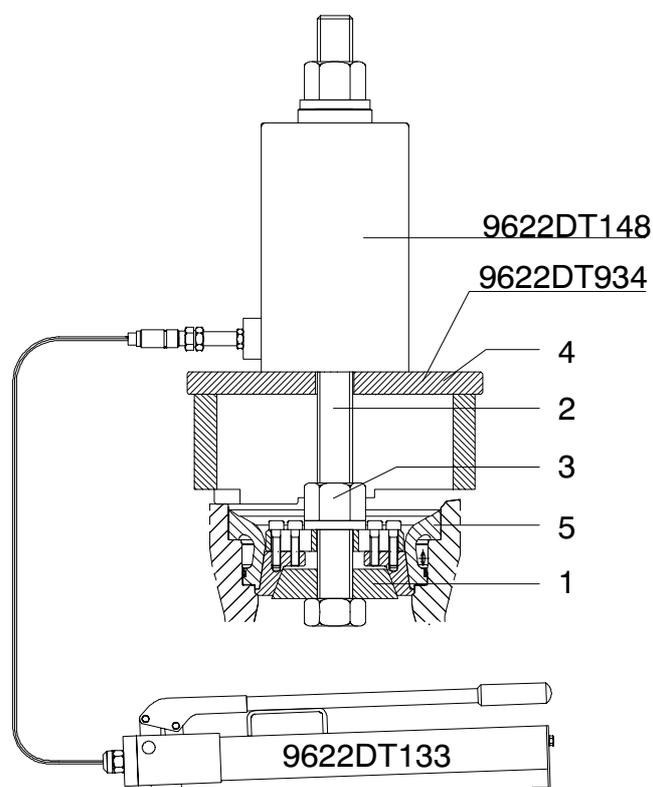


Fig. 2.7 – 15 Desmontaje de asientos de válvula

2 Colocar el puente (4), el gato hidráulico 9622DT148 y conectar a la bomba 9622DT133.

3 Aplicar presión hasta ± 500 bar, si es necesario eliminar presión lentamente y volver a meter presión de nuevo hasta un máximo de 500 bar. Se puede repetir el proceso unas cuantas veces para poder aflojar el asiento. Sacar el asiento de válvula (5) de la culata.

4 Aflojar la tuerca (3) y sacar el asiento de la herramienta.

5 Limpiar y desengrasar el alojamiento de válvula en la culata y comprobar el diámetro en dos direcciones a dos alturas. Comparar los diámetros con las dimensiones nominales mencionadas en la sección 2.4.5. fig. 2.4 – 31 .

Desmontaje del asiento de válvula de admisión

1 Colocar la culata boca abajo y situar por ejemplo una válvula vieja con el diámetro reducido dentro de la culata o utilizar una plancha que encaje en el asiento de la válvula.

2 Soldar la válvula y asiento o plancha con 4 puntos de soldadura eléctrica con electrodo estándar (3.2 mm).

3 Colocar la culata sobre un lado y sacar el asiento de válvula del alojamiento con unos pequeños golpes sobre la parte superior del vástago de la válvula o sobre la plancha.

4 Limpiar y desengrasar el alojamiento de la válvula y comprobar el diámetro en dos direcciones a dos alturas. Comparar los diámetros con las dimensiones nominales mencionadas en la sección 2.4.5. fig. 2.4 – 30 .

Montaje

Nota! Utilizar guantes resistentes a bajas temperaturas y gafas de seguridad durante la manipulación de piezas congeladas y observar las medidas de seguridad del fabricante del nitrógeno líquido. Antes de montar un nuevo asiento de válvula, comprobar el estado de la guía de válvula, ver sección 2.7.3.4.

1 Desengrasar los asientos de válvula.

2 Procedimiento para:

- – Asiento de válvula de escape:
 - Calentar la culata lentamente y equitativamente hasta 90°C.
 - Enfriar el asiento de válvula hasta –50°C.
 - Lubricar la junta tórica (12) con grasa de silicona y colocarla en el alojamiento del asiento en la culata, ver fig. 2.7 – 16.
 - Aplicar pasta sellante en el diámetro exterior del asiento. El tipo de pasta sellante se menciona en el catálogo de repuestos.
 - Continuar con el montaje del asiento en la culata.
- – Asiento de la válvula de admisión:
 - Calentar la culata lentamente y equitativamente hasta 90°C.
 - Enfriar el asiento de válvula hasta –180°C.
 - Continuar con el montaje del asiento en la culata.

3 Colocar el asiento de la válvula de admisión (8) o de escape (9) fríos sobre el útil 9612ZT945 e inmediatamente introducirlos en el alojamiento en la culata. Fijar el útil con la plancha (13) y la tuerca (14) y mantener el útil apretado durante al menos 5 minutos para mantener el asiento en posición correcta mientras se temple.

Nota! Los asientos de válvula de admisión y escape requieren de útiles de montaje distintos, escape (10) y admisión (11), ver fig. 2.7 – 16 .

4 Después de montar el asiento de la válvula de escape y que la culata se haya enfriado, se aconseja realizar una prueba de presión de agua (5 bar).

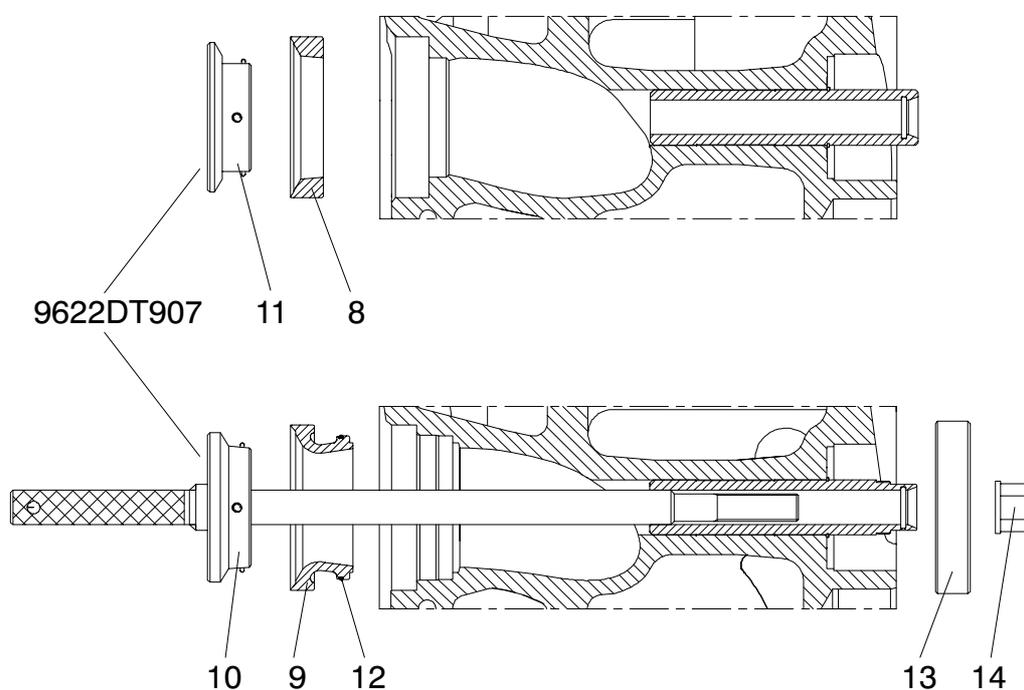


Fig. 2.7 – 16 Montaje de asientos de válvula

Rectificado del asiento de válvula

5 Aunque el ángulo del aro de asiento de la válvula está mecanizado con precisión, debido al proceso de contracción del asiento de válvula en las culatas, los asientos se deformarán ligeramente en su perfil dando como resultado una pequeña desviación del ángulo de asiento requerido para la válvula.

Cada vez que se montan nuevos asientos de válvula será necesario rectificar el asiento y llevar a cabo la prueba de contacto, ver sección 2.7.3.2.

2.7.3.4. Guía de válvula

- 1** Limpiar e inspeccionar la guía de válvula.
Medir el diámetro interno de la guía, ver sección 2.4.5.2.
Renovar si es necesario.

Extracción de la guía de válvula

- 2** Soltar del rotocap la arandela del muelle de la válvula (5), y el circlip (6) de la guía (7), ver fig. 2.7 – 18 .
- 3** Colocar la culata sobre un lado y colocar el extractor 9622DT930 junto con el gato 9622DT148.

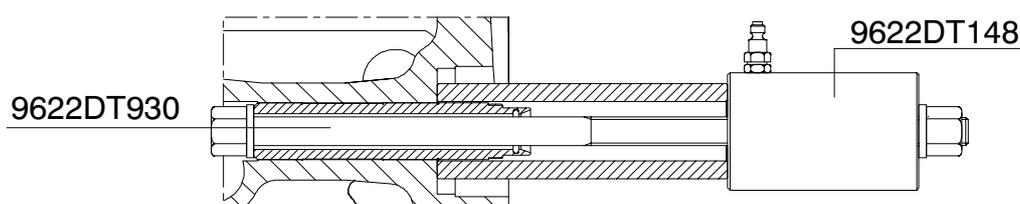


Fig. 2.7 – 17 Extracción de guía de válvula

- 4** Aplicar presión al gato 9612DT148 y continuar hasta extraer la guía de la culata.
- 5** Limpiar y desengrasar el alojamiento de la guía del vástago de la válvula en la culata.

Montaje de la guía de válvula

El montaje para la guía del vástago de la válvula de admisión y la de escape es similar.

- 6** Calentar la culata lentamente y equitativamente hasta 90°C.
- 7** Colocar el circlip (6) en la ranura de la guía (7).
- 8** Enfriar la guía en nitrógeno líquido hasta que cese el burbujeo (-180°C).

Nota! utilizar guantes resistentes a bajas temperaturas y gafas de seguridad durante la manipulación de piezas congeladas y observar las medidas de seguridad del fabricante del nitrógeno líquido.

- 9** Engrasar un poco el rebaje de la guía de válvula en la culata.
- 10** Colocar la guía en la culata, comprobar que está completamente insertada.

Nota! Si se renueva la guía de válvula, se deberá aplicar la prueba de contacto a las superficies de contacto del disco y asiento de válvula, ver sección 2.7.3.2.

- 11** Colocar la arandela de muelle de válvula alrededor de la guía.

2.7.3.5. Montaje de válvulas

- 1** Comprobar grietas y marcas de desgaste en los muelles de válvula y reemplazarlos si se detectaran estos u otros daños.
- 2** Limpiar las guías de válvula y colocar nuevas juntas tóricas (8).

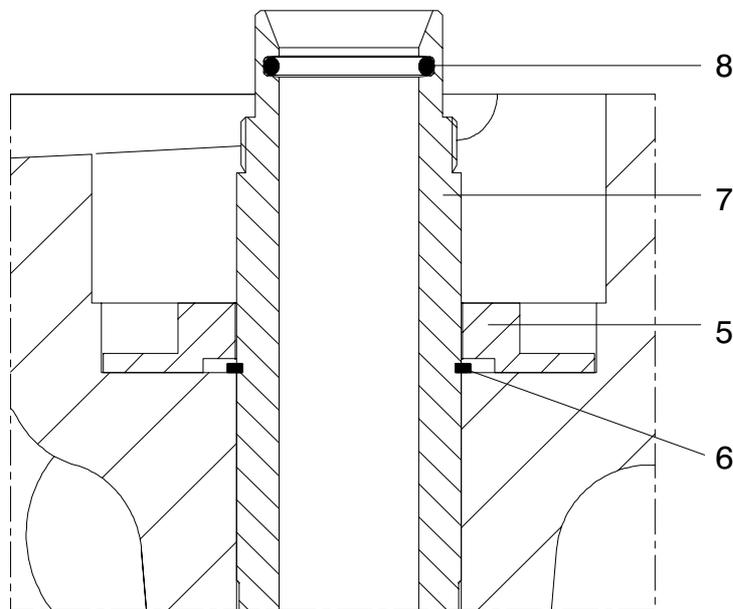


Fig. 2.7 – 18 Detalle guía de válvula

- 3** Lubricar los vástagos de válvula con aceite limpio de motor.
- 4** Colocar las válvulas y comprobar su libre movimiento. Antes de que la válvula toque el asiento, asegurarse de que la superficie del asiento está absolutamente limpia. Reemplazar las válvulas en su sitio original.
- 5** Realizar la prueba de contacto, ver sección 2.7.3.2.
- 6** Montar los muelles y rotocaps y asegurarse de que las superficies de contacto de los muelles y discos de muelle están limpias y libres de daños.
- 7** Colocar el útil de montaje 9612DT917 junto con el gato 9612DT147 en posición, ver fig. 2.7 – 12 .
- 8** Comprimir los muelles de válvula y colocar las media lunas de válvula.
- 9** Quitar compresión a los muelles lentamente. Comprobar si las medias lunas de válvula encajan bien al quitar la compresión de los muelles y que la holgura entre las dos mitades de las medias lunas es igual.

2.7.4. Rotocaps

2.7.4.1. General

Las válvulas de escape y admisión están provistas de unos rotocaps. Estos elementos hacen girar las válvulas lentamente durante el funcionamiento del motor. El resultado de la rotación de las válvulas es un desgaste equitativo con un mejor contacto metálico entre la válvula y el asiento de la misma. La refrigeración de la válvula mejora, lo que a su vez alarga considerablemente el intervalo de mantenimiento de la válvula.

Las válvulas de admisión están provistas de un rotocap que hace girar un poco las válvulas durante la apertura de las mismas.

Las válvulas de escape también están provistas de un rotocap que las hace girar durante el cierre de la válvula. Ambos diseños son de diferente construcción.

Para la lubricación sólo se podrá utilizar aceite de motor. No aplicar grasa sobre las bolas de acero durante el mantenimiento de los cojinetes de los rotocaps puesto que puede restar efectividad al funcionamiento del rotocap.

El funcionamiento del rotocap deberá de ser supervisado periódicamente, la válvula podría girar demasiado lentamente. En cada mantenimiento de válvula, habrá que comprobar el desgaste del rotocap. Durante los trabajos de mantenimiento, los componentes de los rotocaps deberán guardarse como un juego y no mezclarlos con piezas de otro juego.

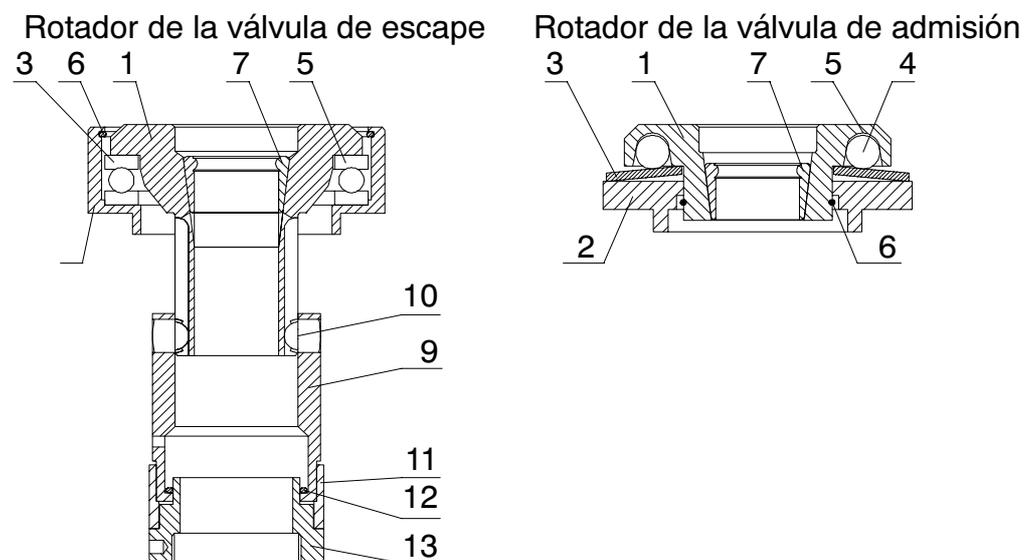


Fig. 2.7 – 19 Rotocaps

2.7.4.2. Mantenimiento del rotocap de la válvula de admisión

- 1** Después de soltar las media lunas de válvula (7), se podrá retirar de la válvula el conjunto de rotocap, ver fig. 2.7 – 20 .
- 2** Colocar el conjunto boca abajo en un banco de trabajo.
- 3** Soltar el muelle de bloqueo (6).
- 4** Soltar la tapa (2).
- 5** Soltar el disco de muelle (3).
- 6** Retirar las bolas de acero (4) y muelles (5).
- 7** Limpiar la tapa (1) y los demás componentes.
- 8** Comprobar el desgaste y daños en los componentes. Renovar toda la unidad en caso de que uno de los componentes este desgastado.
- 9** Después del montaje en el motor, comprobar que el rotocap gira.

2.7.4.3. Mantenimiento del rotocap de la válvula de escape

- 1** Soltar las media lunas (7) y sacar la sección superior del rotocap consistente en disco de muelle (2), cojinete axial (3) y disco de vástago de válvula (1), ver fig.2.7 – 19 .
- 2** Sacar el vástago de válvula.
- 3** Sacar la sección base inferior (13) de la guía de válvula.
- 4** La parte superior se podrá extraer por partes quitando el circlip (6).
- 5** La parte inferior se podrá extraer por partes quitando el circlip (12). Tener cuidado al extraer la sección inferior por partes, puesto que pequeños muelles y pasadores cilíndricos podrían soltarse del conjunto.
- 6** Limpiar los lodos y el carbón de todas las piezas.
- 7** Comprobar que las ranuras de aceite están libres de suciedad.
- 8** Inspeccionar la sección superior y en especial el desgaste o corrosión en las ranuras helicoidales en la parte cilíndrica del disco de válvula.
- 9** Comprobar el estado de la bolas de acero (10) en la sección inferior que se desliza en el interior de las ranuras helicoidales de la sección superior.
- 10** Comprobar el desgaste del cojinete axial (5) en la sección superior.
- 11** Comprobar el desgaste en las piezas de la rueda.
- 12** Cualquier pieza del rotocap desgastada o dañada deberá ser reemplazada.

- 13** En el caso de que un sólo componente de la sección inferior o superior estuviese dañado, se deberá reemplazar la unidad superior o inferior completa.
- 14** Montar las piezas después de aplicarles aceite limpio. No usar grasa.
- 15** Antes del montaje en la culata, comprobar el funcionamiento de la rueda, que la sección superior se deslice libremente en la sección inferior y que la rotación esté exenta de la fricción del cojinete axial.
- 16** Después del montaje en el motor, comprobar que el rotocap gira.
- 17** Los rotocaps de válvula deberán engrasarse y envolverse en plástico al ser almacenadas para evitar la suciedad y la corrosión.

2.7.5. Llave indicadora y Válvula de seguridad

Llave indicadora

Cada cilindro esta provisto de una llave indicadora (1), ver fig. 2.7 – 25 . La construcción interna es tal que la presión en el cilindro cierra la válvula. Como consecuencia la fuerza necesaria para cerrar la válvula es relativamente baja.

- 1** Antes de arrancar el motor, cerrar las llaves indicadoras con la fuerza justa para juntar las superficies de contacto. La presión del cilindro cerrará la válvula.
- 2** Después de una parada del motor, abrir las llaves indicadoras sólo media vuelta. En este proceso no ocurrirá el efecto apriete debido al descenso de la temperatura.
- 3** Evitar el apriete accidental durante la medición de las presiones de cilindro.
- 4** Añadir lubricante resistente a alta temperatura (hasta 1000°C) a las roscas.
- 5** Utilizar siempre el útil 9612SW510 para abrir y cerrar las llaves indicadoras (1), ver fig. 2.7 – 20 .

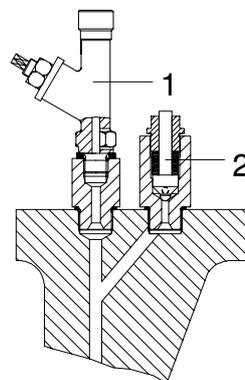


Fig. 2.7 – 20 Llave indicadora / válvula de seguridad

Válvula de seguridad

Cada cilindro está provisto de una válvula de seguridad cargada con muelle (2), ver fig. 2,7 – 20. Esta válvula emite un sonido de alarma ante presiones excesivas en el cilindro. La presión de apertura está estampada en la parte superior de la válvula. Si las válvulas de seguridad están fugando durante el funcionamiento, reemplazarlas de inmediato. Montar la válvula con un lubricante resistente a alta temperatura.

2.7.6. Válvula de aire de arranque

La válvula de aire de arranque es mencionada y explicada en el capítulo 1.3.

Antes de montar las válvulas de aire de arranque, las superficies cilíndricas externas deben lubricarse bien con aceite de motor.

2.7.7. Inyector de combustible

El inyector de combustible se menciona y explica en el capítulo 2.9.

-0-0-0-0-0-