

GRADO EN MARINA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

*ESTUDIO SOBRE VIABILIDAD DE LA
SUSTITUCIÓN DEL SELLO DE POPA
DE LA BOCINA EN UN BUQUE GNL Y
DESARROLLO DE SU
PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN*

*Study on changing the stern tube aft seal system
on a LNG carrier and the procedure for its
installation*

Alumna: Palmés, Gómez, Adriana

Director: Loroño, Lucena, Jose Ignacio

Curso: 2017-2018

Fecha: 22 de febrero de 2018

RESUMEN

Este trabajo consiste en el estudio del cambio del sello de popa de la bocina de un buque LNG, para ello en el trabajo se pone de manifiesto la importancia del sistema de lubricación de la bocina en el funcionamiento del buque. En el estudio se analizará tanto la instalación actualmente a bordo como la instalación que se pretende instalar y se mencionarán otras posibles alternativas. Además de incluir una evaluación de ambos sistemas se mencionan los mantenimientos programados e intervalos, los costes de la nueva instalación y la efectividad del sistema destacando los problemas que pudiera generar el sistema actual en caso de fallo. Por último, se propone la instalación del nuevo sistema con un sello de aire tipo AX Kemel.

“This study is about the possibility of changing the Stern tube aft seal on a LNG Carrier, to do so it highlights the importance of the stern tube lubricating system on board. In this study, the functioning of both systems will be analysed, the system on board as well as the new system also mentioning more alternatives. In addition, an evaluation of both systems attending the maintenance routines and periods, the costs and the efficiency of the new system in case of failure in the actual one. Finally, KEMEL air seal type AX system is proposed, detailing the location and the needs for introducing this new system on board.”

“Lan honetan, GNL ontzi baten bozinako iragaiztasun-sistema aldaketa aztertzen da. Horretarako bozinaren labinketa-sistemaren garrantzia mahaigaineratzen da. Azterketan zehar, bai gaur egun itsasontzian erabiltzen den instalakuntza eta baita instalatu nahi dena ere aztertuko dira, beste hainbat alternatiba posible ere aipatuko direlarik. Bi sistemen mantenimendu programak eta tartekak, mantenimendu kostuak eta sistemen eraginkortasuna aztertuko dira. Aldi berean sistemek hutsegite baten aurrean sor litzazkeen arazoak kontuan hartuko dira. Azkenik, sistema berriaren instalakuntza proposatzen da, AX Kemel motako aire iragaiztasun-sistema batekin.

PALABRAS CLAVE

Bocina, sello de aire, buque gasero

Stern tube, air seal, LNG Carrier

Gas itsasontzia, bozina

ÍNDICE

LISTA DE ILUSTRACIONES.....	6
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE GRÁFICAS	6
MEMORIA	7
1 INTRODUCCIÓN.....	8
2 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO	8
3 BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO.....	9
4 CONTEXTO.....	9
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.....	9
4.2 NECESIDAD DEL SISTEMA A BORDO.....	13
4.3 SISTEMA DE SELLO ACTUAL	15
4.3.1 SELLO DE PROA	15
4.3.2 SELLO DE POPA	17
4.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
5 ANALISIS DE ALTERNATIVAS.....	23
6. SELECCIÓN/DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	26
6.1 FUNCIONAMIENTO DEL SELLO DE AIRE	28
METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO	29
1. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	30
1.1 TEORÍA DE FLUJO DE AIRE CONSTANTE.....	31
1.1.1 REGULADOR DE AIRE Y CONTROLADOR DE FLUJO	31
1.1.2 VARIACIÓN PRESIÓN DE LA CÁMARA	33
1.1.3 PRESIÓN EN LA BOCINA	36
1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	36
1.2.1 UNIDAD DE CONTROL DE AIRE.....	37
1.2.2 SELLO DE POPA	38
1.2.3 TANQUE DE ACEITE DE LA BOCINA	40
1.2.4 BOMBAS DE CIRCULACIÓN SELLO DE PROA	40
1.2.5 TANQUE DE DRENAJE.....	41
1.3 MANTENIMIENTOS Y RUTINAS DEL SISTEMA	41
1.3.1 MANTENIMIENTO UNIDAD DE CONTROL DE AIRE	42
2. DIAGRAMA DE GANTT.....	45

3. PLAN DE PROYECTO Y PLANIFICACIÓN	47
3.1 SISTEMA PROPUESTO.....	47
3.2 INSTALACIÓN.....	48
3.2.1 UNIDAD DE CONTROL DE AIRE.....	48
3.2.2 TANQUE PARA EL ACEITE DE LA BOCINA	51
3.2.3 SELLO DE POPA	52
3.2.4 BOMBAS DE ACEITE DEL SELLO DE PROA.....	53
3.2.5 TANQUE PARA DRENAJES	54
3.2.6 PANEL ELÉCTRICO DE OPERACIÓN DE LAS BOMBAS	55
 ASPECTOS ECONÓMICOS	 57
1. PRESUPUESTO	58
 CONCLUSIONES	 60
1. CONCLUSIONES	61
 BIBLIOGRAFÍA	 62
1. BIBLIOGRAFÍA.....	63
 ANEXOS	 64
1. ANEXO I: Aprobación de Lloyd’s, Normativa aplicada para la aprobación, análisis de riesgos	65
2. ANEXO II: Plano antiguo sistema de aceite, modificación del plano, planos equipos... ..	78
3. ANEXO III: Seguimiento diario sello de aire	88
4. ANEXO IV: Inventario de aceite 2017, características del aceite	90

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 HISPANIA SPIRIT desde popa	10
Ilustración 2 HISPANIA SPIRIT desde proa	10
Ilustración 3 Sistema de aceite de la bocina	14
Ilustración 4 Partes de la bocina	15
Ilustración 5 Sello de proa de la bocina actual	16
Ilustración 6 Sello de proa	17
Ilustración 7 Sello de popa de la bocina actual	18
Ilustración 8 Sello de popa	19
Ilustración 9 Sistema de emergencia	20
Ilustración 10 Condición normal del sello de popa	21
Ilustración 11 Condición en caso de fallo	21
Ilustración 12 Comparación precio de lubricantes	26
Ilustración 13 Sistema de sello de aire	27
Ilustración 14 Controlador de flujo	31
Ilustración 15 Regulador de aire	32
Ilustración 16 Unidad de control de aire	37
Ilustración 17 Líneas de control de aire	38
Ilustración 18 Sello de aire	39
Ilustración 19 Regulador de aire	43
Ilustración 20 Controlador de flujo	44
Ilustración 21 Relé de aire	44
Ilustración 22 Localización provisional unidad de control de aire	48
Ilustración 23 Localización de toma de aire y agua para limpieza	50
Ilustración 24 Situación tanque para aceite de la bocina	51
Ilustración 25 Situación bombas del sello de proa	54
Ilustración 26 Localización provisional panel de operación de las bombas	55
Ilustración 27 Situación del virador y panel eléctrico	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características del buque	11
Tabla 2 Maquinaria principal	12
Tabla 3 Índice de viscosidad	24
Tabla 4 Punto flash	24
Tabla 5 Mantenimiento unidad de control de aire	42
Tabla 6 Diagrama de Gantt	45
Tabla 7 Presupuesto	58

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Cronología aceite en la bocina 2017	23
Gráfica 1 Presión de agua de mar constante	33
Gráfica 2 Aumento de la presión de agua de mar	34
Gráfica 3 Disminución de la presión de agua de mar	35
Gráfica 4 Variación de la presión debido a las olas	36

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo fin de grado consiste en un estudio sobre la viabilidad del cambio del sistema actual de sello de aceite de popa de la bocina en el eje principal de la hélice a bordo del buque HISPANIA SPIRIT por un sistema de sello de aire para evitar posibles contaminaciones.

Se estudiarán ambos sistemas de sello y la idoneidad del nuevo sistema en función de la operatividad, los costes de mantenimiento y la eficacia del mismo teniendo en cuenta la contaminación que puede provocar el sistema actual. También se valorarán más opciones de cambio siempre teniendo en consideración el grave problema de la contaminación.

Este proyecto estará planteado para su puesta en funcionamiento en el buque HISPANIA SPIRIT. Las obras serán realizadas en una entrada a dique seco planeada por lo que no supondrá una parada del buque extraordinaria.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene por objeto el estudio de la viabilidad de un posible cambio en el sello de popa de la bocina, actualmente sello de aceite, por un sello de aire para evitar posibles contaminaciones en caso de una pérdida, ya que el sistema está en contacto directo con la mar.

Las pérdidas de los lubricantes de un barco pueden causar mucho daño en el ecosistema marino. Consecuentemente, se ha hecho hincapié en fomentar el uso de otros sistemas que reduzcan la posibilidad de contaminación bien cambiando el sistema de sello de la bocina o utilizando aceites que no dañen el medioambiente.

Las descargas de lubricantes al ecosistema acuático son substanciales. La mayoría de los buques que navegan actualmente tienen un sistema de lubricación de la bocina de aceite. Pérdidas de aceite de la bocina, una vez considerado como “consumo operacional” se ha convertido en un tema incluido en la contaminación por aceite. Un estudio en 2001 comisionado por la “European Commission DG Joint Research Centre” reveló que hay más contaminación por fallos en los sellos de la bocina que por derrames de aceite.

El trabajo estará diseñado para el buque HISPANIA SPIRIT estando el nuevo sistema aprobado por la sociedad de clasificación del buque y cumpliendo la normativa correspondiente. Incluida en el Anexo I.

3 BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO

La bocina es un tubo cilíndrico que se encuentra en el eje principal de la hélice encargado de proteger y lubricar el eje. Debido a su delicada situación en el buque, es muy importante mantener la bocina bien sellada. El sistema actual del sello es de aceite y caso de un fallo ese aceite iría directamente a la mar.

El sello es el encargado de impedir que el agua de mar entre en la sala de máquinas. Para ello la presión del aceite en el sello tiene que ser mayor que la presión que puede ejercer el agua de mar. Siendo así muy fácil que parte de ese aceite salga al exterior.

Con el nuevo sistema que será explicado a continuación, en la última cámara del sello de popa irá aire con un flujo constante. En caso de fallo del sello de aceite sería imposible que llegase al exterior generando una contaminación innecesaria.

Por otra parte, en caso de que el agua de mar se introduzca en el sistema de sello, este solo llegará al último labio del sello donde se encuentra el aire, y será conducido hasta un tanque de drenaje en el que se recogerá el agua.

4 CONTEXTO

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE

El buque HISPANIA SPIRIT, fue construido en Corea en el año 2001, por DAEWOO SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING CO., LTD SOUTH KOREA. Es propiedad de la Naviera TEEKAY GAS-II, S.A. y está registrado en Sta. Cruz de Tenerife.

Se ha empleado en la estructura acero de grado especial para bajas temperaturas, aprobado por la sociedad de clasificación y por la compañía licenciadora del sistema de membrana aislante Gaz Transport & Technigaz. Se trata de un buque especialmente proyectado y construido para el transporte de gas natural licuado a una temperatura de $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ y presión atmosférica, en cuatro tanques convenientemente aislados empleando el diseño de doble membrana INVAR.

Ilustración 1 HISPANIA SPIRIT desde popa



Ilustración 2 HISPANIA SPIRIT desde proa



Tabla 1 Características del buque

LNG/C “HISPANIA SPIRIT”	
Tipo	LNG Carrier 2G (GT Membrane)
Armador	Naviera TEEKAY GAS, S.L.
Nº IMO	9230048
Puerto de registro	Santa Cruz de Tenerife
Distintivo	EBZZ
Eslora total	279.80 m
Eslora entre perpendiculares	268.80 m
Manda de trazado	43.40 m
Peso muerto	68200 tn
Capacidad de carga	140500 m3
Sistema contención carga	Membrana
Potencia propulsora	36000 PS x 88 rpm
Velocidad de servicio	19.5 nudos

El HISPANIA SPIRIT es un buque de turbinas de vapor en el cual la potencia total entregada a la hélice para el desplazamiento del buque, es suministrada por dos turbinas principales cuya fuente de energía es el vapor generado en dos calderas en las cuales se quema el gas que se produce en los tanques o en caso de no tener, se quemaría fuel. El vapor, una vez expandido, es condensado en el condensador principal o en el condensador atmosférico y enviado de nuevo a la caldera para repetir el proceso.

Tabla 2 Maquinaria principal

MAQUINARIA PRINCIPAL		
CALDERAS	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES LTD.	
	CANTIDAD	2
	TIPO	VERTICAL CON DOS COLECTORES Y TUBOS DE AGUA
	MAX. EVAPORACIÓN	56000 KG/H CADA UNA
	NOR. EVAPORACIÓN	49000 KG/H CADA UNA
	VAPOR RECALENTADO	61.5 KG/CM2 515°C
TURBINA	KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD.	
	TIPO	TURBINA MARINA DE ALTA Y BAJA PRESIÓN CON COMPONENTE TRANSVERSAL
	POTENCIA	MCR: 36000 SHP A 88 RPM NCR: 36000 SHP A 85 RPM
	VAPOR RECALENTADO	60 KG/CM2 A 510°C

	REDUCTORA	DOBLE CAJA, CON DOBLE HELICOIDAL Y TANDEM ARTICULADO CON VIRADOR CONDUcido POR UN MOTOR ELÉCTRICO REVERSIBLE QUE ALCANZA UNA VELOCIDAD DE GIRO DE 0,2 RPM
PROPULSOR	DAEWO	
	TIPO	HÉLICE DE PASO FIJO CON UN DIÁMETRO DE 8,5 M Y 5 PALETAS

4.2 NECESIDAD DEL SISTEMA A BORDO

El buque HISPANIA SPIRIT cuenta con un sistema de lubricación a la bocina. Para la operatividad del barco es vital que el sistema se encuentre en perfecto estado. Un fallo en el suministro de aceite a la bocina puede resultar en una avería fatal para la operatividad del buque o una parada obligada para el mantenimiento de la bocina. Este sistema es necesario en el buque para la lubricación tanto de la bocina como de los sellos de proa y de popa de la bocina.

Un tanque de gravedad de 100 litros de capacidad es el encargado de suministrar aceite al sistema. El tanque lleva un visor para observar el nivel y también una alarma de bajo nivel. También dispone de una mirilla en la tubería de rebose por la que vuelve al cárter. La altura a la que se encuentra el tanque es lo suficientemente alta para asegurarse que los sellos de la bocina trabajan adecuadamente.

El aceite que lubrica la bocina por gravedad, circula por el eje principal y por los cojinetes. El sello de proa de la bocina también está lubricado por esta línea y la parte de proa del sello de popa también.

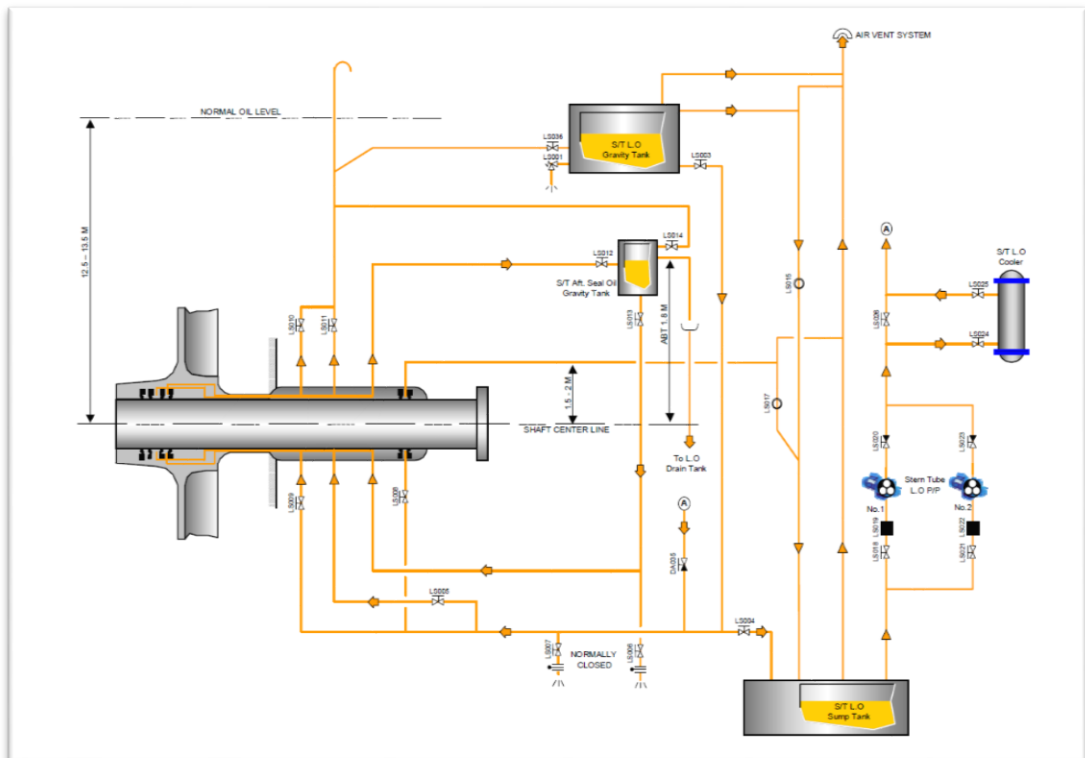
El aceite entra en la bocina por la parte más baja del eje y la descarga está en la parte superior. El aceite retorna al tanque de gravedad y por rebose vuelve al cárter.

La línea que va al sello de proa es similar pero el retorno es dirigido directamente por un rebose aparte, situado a una altura determinada (1,5 – 2 metros) y vuelve directamente al cárter.

Hay dos bombas encargadas de este circuito, una normalmente en uso y otra en standby. Estas bombas succionan del cárter de la bocina. En la aspiración de las bombas hay un filtro y en la descarga de las bombas se encuentra un enfriador de aceite, en el cual el aceite se enfría con agua del sistema de refrigeración. En caso de haber algún problema con el enfriador, este se podría bayparsear.

El aceite del sello de popa cae por gravedad de un tanque situado a una altura adecuada para asegurar un bien sellado.

Ilustración 3 Sistema de aceite de la bocina



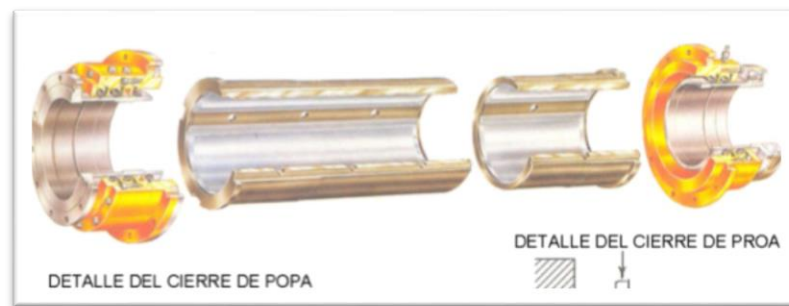
La bocina es un tubo cilíndrico hueco que forma y protege el paso del eje a través de la estructura del pique de popa, desde el mamparo de prensaestopas hasta el núcleo del contracodaste, o codaste proel en buques de hélice central, como es el caso del buque HISPANIA SPIRIT. Su función principal es soportar el eje de cola y evitar la entrada del agua de mar al interior de la Sala de Máquinas al mismo tiempo que lubricar el eje.

El cierre de la bocina está constituido por dos cierres parciales situados en proa y popa con respecto a la propia bocina. Esencialmente se caracterizan porque cada uno de ellos se constituye a partir de una carcasa, que se monta con las tolerancias oportunas, atornillada al cuerpo de la bocina. El conjunto se compone de varios anillos centrales y un aro soporte, partido, para facilitar el montaje. El número de labios que ajustan la obturación depende del tipo de cierre de bocina que se emplee.

La estructura de la bocina está formada por tres cuerpos.

- El cilindro principal que es el encargado de la lubricación, sujeción y protección del eje.
- Sello de proa de la bocina.
- Sello de popa de la bocina.

Ilustración 4 Partes de la bocina



4.3 SISTEMA DE SELLO ACTUAL

La bocina es un cilindro situado en el eje de la hélice en el espacio en el que el eje sale al exterior del buque, una apertura en el casco del buque.

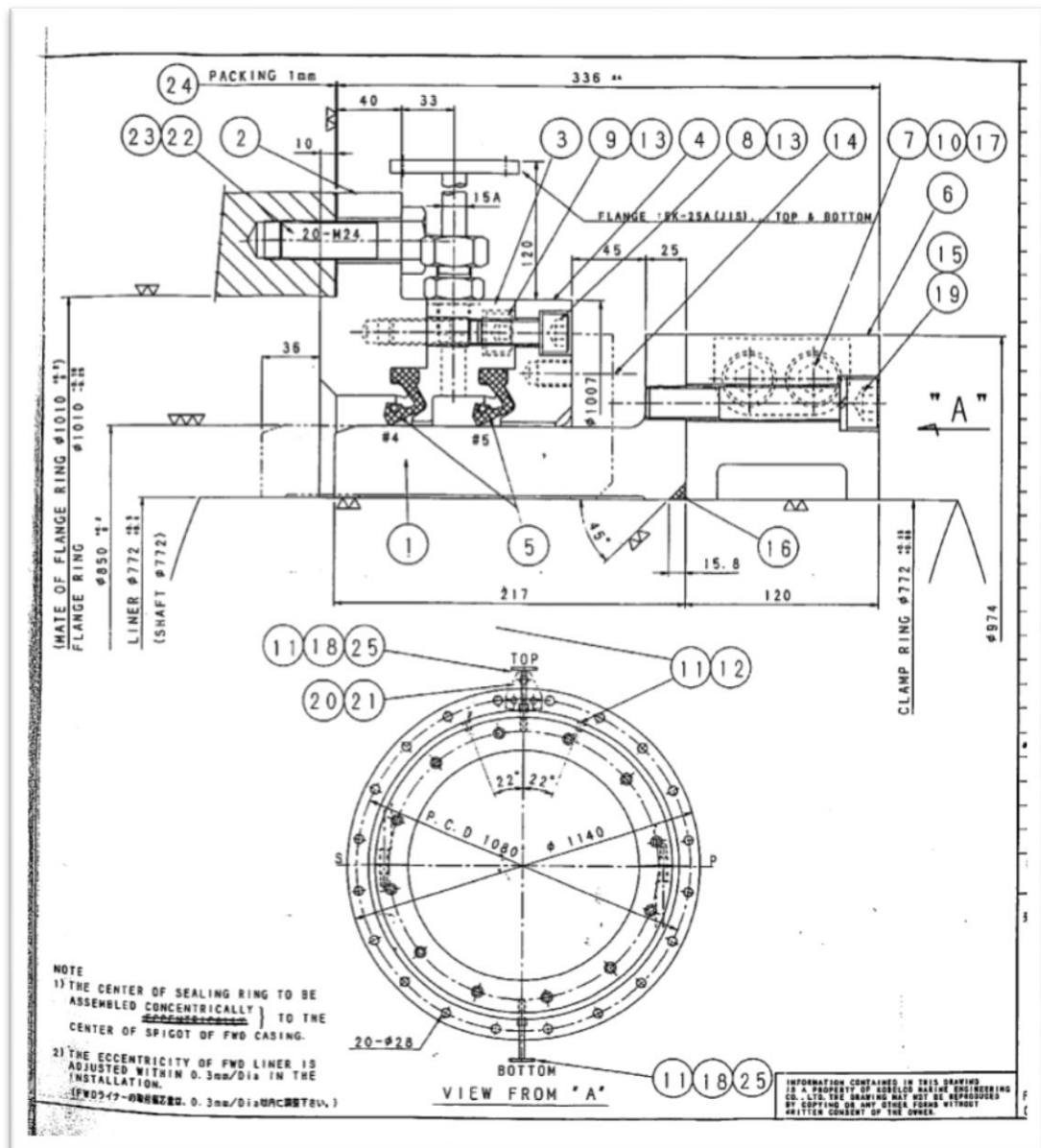
Es muy importante impedir que el aceite que va en el interior de la bocina salga al exterior, tanto por proa al interior de la sala de máquinas como por popa al mar.

Al ser un elemento rotativo los sellos tienen que estar perfectamente ajustados al eje. La bocina tiene un sello en la parte de proa y otro en la parte de popa. Siendo su única función impedir que el aceite necesario para la lubricación del eje salga de la bocina.

4.3.1 SELLO DE PROA

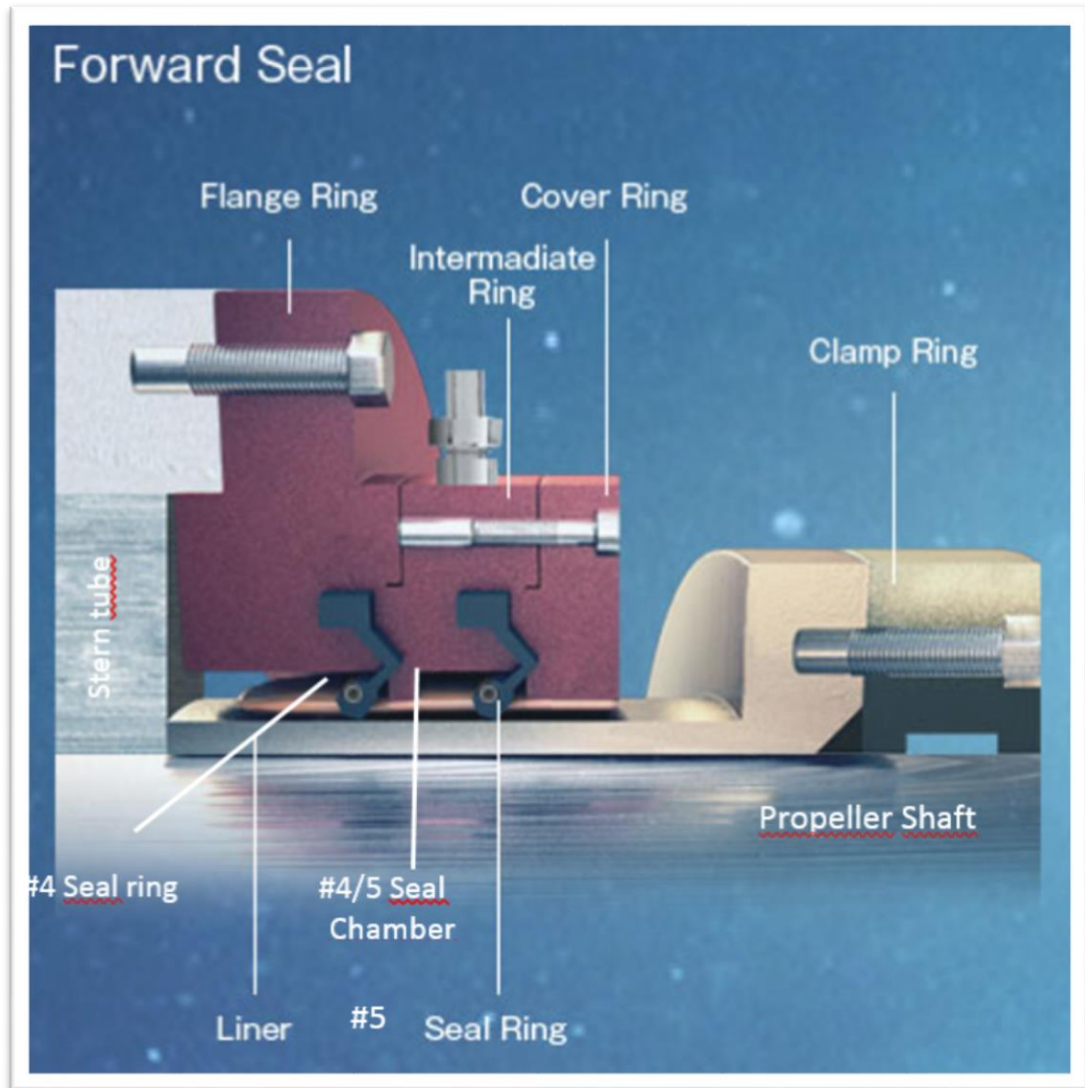
Actualmente el sello de proa es un sello compacto de aceite tipo CX-850, de la marca KEMEL.

Ilustración 5 Sello de proa de la bocina actual



El sello de proa es un sello de aceite, que está compuesto por dos anillos de sello. Se puede dividir en dos secciones, la carcasa y un forro de acero cromado fijado al eje que gira solidario.

El forro de acero cromado se aprieta con tornillos al anillo de sujeción que está montado en el eje de la hélice. Los anillos de sello están numerados como #4 y #5 en orden desde la bocina. El anillo de sello #4 es el encargado de que el aceite permanezca en la bocina y el anillo de sello #5 mantiene el aceite de sello entre el #4 y #5. Actualmente las bombas que alimentan este sello son las mismas que alimentan la bocina y el sello de popa.



4.3.2 SELLO DE POPA

Actualmente el sello de popa de la bocina del buque HISPANIA SPIRIT es un sello compacto con doble seguridad del tipo DX-850 de aceite. El Sello de popa se puede dividir en dos secciones. La envoltura, la cual va fijada al casco y una parte de acero cromado que va fijado al eje y gira con él.

La envoltura está formada por tres tipos de anillos de metal; anillo de brida, anillo intermedio y anillo de cubierta, que están unidos entre sí con tornillos.

Cuatro anillos de sello van ensamblados entre los diferentes anillos de metal con sus respectivos extremos, tocando la envoltura del eje de acero cromado. Los labios del

sello son fuertemente presionados contra el acero rotativo manteniendo un efecto de sello entre la presión de agua, la presión de aceite y la elasticidad del anillo de sello.

Los anillos van numerados del #1 al #3S siendo el #1 el que está más cerca del agua de mar.

Mientras que el sello #1 se encarga de que agua de mar no entre a la bocina, el #3 es el encargado de que el aceite no salga de la bocina.

Ilustración 7 Sello de popa de la bocina actual

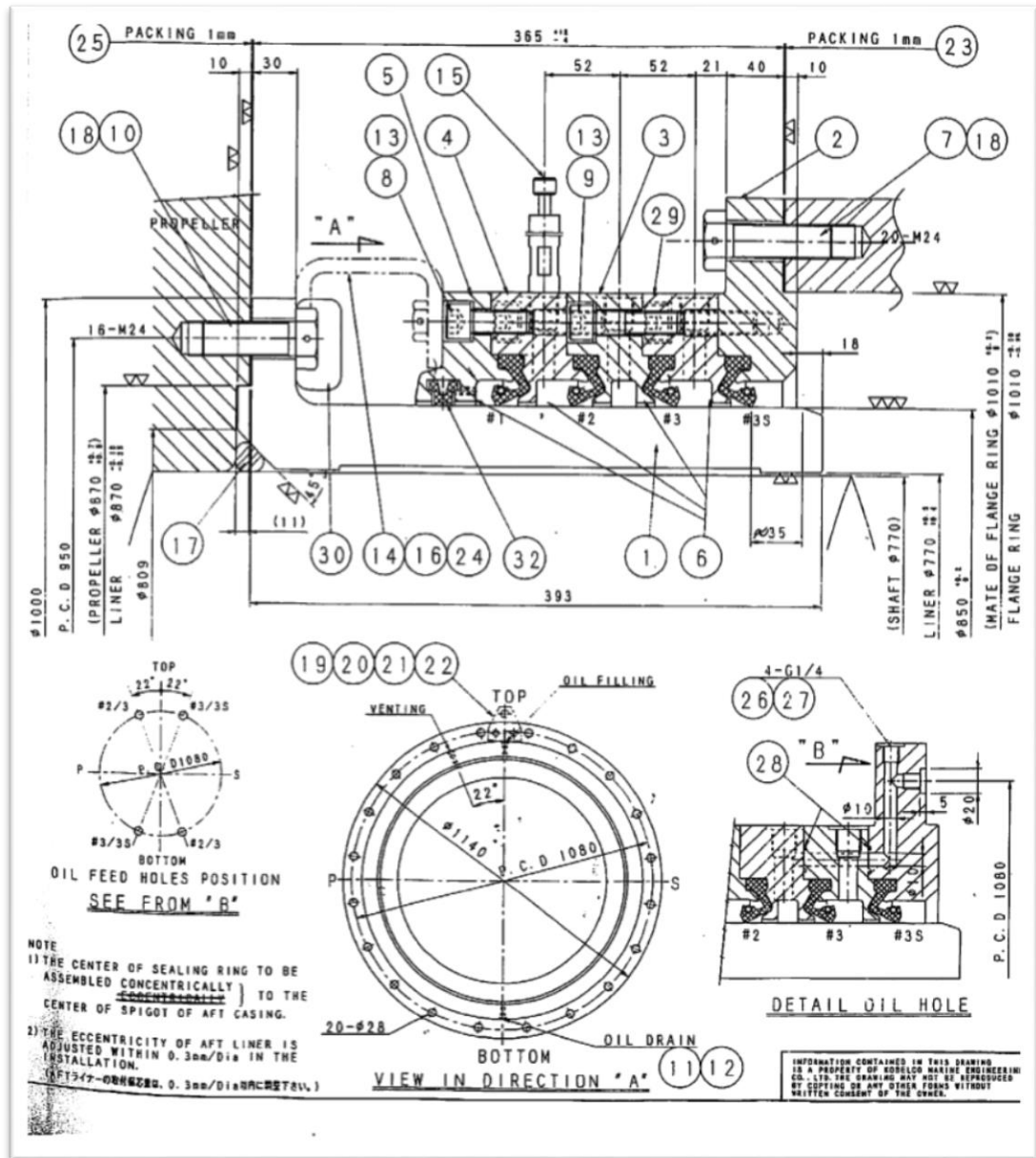
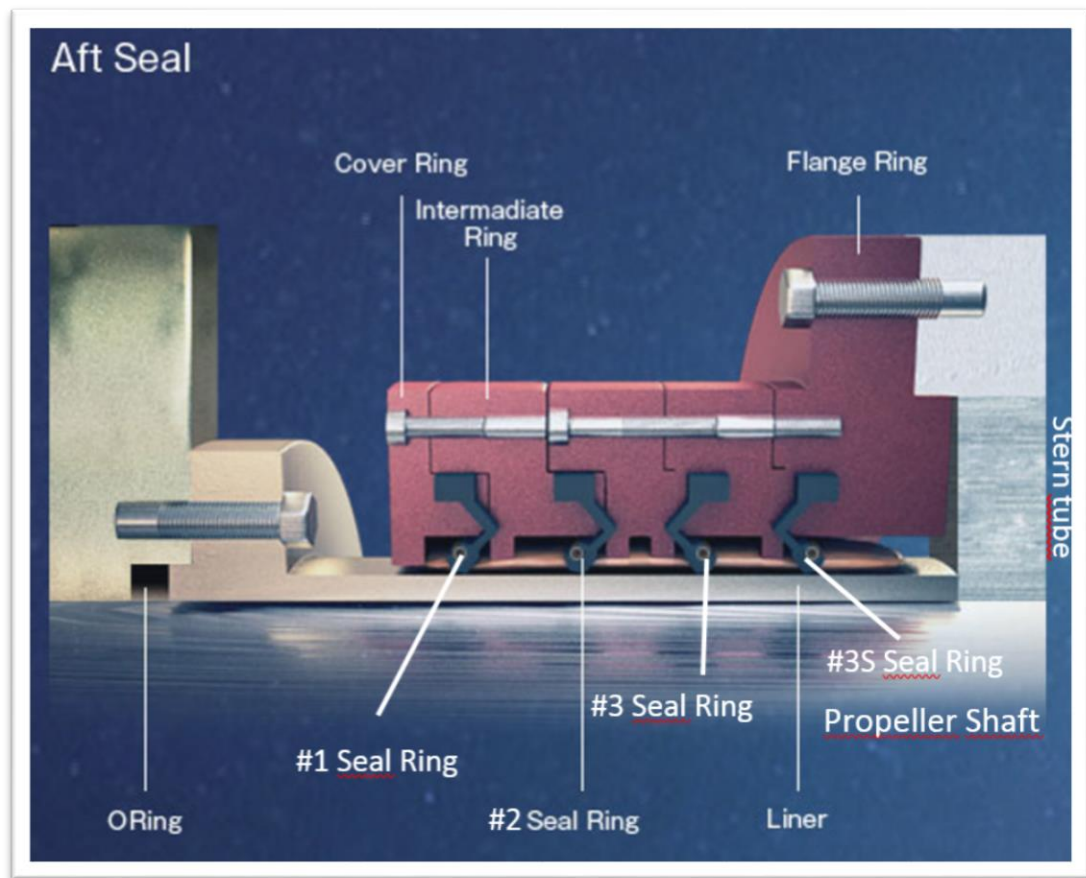
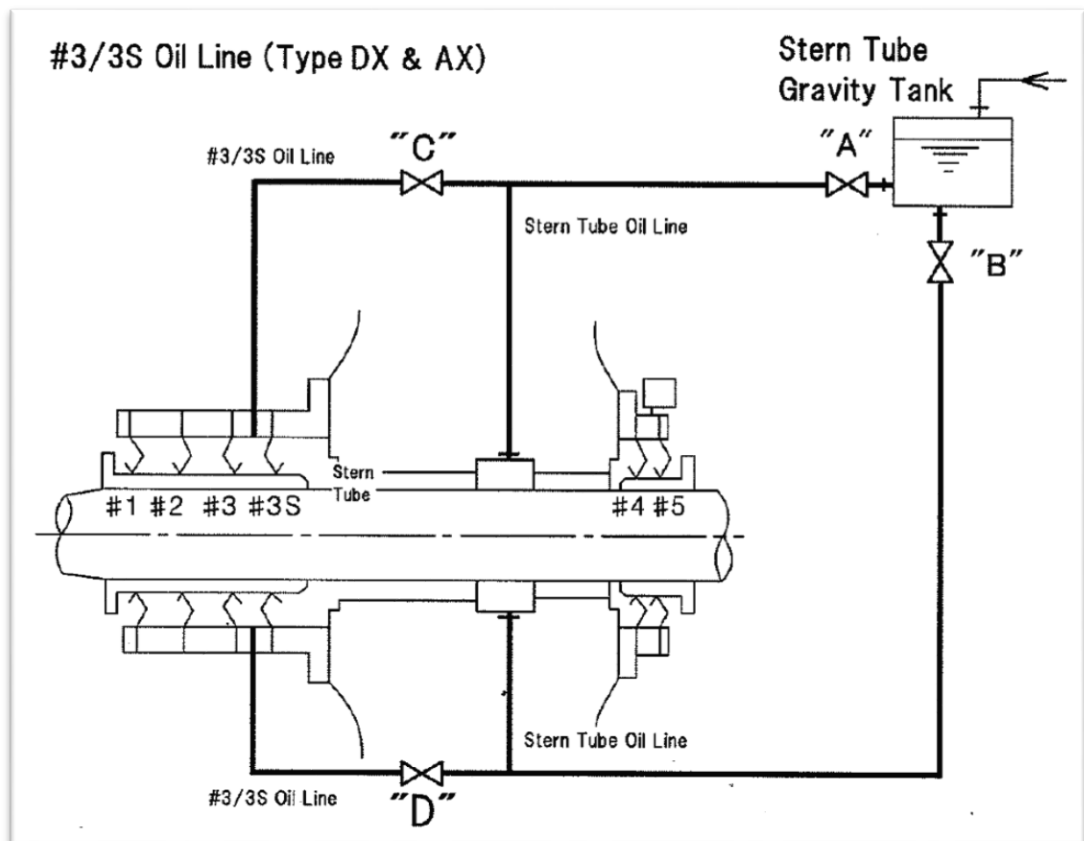


Ilustración 8 Sello de popa



La función del cuarto sello, llamado #3S, es una doble seguridad. Este sello se encuentra en stand-by y solo entra en funcionamiento en caso de que el sello #3 tenga una pérdida.

Ilustración 9 Sistema de emergencia



En caso de que el sello número #3 no pudiese operar de manera normal debido a algún fallo el sello número #3S comenzaría a funcionar para parar la pérdida y poder continuar con la operatividad del buque sin tener que hacer una reparación inmediata del sello.

Para que este sello comience a trabajar, la línea que proporciona aceite a la bocina dispondría de dos válvulas que podrían cerrarse para inhabilitar el sello número 3.

Ilustración 10 Condición normal de sello de popa

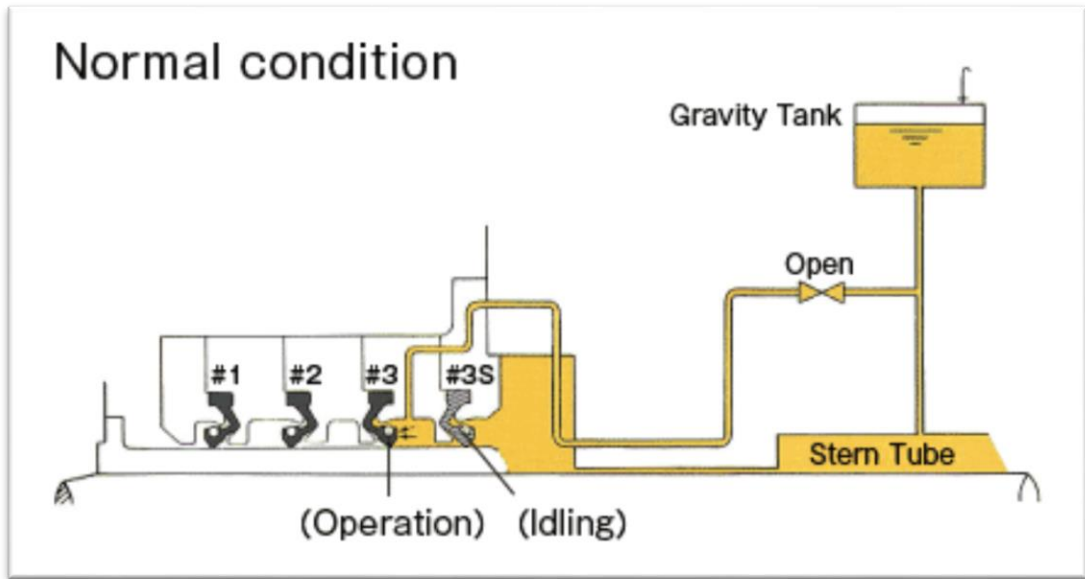
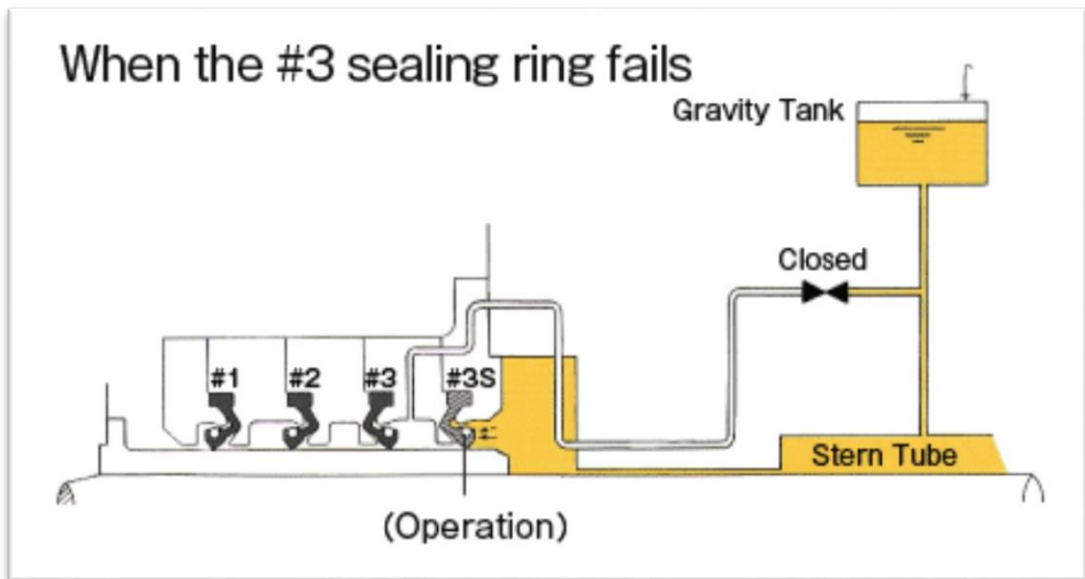


Ilustración 11 Condición en caso de fallo del sello



4.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema actual es un sistema crítico en el barco, y ya se ha hablado de su importancia.

El problema de la contaminación es importante debido a que son muchos los barcos que están navegando sin tener en cuenta el aceite que se está perdiendo por la bocina.

Un estudio revela que las pérdidas de aceite a través de la bocina pueden llegar hasta 28,6 millones de litros en puerto. El 90 % de los barcos comerciales que se encuentran actualmente operáticos tienen una bocina lubricada con aceite. Teniendo en cuenta que las pérdidas de la bocina se dan tanto en puerto como navegando, la cantidad de litros perdidos por la bocina podría ascender hasta casi 61 millones de litros.

Pero otra de las funciones que tiene el sello es de no dejar entrar agua de mar al sistema, ya que el agua hace que las propiedades del aceite se alteren eliminando sus principales características.

El sistema tiene un drenaje en la parte más inferior para purgar la línea y eliminar así el agua que entra al sistema. Este es un proceso en el que no solo sale agua, sino que cierta cantidad de aceite también sale. Todo el aceite que se saca para eliminar toda el agua del sistema no se puede recuperar aumentando así las pérdidas de aceite en el sistema.

Dependiendo de la velocidad del buque, y de la presión a la que esté sometida la bocina entra más agua de mar o menos, debido a ello será más frecuente drenar la línea.

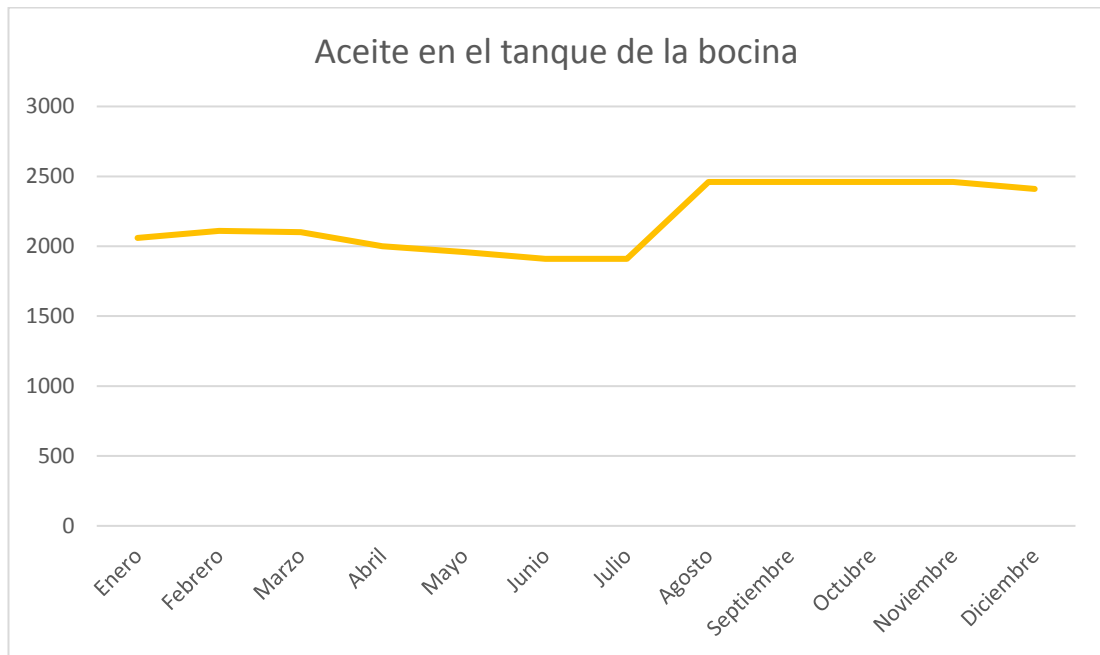
El sistema de lubricación de la bocina tiene un total de 5.827 litros de aceite. De los cuales aproximadamente 1.500 litros están circulando por las líneas.

A continuación, se muestra una gráfica de la cantidad de aceite en el tanque durante el año 2017, en el que se identifica que una gran parte de ese aceite se ha ido perdiendo. Bien a la hora de drenar el sistema o debido a que el aceite ha salido hacia el exterior contaminando el agua de mar. Los datos han sido sacados del inventario de aceite del buque durante el año 2017. Ver anexo IV

La disminución de la cantidad de aceite no es lineal ya que dependiendo de la zona en la que navegue el barco, y de la temperatura que haga tanto exterior como el agua de mar, el volumen del aceite varía.

Por otra parte, se encuentra el aceite que sale al exterior generando una contaminación casi evitable en su totalidad. Hay que tener en cuenta que un litro de aceite es capaz de contaminar 1000 litros de agua de mar.

Gráfica 1 Cronología aceite en la bocina año 2017



5 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

El sistema de lubricación de la bocina es indispensable para el funcionamiento del buque, pues sin este el eje no dispondría de una buena sujeción y protección.

Es un sistema muy delicado debido a su localización y por ello hay que tener un especial cuidado con él.

A la hora de buscar alternativas la primera opción y la más sencilla de instalar es un cambio de aceite, utilizar un aceite que no contamine el medio ambiente. En ese caso, el sistema quedaría igual y la única modificación sería cambiar todo el aceite del circuito, manteniendo los mismos sellos de la bocina, tanto de proa como de popa y con las mismas bombas.

Para esta alternativa sería también necesario una parada del buque extraordinaria o bien utilizar una entrada a dique del barco.

Los aceites vegetales pueden utilizarse como lubricantes en su forma natural, pero tienen sus ventajas y desventajas.

Por la parte positiva, estos pueden tener excelente lubricación, incluso mejor que aceites minerales. Estos tienen también un alto índice de viscosidad.

El índice de viscosidad es un método comúnmente utilizado para medir el cambio de la viscosidad de un fluido en relación a la temperatura. Mientras mayor es el IV, menor es el cambio relativo en la viscosidad con la temperatura.

Tabla 3 Índice de viscosidad

Tipo de aceite	Índice de viscosidad
Aceites vegetales	223
Aceites minerales	90-100

Otra propiedad importante de los aceites vegetales es el punto de flash alto que tiene. Que es la temperatura más baja a la que una sustancia se vaporiza para formar una mezcla inflamable en el aire.

Tabla 4 Punto flash

Tipo de aceite	Flash point
Aceites vegetales	326
Aceites minerales	200

Por otra parte, están las desventajas de los aceites vegetales. Su falta natural de estabilidad de oxidación para usos lubricativos. Ya que estos se oxidan exageradamente más rápido que aceites tratados. Cambios químicos en los aceites vegetales incrementarían el coste de estos.

Otra característica de los aceites biodegradables es que se deterioran cuando estos se mezclan con agua, afectando inevitablemente a las capacidades lubricativas.

En el sistema actual, las bombas disponen de unos filtros en la aspiración para evitar que partículas sólidas se introduzcan en la bomba.

Este tipo de aceites tienen unas características especiales y con el paso del tiempo el rozamiento se forman lodos en la parte inferior de los filtros que se encuentran en la entrada de las bombas. Implicando así un mantenimiento mucho más costoso y rutinario que el aceite que está actualmente en uso.

Como segunda opción se encuentra el cambio del sello de popa por un sello de aire. Es una opción sencilla teniendo en cuenta el sistema que está a bordo. La empresa que se encarga de instalar el nuevo sistema es la misma que instaló el sistema actual.

El sistema conllevaría una modificación completa de la instalación, con el aprovechamiento máximo de lo que se encuentra ya instalado y con nuevos equipos. En esta opción el sello de popa opera de la misma forma que si fuese de aceite a diferencia que el fluido que pasa en la zona más externa del sello es aire.

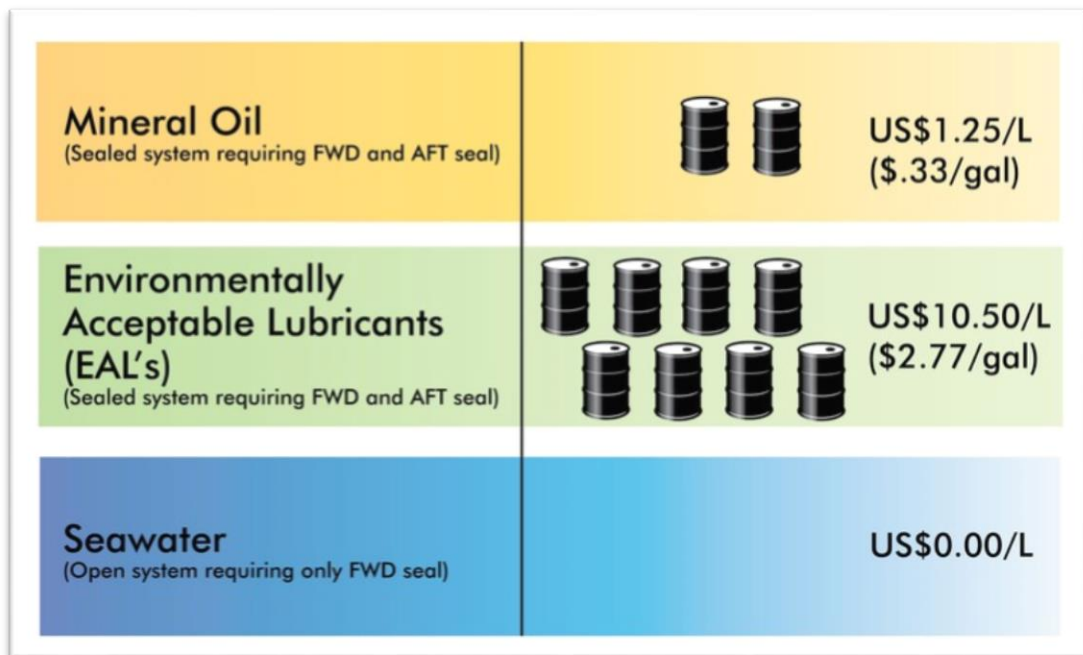
Esto evita prácticamente cualquier contaminación del agua de mar al mismo tiempo que evita que el agua de mar entre al circuito de aceite acelerando la degradación del mismo. De esta forma conseguimos que los periodos de mantenimiento aumenten siempre y cuando se lleve un control diario del sistema.

Otra alternativa que tenemos en respecto a la contaminación es la instalación de cierre de la bocina lubricada con agua de mar. Que indiscutiblemente es el medio de lubricación más barato para un barco.

Es un sello que no necesita resortes, fuelles ni anillos de fijación para acoplar el sello. Utiliza la presión de calado creada por el agua de mar como la fuerza primaria de resorte que acopla el anillo sellante, por lo que no hay riesgo de que el sello se desacople o cambie de posición.

Este tipo de sello elimina el desgaste de los ejes, no utiliza grasa ni aceites lubricantes y el mantenimiento es relativamente más sencillo que los anteriores.

Ilustración 12 Comparación de precio de lubricantes



Este sistema está pensado para embarcaciones más pequeñas y su principal inconveniente es el gasto que supondría un cambio total de la instalación teniendo en cuenta lo que se encuentra actualmente instalado en el barco.

6. SELECCIÓN/DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Una vez analizadas todas las alternativas para dar solución al problema de la contaminación. La conclusión a la que se llega es que el mejor cambio es modificar la instalación del sello de popa instalando un sello de aire.

La principal razón por la que me he inclinado por esta opción es el aprovechamiento del sistema que está actualmente en uso y teniendo en cuenta que los productores del sello de aire son los mismos que los que proporcionaron el sistema actual de aceite. Reduciendo de esa manera los costos que conlleva el cambio de sello. Este sello está probado en numerosos barcos con las mismas características y con buenos resultados.

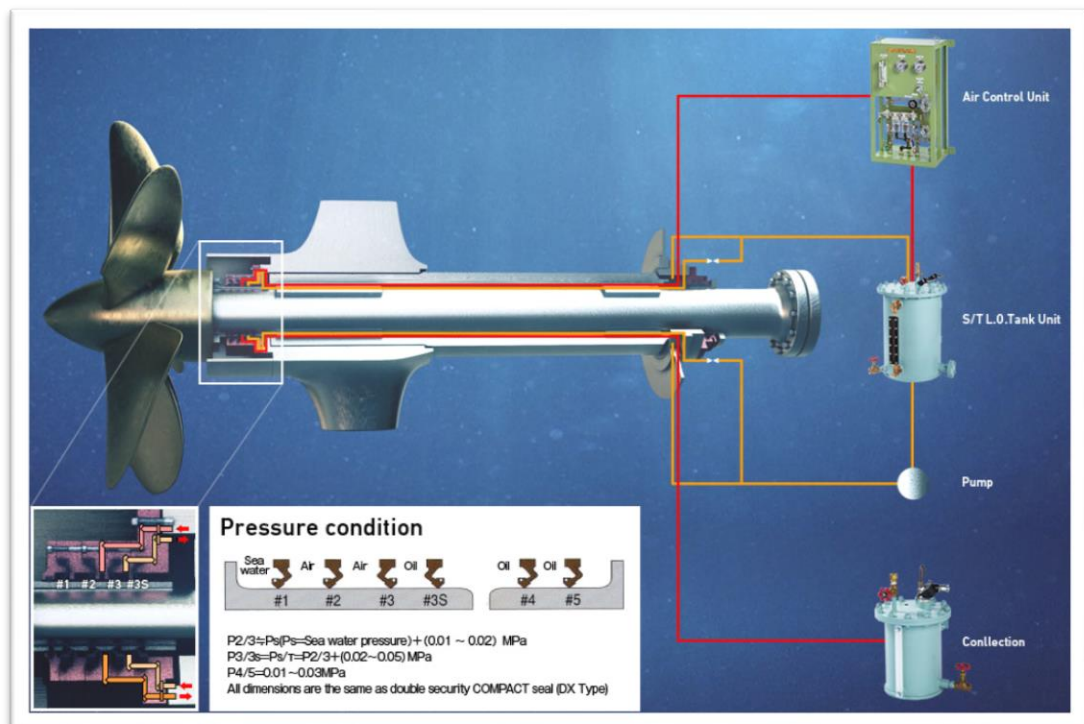
A lo largo de la historia se han desarrollado diferentes tipos de sellos de aire. La principal característica común a todos es la separación del aceite y el agua de mar con una cámara de aire.

En 1970 se desarrolló el primer sistema de aire que consistía en una cámara de aire a una presión de 0 bar, ya que estaba abierta a la presión de la sala de máquinas.

(Coastguard Sternseal System®). Más tarde en 1983 apareció otro tipo de sello de aire con una presión de aire constante (Stern Dry Seal EVS-1®) en el que la presión suministrada permanecía constante, superior a la presión ejercida por el agua de mar. Los siguientes sellos aparecieron sobre el 1990, (Airspace Seal 1®) en él, la presión ejercida en la cámara de aire es inferior a la presión del agua de mar. Y como alternativa más reciente se encuentran los sellos de flujo de aire constante, que es el elegido para realizar el cambio en nuestro buque.

Para el cambio de sistema hay que instalar una serie de dispositivos que consisten principalmente en una unidad de control de aire, un tanque para controlar el nivel de aceite en la bocina y un tanque para los drenajes. La instalación es relativamente sencilla. También a la instalación hay que sumarle dos bombas encargadas del aceite del sello de proa ya que actualmente la línea que alimenta el sello de proa es la misma que la que alimenta el sello de popa y la bocina y va a ser eliminada.

Ilustración 13 Sistema de sello de aire



El sello de aire tiene las mismas características que el sello de aceite. Va a disponer de cuatro labios en el que el más interno #3S, el que está más a proa, va a estar de respeto en caso de tener un fallo en el sello número #3 donde el fluido es aceite. En la cámara

de sello que se encuentra entre el #2 y #3 circula el aire y cuando la presión aumenta parte de ese aire fluye también por la cámara de sello situada entre #1 y #2.

Con esta alternativa nos aseguramos completamente que el aceite de nuestro sistema no va a ser capaz de salir hacia el exterior ya que en cuanto entre a la cámara que se encuentra entre el sello #2 y #3 va a ser conducido hasta el tanque de recogida de drenajes. Del mismo modo nos aseguramos también que no va a entrar agua de mar al sistema de aceite, ya que de igual forma que el aceite para salir tiene que atravesar una cámara de aire, el agua al entrar tendría que hacer lo mismo. De igual manera esta agua salada es recogida en el tanque sin llegar a entrar en el sistema de aceite de lubricación de la bocina.

6.1 FUNCIONAMIENTO DEL SELLO DE AIRE

El sistema de sello de aire comienza su operación en el momento que el aire empieza a soplar hacia el mar. El sistema automáticamente controla la presión del aceite de la bocina controlando los cambios del calado debido a la carga o por las olas. El sistema trata de mantener el aire soplando hacia el exterior mientras el barco esté navegando, fondeado o atracado en puerto. Las bombas pueden ser paradas momentáneamente para un mantenimiento siempre que la máquina principal, en nuestro caso la turbina, esté parada. En caso que el suministro de aire se corte, la presión de aceite en la bocina se mantendrá con la presión del tanque de aceite. Hay que tener cuidado con la cantidad de agua de mar que se introduce en el sistema mirando el tanque de drenajes y reestablecer el suministro de aire tan pronto como sea posible.

METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

1. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

El procedimiento de cambio del sello de popa de la bocina está programado para una entrada en dique del buque HISPANIA SPIRIT, por lo que no hay un paro extraordinario del buque el cual evitando un gasto dinero innecesario ya que no es un sistema que exija su cambio de inmediato.

Kemel es una marca registrada por EAGLE INDUSTRY COMPANY, y se trata de la sustitución de un sello de aceite en una zona critica del barco por un sello de aire.

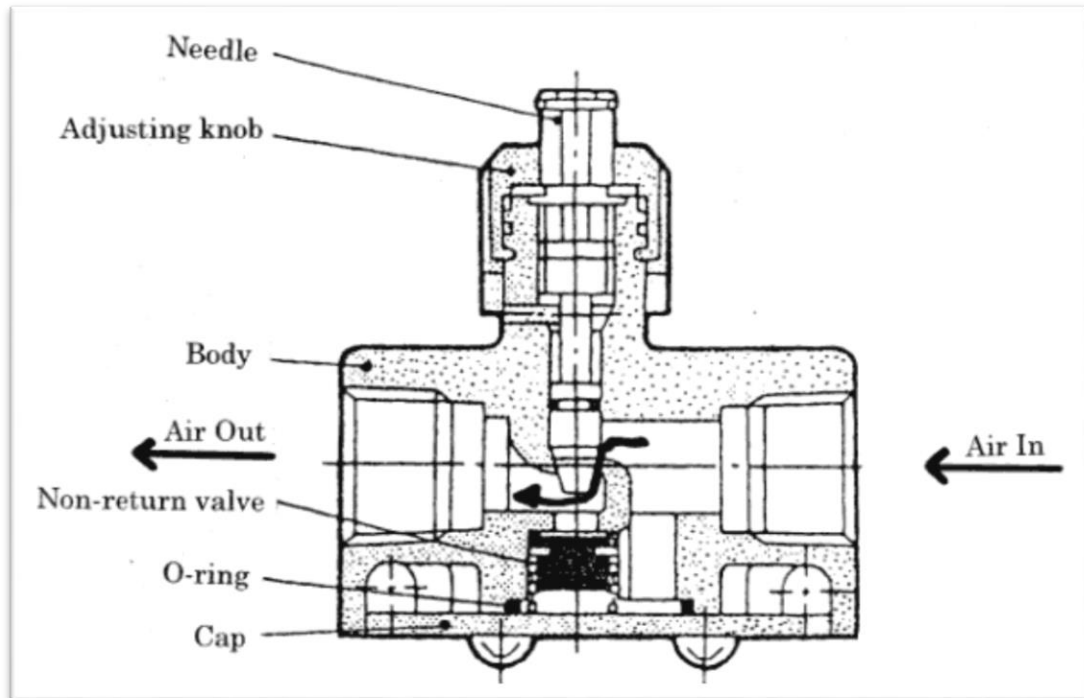
El aire de sello mantiene un sellado de la bocina soplando aire con un flujo constante hacia el mar a través de una cámara de aire provista en el espacio entre dos aros de sellos situados en el sello de popa, y mantiene el aceite hermético controlando la presión de aceite del eje principal para posibles cambios en el calado del barco. En nuestro caso el buque “Hispania Spirit” el calado es 9 metros estando en lastre y 11 metros cuando el buque está cargado.

La segregación del agua de mar y del aceite del eje por medio de una cámara de aire minimiza el riesgo de contaminación del agua de mar.

1.1 TEORÍA DE FLUJO DE AIRE CONSTANTE

1.1.1 REGULADOR DE AIRE Y CONTROLADOR DE FLUJO

Ilustración 14 Controlador de flujo



El flujo de aire recomendado por la empresa es de 40 NI/min, establecido tras varias pruebas. La presión de aire entre los sellos #2 y #3 se convierte en la presión del agua de mar más la fuerza de apriete de los anillos de sellado. Con el flujo de aire recomendado y conociendo la presión de agua de mar es fácilmente detectable.

La presión de la cámara #2/3 aumentara en caso de que la cantidad de flujo de aire aumente. No podemos ignorar el consumo de aire que esto conlleva visto desde un punto económico. Pero hay que tener en cuenta que si el flujo de aire es muy pequeño el agua de mar podría llegar hasta la cámara de aire (que sería conducido hasta el tanque de drenaje) pudiendo dañar los sellos #1 y #2 y eliminando la principal ventaja del sello de aire.

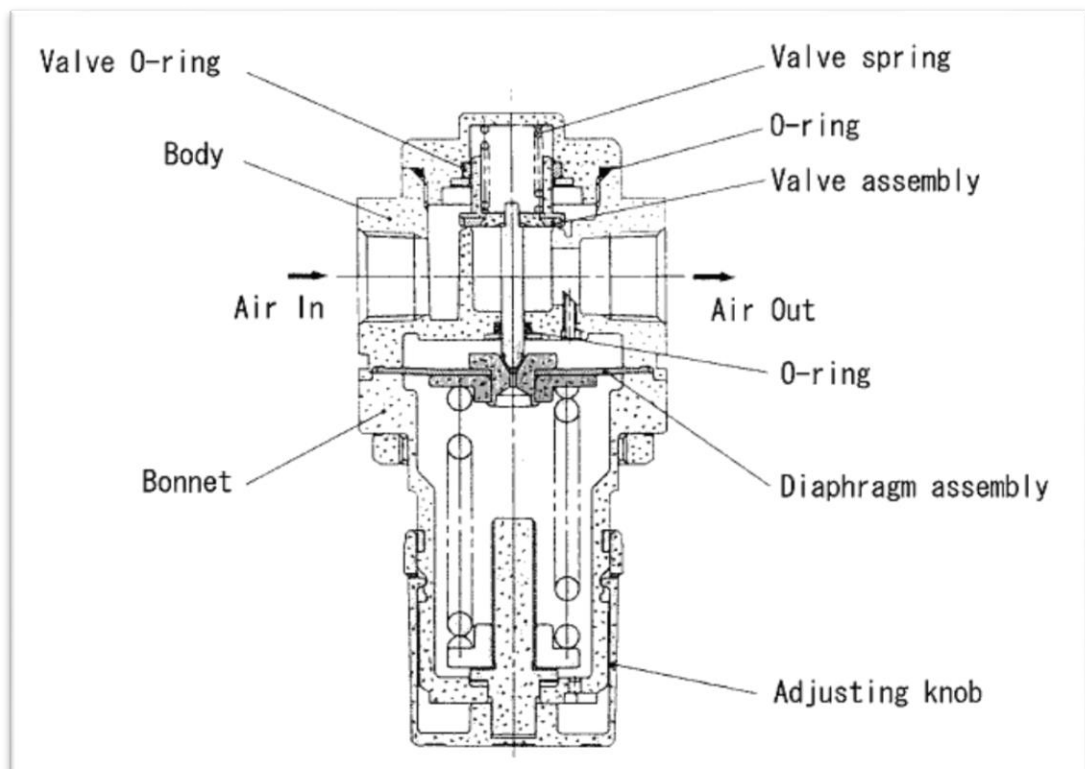
La cantidad de flujo aire depende de la diferencia de presión entre la entrada y salida del controlador de flujo. La cantidad exacta se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Q = k * \sqrt{\Delta P}$$

Donde Q es la cantidad de flujo de aire, ΔP diferencia de presión entre la entrada y salida del regulador de flujo.

Cuando la presión en la entrada del regulador de flujo está establecida en 3 bar, que es casi la misma que la presión de agua de mar, pasa a 1 bar, el flujo de aire se ajusta para ser 40 NI/min, esto ocurre con los cambios de calado. Este cambio en el flujo de aire es prácticamente insignificante teniendo en cuenta el rendimiento del sello de aire y, por lo tanto, lo clasificamos como un flujo de aire constante.

Ilustración 15 Regulador de aire



La presión de aire en la cámara que se encuentra entre el sello #2 y #3 puede seguir los cambios en la presión ejercida por el agua de mar debido al flujo de aire constante. Hay dos puntos importantes en este sistema.

La presión de aire en la cámara situada entre el sello #2 y #3 tiene que ser mayor que la presión de agua de mar. En nuestro caso el aire que llega, aire de control, tiene una presión de 8 bar, la cual se reduce en un regulador de aire hasta aproximadamente 3 bar para controlar fácilmente el flujo de aire, mientras que la presión de agua de mar oscila entre 0,5 y 2 bar. La función del regulador de aire es reducir el aire suministrado para mantener un flujo constante.

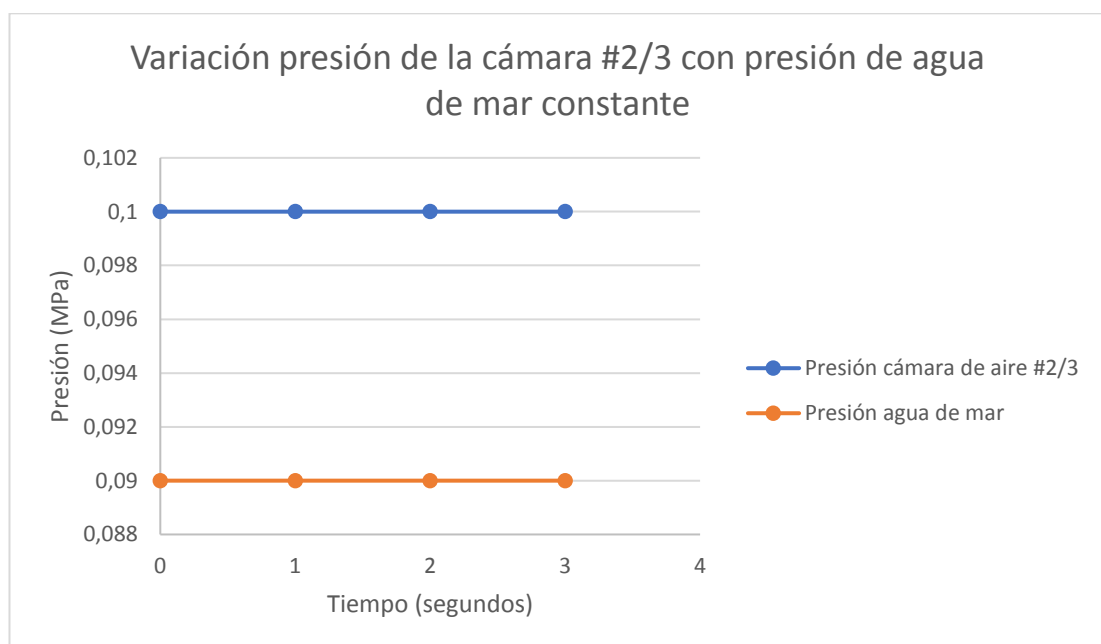
El regulador de aire se puede manipular por medio de un muelle situado encima del diafragma.

1.1.2 VARIACIÓN PRESIÓN DE LA CÁMARA

La presión en la cámara de sello #2/3 sigue a la presión de agua de mar en caso de esta mantenerse constante, aumentar o disminuir.

Cuando la presión es constante, es decir que no varía el calado, la presión de aire en la cámara es siempre mayor que la de agua de mar. Es la suma de la presión de agua de mar más la fuerza de apriete del anillo de sello #2.

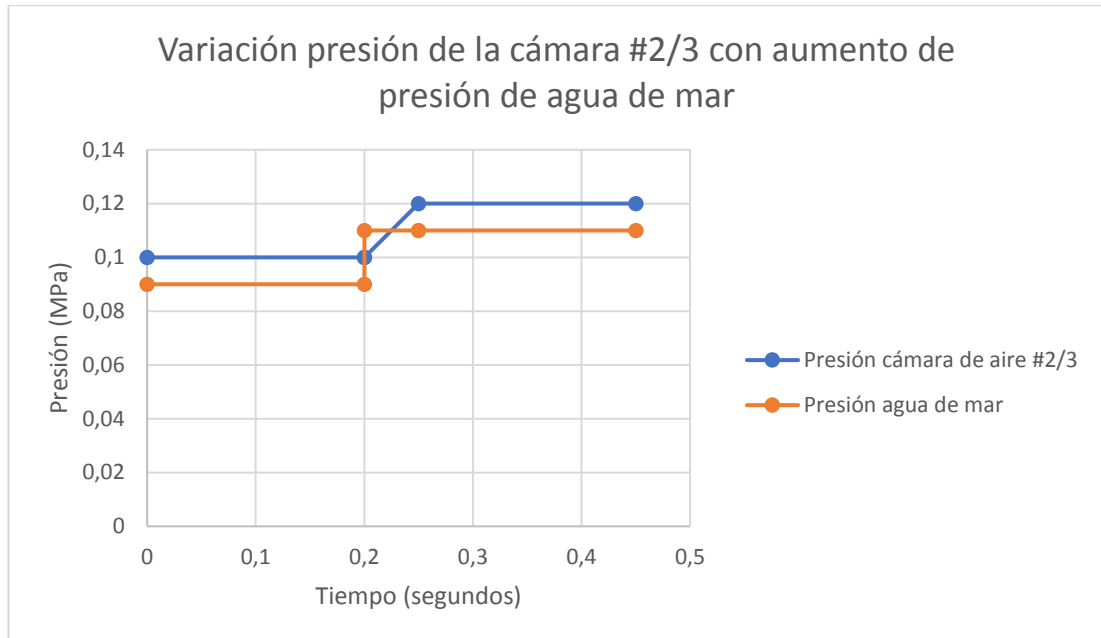
Gráfica 2 Presión de agua de mar constante



Cuando la presión de agua de mar aumenta, el flujo de aire que fluye desde la cámara #2/3 para momentáneamente. La presión en la cámara vuelve a aumentar porque el aire comprimido no deja de suministrarse. Cuando el aire empieza a fluir otra vez el

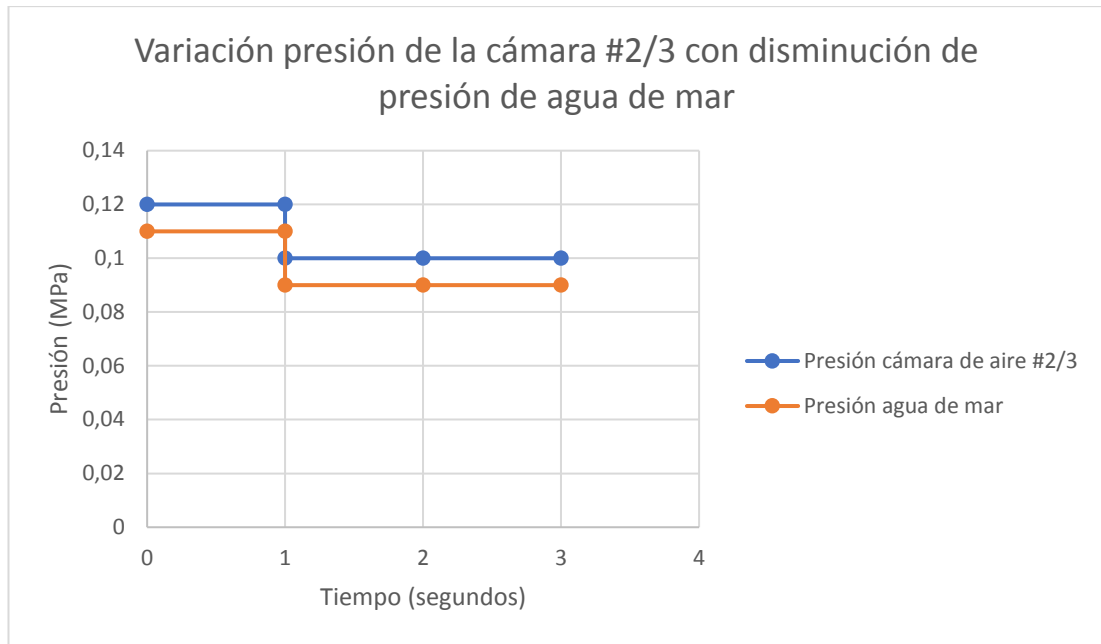
sello #2 se eleva dejando pasar nuevamente aire hacia el exterior del sello. El tiempo es mínimo ya que esto solo pasa con un cambio muy brusco de calado.

Gráfica 3 Aumento presión agua de mar



Cuando la presión de agua de mar se reduce, debido a una disminución del calado del buque, la presión de aire de la cámara #2/3 disminuye al mismo tiempo. Porque en este caso, la presión en la cámara #2/3 la presión del agua de mar más la fuerza de apriete de los anillos de sellado. Más aire fluye desde la cámara de aire #2/3 hacia el exterior a través de los sellos #2 y #1 y poco a poco la presión en la cámara #2/3 va regulándose hasta coincidir con la presión de agua de mar.

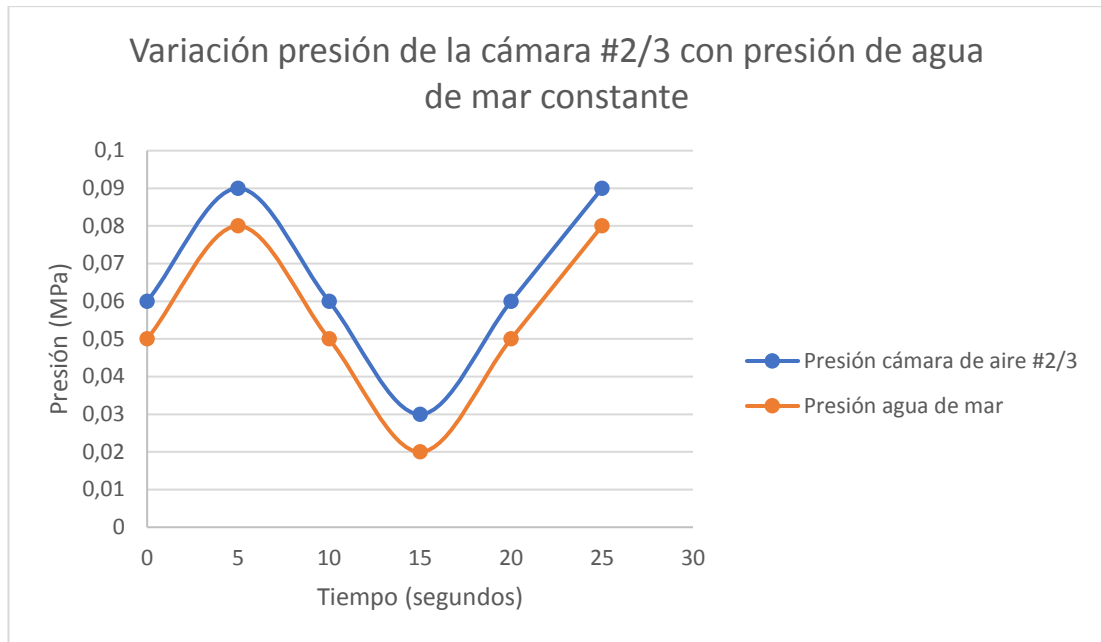
Gráfica 4 Disminución presión agua de mar



Estos casos solo se darían en el caso de que el cambio de calado fuese repentino. Los datos utilizados son 9 metros de calado cuando el buque está en lastre y 11 metros cuando el buque está cargado. Pero la variación se produce en un periodo de tiempo muy extendido (aproximadamente 18 horas que dura una carga/descarga). Por lo tanto, el único caso en el cual nos quedaríamos momentáneamente sin suministrar aire hacia el exterior sería por cambios debido a las olas, por un periodo muy corto de tiempo.

La variación de calado debido a las olas no es significativa ya que la variación máxima que puede sufrir el calado es de ± 3 metros en un periodo de tiempo ínfimo por lo que la presión puede seguir sin problemas el cambio de presión que estas causan.

Gráfica 5 Variación de la presión debido a las olas



1.1.3 PRESIÓN EN LA BOCINA

La presión que llega al sello de aire también llega al tanque de aceite de gravedad de la bocina, por lo que la presión en ese tanque es igual a la presión de la línea del sello. Debido a eso la presión en el tanque de aceite de la bocina está completamente sincronizada con la presión de agua de mar, por lo tanto, varía automáticamente con la variación de calado o por las olas.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Para la construcción de este sistema tenemos que tener en cuenta todos los componentes nuevos que va a llevar.

- Unidad de control de aire.
- Sello de popa
- Tanque de aceite de la bocina.
- Bombas de circulación.
- Tanque de drenaje.

1.2.1 UNIDAD DE CONTROL DE AIRE

La unidad de aire de control regula el suministro de aire comprimido entre 0.2 MPa y 0.4 MPa establecido por el regulador de aire y entre 33 l/min y 55 l/min, flujo establecido por el controlador de flujo de aire después de pasar por los filtros de aire.

El aire es suministrado al sistema por medio del sistema de aire del buque que se genera el buque con los compresores de aire de control que se encuentra con una presión de 9 bar. Es conducido por una línea auxiliar hasta la unidad de control. Por lo tanto, no es necesaria la instalación de un compresor adicional para el suministro. También se dispone de una línea de aire de servicio para una emergencia en caso de que los compresores de control fallen.

Ilustración 16 Unidad de control de aire



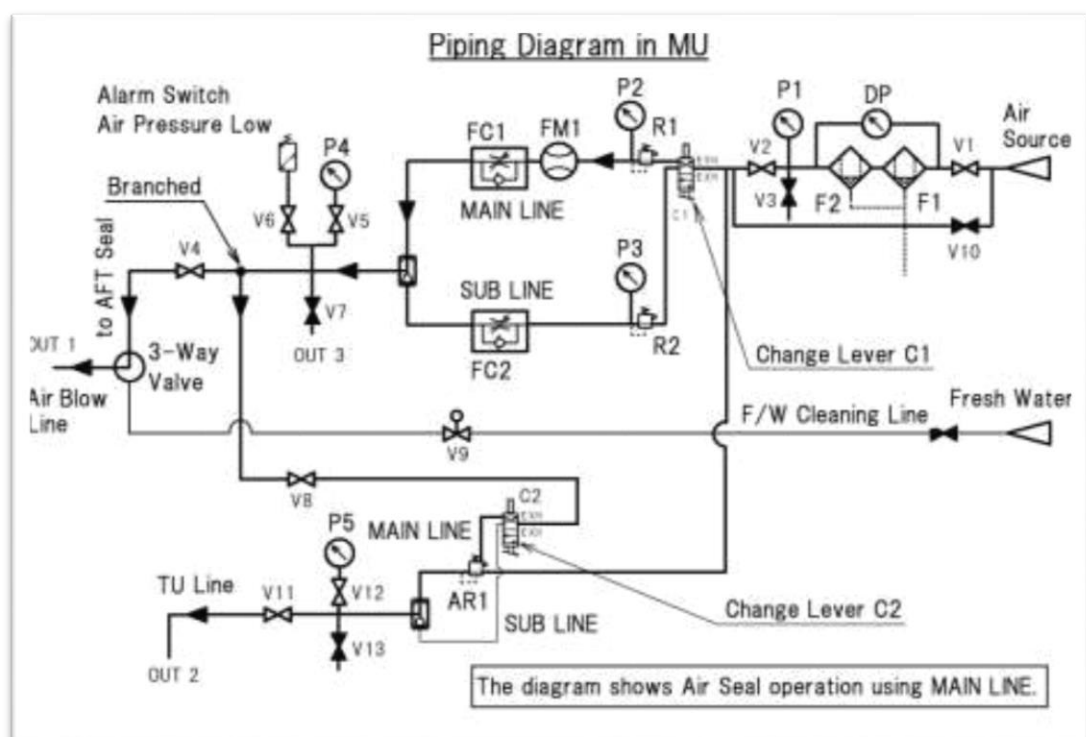
El aire regulado que es conducido hasta la cámara de aire en el sello de popa es soplado hacia el mar, llamada línea de aire de soplado, la cual tiene una línea que conecta con un relé de aire para dar la señal de aire de soplado como una señal de entrada.

Otra línea tomada después de los filtros de aire es conducida hasta el tanque de aceite de lubricación para presurizarlo.

El relé de presión regula la presión del tanque de aceite del eje en el nivel de la señal de presión del aire de soplado. El relé de aire tiene un volante para un ajustamiento de la presión. El tanque de aceite del eje tiene una palanca para omitir el relé de presión a través de una línea secundaria que le lleva al tanque una presión directa del aire de soplado.

La unidad de control de aire dispone de una línea de agua dulce para la limpieza del sello de aire. Esta línea solo se pondrá en funcionamiento a la hora de hacer un mantenimiento del sistema. Ver anexo II.

Ilustración 17 Líneas del controlador de aire



1.2.2 SELLO DE POPA

El aire suministrado por la unidad de control hacia el sello de popa sopla a través de la cámara de aire, con la presión establecida por el regulador de aire. Los efectos que produce el aire soplando en el sello de popa están explicados a continuación:

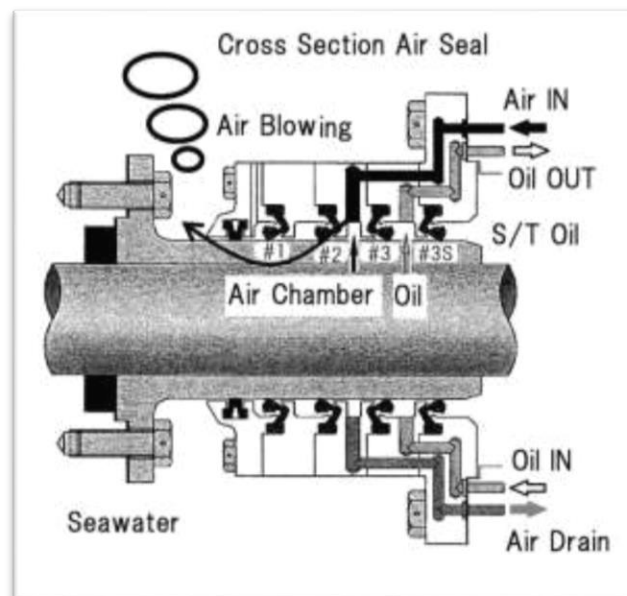
1. Cuando la presión en la cámara de aire se excede levemente debido a las fuerzas de tensión de los sellos #1 y #2 más la presión debido al calado,

empieza a soplar aire hacia el mar a través de una apertura formada por el aumento de presión con un flujo constante establecido.

2. La apertura se mantiene abierta al agua debido al aire que está constantemente soplando.
3. Por esto, la presión de la cámara de aire es igual al nivel de las fuerzas de tensión del sello de aire #1 y #2 más la presión del agua de mar debido al calado.

Debido a la apertura debajo del agua, la presión de la cámara de aire nunca es más alta que la presión establecida por el regulador de aire, y el continuo soplo de aire previene la entrada de agua de mar a la cámara de aire. Ya que en todo caso es el aire el que sale del sello hacia el exterior sin ningún riesgo de contaminación. El controlador de flujo de aire mantiene el flujo constante y mantiene las aperturas independientemente del calado. Por lo tanto, la presión en la cámara de aire cambia automáticamente dependiendo de la presión del agua. Además, parte del aire que viene de la unidad de control vuelve al tanque de drenaje, con una pequeña ventilación que genera un flujo de aire a baja velocidad para remover todas las pequeñas pérdidas de agua o aceite que se han depositado en la cámara de aire a través de un agujero en la parte inferior del tanque. Ver anexo II.

Ilustración 18 Sello de aire



1.2.3 TANQUE DE ACEITE DE LA BOCINA

El tanque es hermético con una capacidad de 200 litros de aceite y tiene que estar instalado a una altura mínima de 2 metros sobre el nivel del eje central. Además, al tanque le llega una línea de aire de la cámara de control de aire para equilibrar las presiones. La bocina esta presurizada a la presión que se encuentra en el tanque más la presión del sello número #3, o en el #3S en caso de fallo, superando al mismo tiempo la presión que está ejerciendo el agua de mar ya que el aire es expulsado al exterior.

Debido a la presión de la cámara de aire en la parte anterior y posterior del sello #3, se contrarrestan las presiones. Como resultado la carga que queda en el sello #3 es la que se encuentra en la parte superior del tanque de aceite de la bocina constante para todos los calados del buque. Lo mismo ocurriría con el sello #3S.

El tanque cuenta con una válvula de seguridad para evitar posibles sobrepresiones en el tanque y alarmas de alto y bajo nivel de aceite.

Las bombas encargadas de hacer circular el aceite de la bocina ya están instaladas a bordo, son las que actualmente se encargan de hacer circular el aceite tanto para la bocina como para los sellos de proa y popa. Ver anexo II.

1.2.4 BOMBAS DE CIRCULACIÓN SELLO DE PROA

La instalación cuenta con dos bombas que se encargan de la circulación del aceite desde el tanque de aceite, a través de sello de proa de la bocina y vuelta al tanque para repetir el circuito. El valor de la presión se calcula aumentando o reduciendo la presión en la parte superior del tanque de aceite. Es necesario tener controladas las presiones de succión y descarga de las bombas y tener limpios los filtros.

Estas bombas tienen que ser nuevas ya que en el sistema actual hay dos bombas encargadas de todo el sistema, pero la línea que va a los sellos va a quedar suprimida haciendo así necesaria la instalación de dos bombas nuevas.

Para la maniobra de estas bombas, hay que instalar un panel operacional de las mismas en una localización no muy lejana. Dentro del panel irá toda la instalación eléctrica. Los planos del panel eléctrico se encuentran en el anexo II.

Estas bombas van a tener un presostato encargado de dar la señal de alarma al cuadro de operación de las bombas. Cuando la presión detectada por el presostato no es la adecuada se activará la alarma y la otra bomba arrancará automáticamente. Ver anexo II.

1.2.5 TANQUE DE DRENAJE

El tanque de drenaje es hermético con una capacidad de 10 litros y tiene que estar situado por debajo del eje principal. El tanque tiene que estar conectado a la tubería de drenaje de la cámara de aire en el sello de popa. Un controlador de flujo es el encargado de controlar el flujo a muy baja velocidad para extraer toda el agua de mar que haya podido entrar a la cámara de aire o el aceite que haya podido salir de la bocina.

El tanque tiene un visor para controlar el nivel, un venteo, alarma de muy alto nivel y una válvula de drenaje en la parte inferior para vaciar el tanque.

Es muy importante que este tanque esté conectado a un manómetro para poder controlar siempre la presión en la cámara de aire del sello. Ver anexo II.

1.3 MANTENIMIENTOS Y RUTINAS DEL SISTEMA

Dado que el sistema es simple, en cuanto a que cuenta con pocas partes móviles, el mantenimiento es mínimo; siempre y cuando el equipo se mantenga dentro de los parámetros operativos estándar. Los requerimientos de un mantenimiento preventivo se consiguen con una serie de inspecciones y llevando un control sobre los parámetros en los que opera el equipo.

Los mantenimientos especificados por la empresa constructora del sistema necesarios para el buen funcionamiento del equipo son

Diario: Tomar todos los parámetros del sistema para llevar un control de todas las presiones.

La empresa facilita un formulario para rellenar en el que se indican todos los valores a tomar. Ver anexo III.

Trimestral: Limpiar los filtros a la entrada de las bombas. Este periodo de tiempo es aproximado ya que al haber dos bombas no trabajan simultáneas y la limpieza de los filtros dependerá del tiempo en funcionamiento que esté cada bomba.

Semestral: Mantenimiento del motor eléctrico de las bombas. Esto también dependerá de las horas de funcionamiento de los motores.

Dos veces al año también se hará la limpieza del sello de aire con agua. Para realizar este mantenimiento es necesario que el buque se encuentre parado (puede estar atracado o fondeado). Hay que seguir unos pasos:

1. Abrir la válvula de drenaje del tanque de drenaje
2. Cambiar la válvula de tres vías que se encuentra en la unidad de control de aire a la línea de agua.
3. Abrir la válvula que se encuentra en la tubería de agua que viene de la línea de agua de servicio.
4. Mantener en esta línea hasta que en el tanque de drenajes empiece a salir agua.
5. Parar el suministro de agua
6. Redireccionar la válvula de tres vías a la línea de aire.
7. Cerrar la válvula de drenaje cuando se haya soplado toda el agua de la línea.
8. Comprobar que todas las presiones se encuentran estables en los parámetros establecidos.

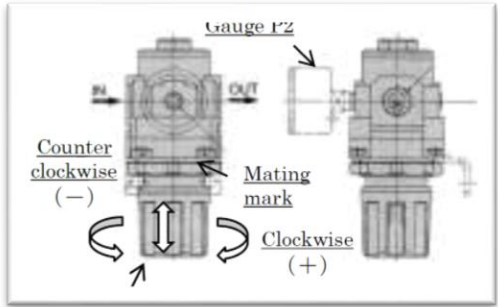
Cuando el suministro de aire se cierra de repente, toda la presión va hacia el tanque de aceite de la bocina y esto puede causar que abra la válvula de seguridad. No es un problema ya que esta volverá a cerrar en el momento que vuelva el sistema a la normalidad.

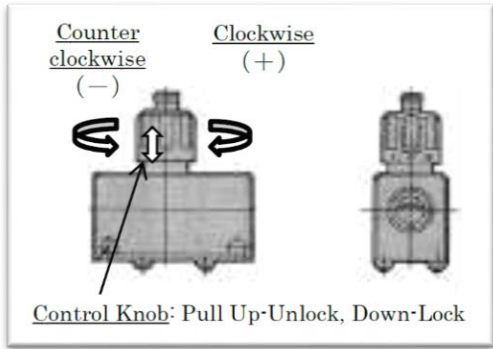
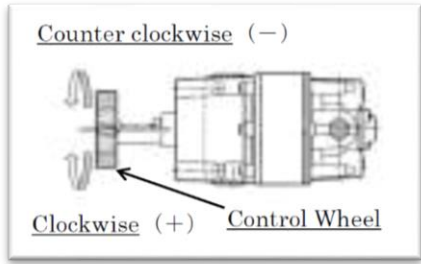
La limpieza con agua lleva algo de tiempo ya que si hacemos que la presión de la línea sea muy alta podemos hacer que algo penetre en la bocina contaminando de esa manera el aceite.

1.3.1 MANTENIMIENTO UNIDAD DE CONTROL DE AIRE

Tabla 5 Mantenimiento unidad de control de aire

Dispositivo	Símbolo	Parámetros	Mantenimiento
Suministro de aire		0.4 MPa mínimo	Abrir el suministro de aire al máximo manteniendo la presión por encima de 0.4 MPa

Diferencial de presión	DP	Menos de 0.1 MPa	Cuando el manómetro se encuentre en la posición roja hay que limpiar o cambiar los filtros.
Filtros de aire	F1 / F2	Zona verde	Para ello hay que aislar los filtros abriendo el by-pass (V10) y despresurizando la línea (V3).
Regulador de aire	R1 / P2 & R2 / P3	0.2 – 0.4 MPa	<p>Cuando la presión no es la adecuada hay que reestablecer los valores sacando el tornillo del regulador de aire y girando en un sentido o en otro dependiendo del valor que queramos obtener.</p> <p><i>Ilustración 19 Regulador de aire</i></p> 
Controlador de flujo de aire	FC1 & FC2	35 – 55 L/min	Regular el flujo cuando en el flujómetro esté marcando un valor inadecuado. Levantar el tornillo fijándonos en el flujómetro y girar en el sentido que queramos variar.
Flujómetro de aire	FM1		

			<p><i>Ilustración 20 Controlador de flujo</i></p> 
Relé de aire	AR1	Ps7t -Pd entre 0.03-0.05 MPa	<p>Cuando el valor sale del rango hay que regular el relé de aire ajustando la presión del tanque de aceite de la bocina.</p> <p><i>Ilustración 21 Relé de aire</i></p> 
Palanca de cambio de línea	C1		<p>La línea secundaria solo se utilizará en caso de que el flujómetro se encuentre estropeado y se necesite una reparación. La línea secundaria solo se utiliza para casos puntuales.</p>
Palanca de cambio de línea	C2		<p>La línea secundaria se utiliza como en el caso anterior, pero en este caso para saltarse el relé de aire. Cuando el problema esté solucionado hay que volver a la línea principal.</p>

2. DIAGRAMA DE GANTT

Tabla 6 Diagrama de Gantt

Actividades	Tiempo de duración (días)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Llevar todo el equipo a instalar al barco												
Situación provisional de los equipos												
Instalación de nuevas tuberías de aceite y aire												
Quitar sello de popa actual												
Pruebas de presión en las tuberías nuevas												
Cambio del sello de popa												
Instalación de los nuevos equipos												
Pruebas de presión en las tuberías ya existentes												
Reinstalar las tuberías												
Instalar el sello de popa nuevo												
Llevar a cabo pruebas para comprobar fallos												
Arrancar el equipo y comprobar el funcionamiento												

El proyecto de la instalación del nuevo sistema de sello va a tener una duración estimada de 12 días en el próximo dique del buque ya que es imposible la modificación del mismo sin sacar el buque del agua.

Una vez que el buque entre en dique seco, el primer día que se comience con el trabajo se llevarán todos los equipos nuevos a bordo. La unidad de control de aire, las dos bombas de aceite, el tanque de aceite de la bocina, el tanque de drenaje y las tuberías nuevas de aire y aceite que estarán fabricadas previamente.

El segundo día los equipos serán situados en el lugar escogido por el manager del barco.

El tercer día, una vez aprobadas las localizaciones de los equipos nuevos y comprobando que las tuberías tienen las dimensiones adecuadas se dispondrá a la colocación de las mismas. El buque antes de llegar a dique ha dejado las conexiones y las tuberías tanto de aire como de agua dulce listas.

Mientras se colocan las tuberías, se irá desmontando el sello de popa de la bocina y la hélice.

El cuarto día, con las tuberías ya montadas se harán las pruebas de presión a una presión de 3 bar. Esta presión siempre tiene que ser superior a la que van a ir las tuberías.

La instalación del sello de popa va a llevar una duración de dos días.

El séptimo día en el dique se procederá a la instalación de los equipos asegurando los mismos.

Los dos próximos días se desmontan las tuberías que van a seguir en el buque para limpiarlas y para hacer pruebas de presión.

El décimo día reinstalación de las tuberías quitadas.

Al día siguiente se instala el sello de popa junto a la hélice al eje.

El último día se comprueba que el equipo no tiene fallos y se arranca para asegurarse de que no hay pérdidas en las líneas.

3. PLAN DE PROYECTO Y PLANIFICACIÓN

3.1 SISTEMA PROPUESTO

- 1 unidad de control de aire
 - Válvula en la tubería de inyección de aire de servicio
 - Válvula en la tubería de inyección de agua de servicio
 - Filtro para la tubería de aire de servicio
 - Soportes para la barandilla
- 1 tanque para el aceite de la bocina capacidad: 100 L
 - Válvula de seguridad presión: 0.26 MPa
 - Controlador de nivel
 - Válvula entrada de aceite
 - Válvula salida de aceite
 - Alarma de alto nivel
 - Alarma de bajo nivel
 - Manómetro en la línea de aceite de entrada
- 1 sello de popa
- 2 bombas de aceite capacidad:
 - 1 filtro en la entrada de la bomba
 - 1 válvula de entrada
 - 1 válvula salida antirretorno
 - 1 manómetro en la entrada de la bomba
 - 1 manómetro descarga de la bomba
 - Presostato: 0.02→0.2 MPa Dif. Presión: 0.015 MPa
- 1 tanque para drenajes capacidad: 10 L
 - Venteo
 - Válvula de drenaje
 - Controlador de nivel
 - Alarma de nivel
 - Manómetro
- 1 panel eléctrico de operación de las bombas (440 VAC)
- 1 presostato: 0.02→0.2 MPa Dif. Presión: 0.015 MPa para las bombas de la bocina.

3.2 INSTALACIÓN

3.2.1 UNIDAD DE CONTROL DE AIRE

Para llevar la unidad de control al sitio no es necesario el uso de grúa, ya que el peso de la unidad es aproximadamente de 40 kg y con el ascensor del barco se baja hasta la plataforma E4 del barco y entre dos personas se traslada hasta el sitio.

Ilustración 22 Localización provisional unidad de control de aire



La unidad de control se va a situar en el aire fijada mediante tornillos a unos soportes de las barandillas por la parte exterior. El área necesaria para la instalación 450x370mm y luego para poder maniobrar el panel hay sitio al no ser una zona de tránsito y estar en una zona pegada al mamparo.

La unidad de control de aire tiene que tener una inyección de aire de control, que va a ser la que después de pasar por el regulador de aire y controlador de flujo vaya hasta el sello de aire.

En el barco hay dos sistemas de aire, aire de servicio y aire de control. Los dos sistemas están con la misma presión de 8 bares.

Se decide por el aire de control en vez de aire de servicio por la calidad. El aire de control es mucho más seco debido a los secadores que tiene en el sistema. El sistema de aire de control que va a la máquina tiene un secador refrigerativo que se encarga por medio de condensación de extraer toda la humedad posible para que el aire esté lo más seco posible.

La toma de aire se toma de la línea que va a una válvula de dos vías del separador de agua y aceite, ya que es el sistema más próximo con aire de control de la unidad de control de aire.

El equipo tiene dos líneas de aire, una principal y una secundaria en caso de fallo de esta y la línea secundaria se tomará de aire de servicio que se pinchará la tubería y se instalará una válvula cuando no se necesite. Esta toma se encuentra en la imagen en el cuadrado naranja.

Ilustración 23 Localización de toma de aire y agua para limpieza



Desde el punto que se ha escogido para la toma de aire hasta la unidad de control de aire hay una distancia aproximada de 3 metros. Esta tubería va a ser de acero inoxidable con un diámetro 1/2" debido a sus características y a su fácil manejo. La línea de aire de servicio que se pondrá en caso de fallo de la línea principal se encuentra a una distancia aproximada de 6 metros de la unidad de control de aire.

A la unidad de control de aire también le llega una línea de agua dulce, que será tomada de la línea de agua de servicio. La toma será en el suministro más cercano al mismo el cual se encuentra alado de la toma de aire de servicio y también se encuentra a una distancia de 6 metros. Tubería de acero inoxidable con un diámetro de 1/2".

Será necesario:

- 10 metros de tubería de acero inoxidable desde la toma de aire de control hasta la unidad de control de aire.

- 20 metros de tubería de acero inoxidable desde la toma de aire de servicio hasta la unidad de control de aire.
- 20 metros de tubería de acero inoxidable desde la toma de agua dulce hasta la unidad de control de aire.
- Válvula de bola para la tubería de agua de limpieza.
- Válvula de bola para la tubería de aire de servicio.
- Filtro para la tubería de aire de servicio.

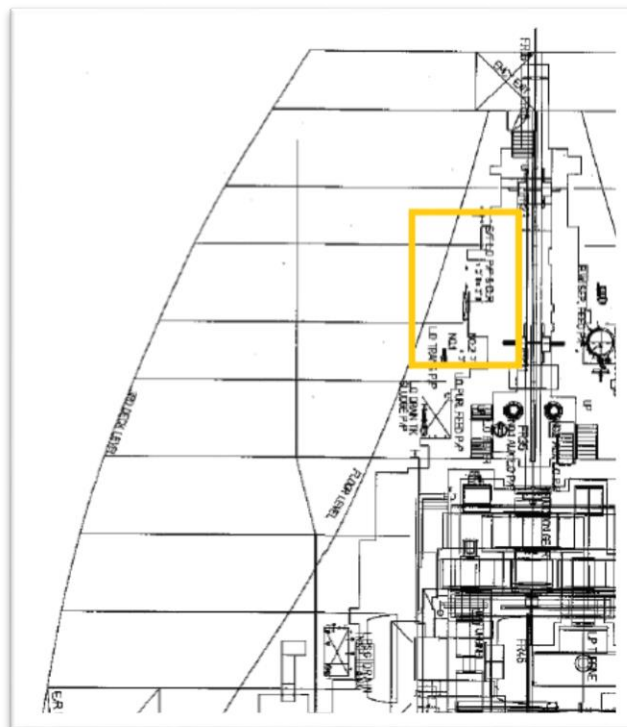
3.2.2 TANQUE PARA EL ACEITE DE LA BOCINA

Para el traslado del tanque hasta el sitio el procedimiento es el mismo que para la unidad de control de aire. Una vez que está en el sitio se utilizará una grúa de la sala de máquinas para levantarlo hasta el punto en el que va a ir fijado al mamparo.

Para la instalación del aceite de la bocina, se va a atornillar al mamparo y luego ira apoyada en la tubería que viene desde la bocina.

Este tanque se tiene que encontrar a una altura mínima de dos metros por encima del eje principal. El área que ocupa el tanque es una circunferencia de 760 mm Ø y una altura de 685mm

Ilustración 24 Situación tanque para el aceite de la bocina



El tanque de aceite de la bocina tiene que tener una tubería de aceite que venga de la bocina que se encuentra a una distancia de 8 metros y una salida que vaya a las bombas de circulación de aceite de 4 metros. Este tanque también tiene que tener una tubería para la entrada de aire que venga desde la unidad de control de aire con una distancia de 4 metros. Esta tubería va a ser de cobre de 15mm Ø debido a sus características y se conecta con el tanque en la parte superior.

El tanque cuenta con una válvula de seguridad en caso de una sobrepresión tarada en 0.26 MPa y un controlador de nivel. La línea que va desde la bocina hasta el tanque tiene un manómetro para controlar la presión de aceite que está llegando.

Será necesario

- 4 tornillos de acero para sujetar el tanque al mamparo.
- 10 metros de tubería de cobre de 15mm Ø desde la unidad de control de aire.
- 4 metros de tubería de acero 2" Ø desde la bocina.
- 6 metros de tubería de acero 2" Ø hasta las bombas de circulación de aceite.
- válvula de entrada de aceite.
- válvula de salida de aceite.
- 1 metro tubería de cobre desde la tubería de entrada hasta el manómetro
- 1 manómetro
- 2 metro de tubería de cobre hasta el manómetro

3.2.3 SELLO DE POPA

La instalación del sello de popa se realiza en la parte externa del buque, previamente se ha desmontado la hélice. La tubería que va de aceite a la bocina desde las bombas de circulación es la misma que en el sistema anterior por lo que no hace falta nueva tubería simplemente una limpieza de la misma y pruebas de presión.

Se instalará una nueva tubería de acero inoxidable desde la unidad de control de aire hasta el sello de popa y una tubería desde el sello de popa hasta el tanque de drenaje.

Será necesario:

- 10 metros de tubería de cobre 15 mm Ø de la unidad de control al sello.
- 10 metros de tubería de cobre 15 mm Ø del sello al tanque de drenaje.

3.2.4 BOMBAS DE ACEITE DEL SELLO DE PROA

Para llevar las bombas no es necesario el uso de grúas, se trasladarán de la misma forma que los equipos anteriores ya que son bombas pequeñas, fácilmente manejables.

Las bombas se van a situar en el plan del buque a estribor del eje debajo del tanque de aceite de la bocina. El área requerida es de 1150mm de largo por 800mm de ancho. Situadas en un lateral del pasillo la zona más a popa del buque seguirá siendo accesible y habrá espacio suficiente para el mantenimiento de las bombas, como por ejemplo la limpieza de los filtros o las tomas de muestra del aceite.

Las bombas van a tener unos manómetros en la aspiración y descarga de cada bomba y un presostato en la línea común encargado de arrancar la bomba que está en stand-by en caso de una presión baja.

Para la instalación de las bombas es necesario que el cableado llegue desde el panel eléctrico de operación de las bombas, que se situará en el lado opuesto del eje.

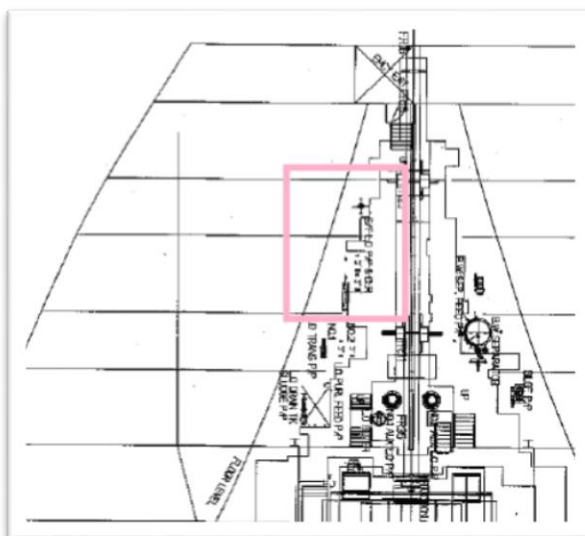
Será necesario para cada bomba:

- 4 metros de cable de 4x1,5 desde el panel de operación
- Válvula de entrada
- Válvula de salida no retorno
- Filtro a la entrada de la bomba
- Manómetro en la entrada de la bomba
- Manómetro en la salida de la bomba
- 1 metro de tubería de cobre para los manómetros
- Venteo en cada bomba con válvula de bola

Común para las dos bombas:

- 10 metros de tubería de acero 1" Ø desde las bombas hasta el sello de proa
- 2 metros de tubería de acero 320 mm Ø desde la línea que va a las bombas de la bocina hasta las bombas.
- Válvula para la tubería que va a las bombas

Ilustración 25 Situación bombas del sello de proa



3.2.5 TANQUE PARA DRENAJES

Para el traslado de este tanque se utilizará el propio ascensor del buque y entre dos personas se llevará hasta el sitio.

Este tanque tiene una capacidad de 10 L, va situado en la parte más baja de la sala de máquinas a unos 3 metros por debajo del eje. Estará atornillado a un soporte soldado al mamparo en la parte de estribor.

Este tanque tiene una inyección que viene directamente del sello de aire de popa, la tubería va a ser de con una distancia de 3 metros y una válvula a la entrada del tanque. Tiene una tubería de cobre de 2 metros a un manómetro para controlar la presión en el tanque y un controlador de nivel.

También contará con una alarma de nivel y una válvula para drenajes.

Será necesario:

- 1 válvula de entrada al tanque
- Venteo
- 2 metros de tubería de cobre hasta el manómetro
- 1 manómetro
- 1 válvula de drenaje

3.2.6 PANEL ELÉCTRICO DE OPERACIÓN DE LAS BOMBAS

Para trasladar el panel serán necesarias dos personas y la utilización del ascensor del buque.

El panel irá fijado al suelo y será necesario una toma de corriente del sitio más cercano. Habrá que suministrar una línea hasta el panel a 440V con la corriente del barco tomando uno seccionador libre en la caja del virador.

El área necesaria para el panel es de 600mm de largo por 250mm de ancho. El panel va a ir sujeto a unos salientes del mamparo mediante tornillería y apoyado en el suelo. Se va a situar a popa de las válvulas de extracción de la caldera dejando espacio suficiente para poder maniobrar. Y con espacio suficiente también para poder acceder a las escaleras que se encuentran a popa del mismo.

Ilustración 26 Localización provisional panel de operación de las bombas



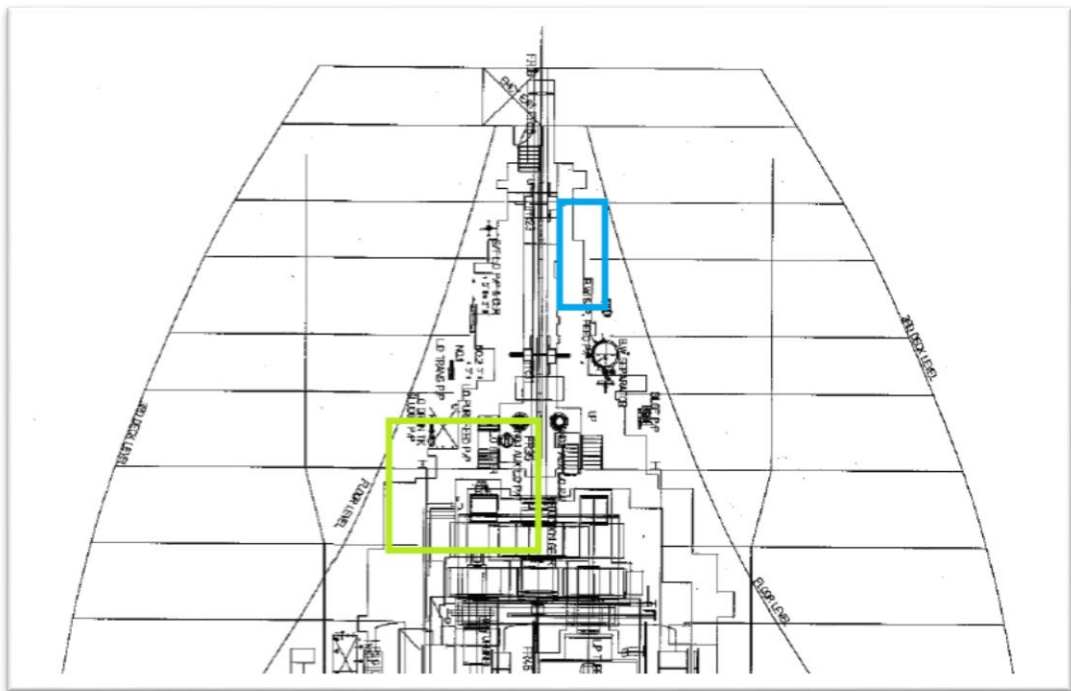
En nuestro caso tomaremos la corriente del virador. Se encuentra situado en el plan de la turbina aproximadamente a 17 metros del lugar en el que se va a situar el panel eléctrico.

Del panel eléctrico que irá situado a babor tendrán que salir las dos conexiones a las dos bombas que se encuentran a una distancia aproximada de 4 metros, en estribor, al otro lado del eje. Los cables irán por debajo del eje y protegidos.

Para los canales de alarma se utilizarán los canales libres del IAS que serán programados por el cliente.

El virador se encuentra en la localización verde y el panel eléctrico irá situado en la zona azul.

Ilustración 27 Situación del virador y panel eléctrico



Será necesario:

- 17 metros de cable de 4x1,5 resistente a temperatura y aceite.
- 8 metros de cable de 16 hilos numerado para alarmas.
- 25 metros de cable para maniobra y señal.
- 4 tornillos de acero.

ASPECTOS ECONÓMICOS

1. PRESUPUESTO

Tabla 7 Presupuesto

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL (€)
	CAMBIO SELLO DE POPA DE LA BOCINA		57.921,33
	Tanque de aceite de la bocina		
	Abrir paso de hombre y cerrar con junta nueva		132,81
	Limpieza y desgasificación del tanque (4,10 m3)		907,96
	RETIRADA DE LODOS Y ALMACENAJE		
	Retirar los lodos y almacenarlos en contenedores, por Tn		405,83
	Transporte y disposición en una planta autorizada para lodos, por Tn		313,79
1	RETIRADA DE EQUIPO		1.579,50
1.1	Sello del tanque de popa y tubería (35 L)		
1.2	Sello de popa existente y tuberías conectadas		
2	SELLO COMPACTO AX-850	1	6454,2
3	INSTALACIÓN DE NUEVO EQUIPO		9.120,00
3.1	Unidad de control de aire (900x450x370 mm)	1	
3.2	Tanque de aceite de la bocina (200 l. Ø 760x685 mm)	1	
3.3	Tanque de drenaje (10 l. Ø 290x325 mm)	1	
3.4	Unidad de presión sello de proa (completo) (1150x800x450 mm)	1	
3.5	Panel de bombas (1000x600x250 mm)	1	
3.6	Anillo para sello de popa	1	
3.7	Presostato para el tanque de aceite de la bocina (170x96x65 mm)	1	
4	SUMINISTRO DE MATERIAL E INSTALACIÓN		3.001,50
4.1	Válvula globo 5K-50A Nueva línea de retorno de la bocina	2	
4.2	Válvula globo 5K-10A Diferencial de presión	2	
4.3	Válvula globo 5K-50A Línea de retorno de la bocina	1	
4.4	Válvula globo 5K-32A Aspiración de la unidad de presión	1	
4.5	Válvula globo 5K-50A Aspiración bombas de la bocina	1	
4.6	Válvula de pistón: 5K-25A	1	
4.7	manómetro: Rango 0-0.4 Mpa	2	
4.8	Válvula de globo 5K-50A	1	
5	TUBERÍA E INSTALACIÓN		21.475,00
5.1	Línea de agua a la unidad de control (acero inoxidable Ø 1/2")	40m	

5.2	Línea de aire a la unidad de control (acero inoxidable Ø 1/2")	40m	
5.3	Unidad de control al tanque de aceite de la bocina (cobre Ø 15mm)	10m	
5.4	Línea de aire al sello (cobre Ø 15mm)	10m	
5.5	Línea del tanque de aceite de la bocina a la bocina (acero Ø 2")	4m	
5.6	Línea del tanque de aceite de la bocina a las bombas (acero Ø 2")	6m	
5.7	Línea del sello al tanque de drenaje (cobre Ø 15mm)	10m	
5.8	Línea desde las bombas del sello de proa (acero Ø 1")	10m	
5.9	Línea desde las bombas del sello de proa al cárter (acero Ø 32)	2m	
5.10	Línea para el presostato de by-pass (cobre Ø 10mm)	4m	
5.11	Soplado del circuito de aceite		
5	TRABAJOS ELÉCTRICOS		13.872,84
6	CABLES PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA		3.558,10
7	TEST HIDRÁULICO EN EL CIRCUITO ANTIGUO		2.025,00
8	PERSONAL DE ASTILLERO PARA 12 DÍAS		3.554,00

CONCLUSIONES

1. CONCLUSIONES

Pese a la aparente sencillez del sistema de sello de aceite de la bocina actual, los problemas de contaminación que derivan de su uso hacen necesaria una modificación en el sistema.

Teniendo en cuenta que hay situaciones en las que es imposible contener el aceite en el buque, bien sea por derrames en cubierta, a la hora de hacer consumos, etc. Hay que hacer hincapié en las que si podemos solucionar. Poco a poco todas las embarcaciones van a tener que ir cambiando para disminuir las pérdidas de aceite a la mar que se producen por medio de la bocina.

El nuevo sistema propuesto probado ya en numerosos barcos del mismo tipo, es un sistema que funciona y pese a un desembolso alto en su adquisición e instalación, asegura unos costos de mantenimiento reducidos debido a la simplicidad del sistema y elimina el problema de la contaminación.

El mantenimiento es muy sencillo y no es necesaria más de una persona para realizarlo. Llevando a cabo un control diario de los parámetros del sistema es prácticamente imposible un fallo del mismo.

El ahorro de aceite se va a notar considerablemente. No todo el aceite que se ha perdido se ha ido al mar, gran parte de las pérdidas han sido a la hora de drenar el sistema, pero no dejan de ser pérdidas de aceite. Solamente en el último año se han introducido 600 litros de aceite los cuales podrían reducirse implementando el nuevo sistema de sello de aire.

BIBLIOGRAFÍA

1. BIBLIOGRAFÍA

- Machinery Operating Manual LNGC HISPANIA SPIRIT (H2205) DSME (DAEWOO SHIPBUILDING AND MARINE ENGINEERING CO) (2004).
- STERN TUBE BEARING AND STERN TUBE SEAL, Final drawing & Operating manual (DAEWOO HEAVY INDUSTRIES LTD) (2000).
- KEMEL AIR SEAL Type AX, Instruction manual (EAGLE INDUSTRY CO LTD) (2013).
- KEMEL COMPACT SEAL Type CX, DX & AX, Instruction manual (EAGLE INDUSTRY CO LDT) (2013).
- EPA 800-R-11-002 (2011, NOVIEMBRE), Environmentally acceptable lubricants.
- EPA 842-R-99-001 (1999, ABRIL), Stern Tube Seals & Underwater Bearing Lubrication.
- Rules and Regulations for the classification of ships, LLOYD'S REGISTER (2013)

ANEXOS

1. ANEXO I: Aprobación de Lloyd's, Normativa aplicada para la aprobación, análisis de riesgos



Lloyd's
Register

Type Approval Certificate Extension

This is to certify that Certificate No. 01/10004(E4) for the undernoted products is extended and renumbered as shown.

This certificate is issued to:

PRODUCER	Eagle Industry Co., Ltd. - KEMEL Company
PLACE OF PRODUCTION	2-13-23, Shinhama, Arai-cho, Takasago-city, Hyogo-Pref., 676-0008, Japan
DESCRIPTION	KEMEL-AIR Seal - Construction fitted with four sealing rings, net stopper in AFT seal and two sealing rings in FWD seal
TYPE	KEMEL-AIR Seal, Type AX "Pollution Free"
APPLICATION	Stern tube sealing system for use in ships fitted with suitable oil lubricating systems. Lloyd's Register SCM/*IWS notation.
DESIGN CODE STANDARD	Lloyd's Register (LR) Rules and Regulations for the Classification of Ships (July 2015), Part 5, Chapter 6
RATINGS	Nominal seal size range : 140 to 1,180 mm Minimum shaft diameter : 111 mm Maximum shaft diameter : 1,130 mm Material of sealing ring : FEPM, FKM (Viton), NBR
OTHER CONDITIONS	1) Where the seals are intended to be installed in a ship classed or intended to be classed with LR, the stern tube seals are to be found to function to the attending LR Surveyor's satisfaction when fitted and tried under full working conditions. 2) The sealing system is to be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

"This Certificate is not valid for equipment, the design, ratings or operating parameters of which have been varied from the specimen tested. The manufacturer should notify Lloyd's Register Group Limited of any modification or changes to the equipment in order to obtain a valid certificate."

Certificate No.	01/10004(E5)
Issue Date	25 January 2016
Expiry Date	24 January 2021
Sheet	1 of 2

N. Terashita
Yokohama Technical Support Office
Lloyd's Register Group Limited

*Lloyd's Register Group Limited, registered office:
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS*

"Lloyd's Register Group Limited, its affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this clause as 'Lloyd's Register'. Lloyd's Register assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense caused by reliance on the information or advice in this document or howsoever provided, unless that person has signed a contract with the relevant Lloyd's Register entity for the provision of this information or advice and in that case any responsibility or liability is exclusively on the terms and conditions set out in that contract."



Lloyd's
Register

The attached Design Appraisal Document No. 01/10004(E5) and its supplementary Type Approval Terms and Conditions form part of this Certificate.

All other details remain as the previous Certificate No. 01/10004(E4) to which this extension should be attached.

Certificate No.	01/10004(E5)
Issue Date	25 January 2016
Expiry Date	24 January 2021
Sheet	2 of 2

N. Terashita
Yokohama Technical Support Office
Lloyd's Register Group Limited

*Lloyd's Register Group Limited, registered office:
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS*

"Lloyd's Register Group Limited, its affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this clause as 'Lloyd's Register'. Lloyd's Register assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense caused by reliance on the information or advice in this document or howsoever provided, unless that person has signed a contract with the relevant Lloyd's Register entity for the provision of this information or advice and in that case any responsibility or liability is exclusively on the terms and conditions set out in that contract."

Section

- 1 **Plans and particulars**
- 2 **Materials**
- 3 **Design**

■ **Scope**

The requirements of this Chapter relate, in particular, to formulae for determining the diameters of shafting for main propulsion installations, but requirements for couplings, coupling bolts, keys, keyways, sternbushes and other associated components are also included. The diameters may require to be modified as a result of alignment considerations and vibration characteristics, see Chapter 8, or the inclusion of stress raisers, other than those contained in this Chapter.

Alternative calculation methods for determining the diameters of shafting for main propulsion and their permissible torsional stresses will be considered by LR. Any alternative calculation method is to include all relevant loads on the complete dynamic shafting system under all permissible operating conditions. Consideration is to be given to the dimensions and arrangements of all shaft connections. Moreover, an alternative calculation method is to take into account design criteria for continuous and transient operating loads (dimensioning for fatigue strength) and for peak operating loads (dimensioning for yield strength). The fatigue strength analysis may be carried out separately for different load assumptions, for example as given below.

Shafts complying with the applicable Rules in Chapter 6 and Chapter 8 satisfy the following:

- (a) Low cycle fatigue criterion (typically $<10^4$), i.e. the primary cycles represented by zero to full load and back to zero, including reversing torque if applicable. This is addressed by the formulas in Ch 6,3.1, 3.5 and 3.6.
- (b) High cycle fatigue criterion (typically $>>10^7$), i.e. torsional vibration stresses permitted for continuous operation as well as reverse bending stresses and the accumulated fatigue due to torsional vibration when passing through a barred speed range or any other transient condition with associated stresses beyond those permitted for continuous operation. This is addressed by the formulas in Ch 8,2.5. The influence of reverse bending stresses is addressed by the safety margins inherent in the formulas from Ch 6,3.1, 3.5 and 3.6.

■ **Section 1**
Plans and particulars

1.1 Shafting plans

1.1.1 The following plans, together with the necessary particulars of the machinery, including the maximum power and revolutions per minute, are to be submitted for consideration before the work is commenced:

- Final gear shaft.
- Thrust shaft.
- Intermediate shafting.
- Tube shaft, where applicable.
- Screwshaft.
- Screwshaft oil gland.
- Sternbush.

1.1.2 The specified minimum tensile strength of each shaft is to be stated.

1.1.3 In addition, a shafting arrangement plan indicating the relative positions of the main engines, flywheel, flexible coupling, gearing, thrust block, line shafting and bearings, sterntube, 'A' bracket and propeller, as applicable, is to be submitted for information.

■ **Section 2**
Materials

2.1 Materials for shafts

2.1.1 The specified minimum tensile strength of forgings for shafts is to be selected within the following general limits:

- (a) Carbon and carbon-manganese steel – 400 to 760 N/mm² (41 to 77,5 kgf/mm²). See also 3.5.1.
- (b) Alloy steel – not exceeding 800 N/mm² (82 kgf/mm²).

2.1.2 Where it is proposed to use alloy steel, details of the chemical composition, heat treatment and mechanical properties are to be submitted for approval.

2.1.3 Where shafts may experience vibratory stresses close to the permissible stresses for transient operation, the materials are to have a specified minimum tensile strength of 500 N/mm² (51 kgf/mm²).

2.1.4 Where materials with greater specified or actual tensile strengths than the limitations given above are used, reduced shaft dimensions or higher permissible vibration stresses are not acceptable when derived from the formulae used in Section 3.1, 3.5, 3.6 and Ch 8,2.5.

2.2 Ultrasonic tests

2.2.1 Ultrasonic tests are required on shaft forgings where the diameter is 250 mm or greater.

Section 3 Design

3.1 Intermediate shafts

3.1.1 The diameter, d , of the intermediate shaft is to be not less than determined by the following formula:

$$d = Fk \sqrt[3]{\frac{P}{R} \left(\frac{560}{\sigma_u + 160} \right)} \text{ mm}$$

$$\left(d = Fk \sqrt[3]{\frac{H}{R} \left(\frac{57}{\sigma_u + 16} \right)} \text{ mm} \right)$$

where

- $k = 1,0$ for shafts with integral coupling flanges complying with 3.7 or with shrink fit couplings, see 3.1.4
- $= 1,10$ for shafts with keyways in tapered or cylindrical connections, where the fillet radii in the transverse section of the bottom of the keyway are to be not less than $0,0125d$
- $= 1,10$ for shafts with transverse or radial holes where the diameter of the hole (d_h) is not greater than $0,3d$
- $= 1,20$ for shafts with longitudinal slots, see 3.1.6
- $F = 95(86)$ for turbine installations, electric propulsion installations and oil engine installations with slip type couplings
- $= 100 (90,5)$ for other oil engine installations

$P (H)$ and R are defined in Ch 1,3.3 (losses in gearboxes and bearings are to be disregarded)

$\sigma_u =$ specified minimum tensile strength of the shaft material, in N/mm^2 (kgf/mm^2), see 2.1.3

After a length of $0,2d$ from the end of a keyway, transverse hole or radial hole and $0,3d$ from the end of a longitudinal slot, the diameter of the shaft may be gradually reduced to that determined with $k = 1,0$.

3.1.2 For shafts with design features other than stated in 3.1.1, the value of k will be specially considered.

3.1.3 The Rule diameter of the intermediate shaft for oil engines, turbines and electric propelling motors may be reduced by 3,5 per cent for ships classed exclusively for smooth water service, and by 1,75 per cent for ships classed exclusively for service on the Great Lakes.

3.1.4 For shrink fit couplings k refers to the plain shaft section only. Where shafts may experience vibratory stresses close to the permissible stresses for continuous operation, an increase in diameter to the shrink fit diameter is to be provided, e.g. a diameter increase of 1 to 2 per cent and a blending radius as described in 3.8.

3.1.5 Keyways are in general not to be used in installations with a barred speed range.

3.1.6 The application of $k = 1,20$ is limited to shafts with longitudinal slots having a length of not more than $0,8d$ and a width of not more than $0,1d$ and a diameter of central hole d_i of not more than $0,8d$, see 3.7. The end rounding of the slot is not to be less than half the width. An edge rounding should preferably be avoided as this increases the stress concentration slightly. The values of c_K , see Table 8.2.1 in Pt 5, Ch 8, are valid for 1, 2 and 3 slots, i.e. with slots at 360, 180 and 120 degrees apart respectively.

3.2 Gear quill shafts

3.2.1 The diameter of the quill shaft is to be not less than given by the following formula:

$$\text{Diameter of quill shaft} = 101 \sqrt[3]{\frac{P 400}{R \sigma_u}} \text{ mm}$$

$$\left(91 \sqrt[3]{\frac{H 41}{R \sigma_u}} \text{ mm} \right)$$

where

$P (H)$ and R are as defined in Ch 1,3.3

$\sigma_u =$ specified minimum tensile strength of the material, in N/mm^2 (kgf/mm^2) but is not to exceed 1100 N/mm^2 (112 kgf/mm^2).

3.3 Final gear wheel shafts

3.3.1 Where there is only one pinion geared into the final wheel, or where there are two pinions which are set to subtend an angle at the centre of the shaft of less than 120 degrees, the diameter of the shaft at the final wheel and the adjacent journals is to be not less than 1,15 times that required for the intermediate shaft.

3.3.2 Where there are two pinions geared into the final wheel opposite, or nearly opposite, to each other, the diameter of the shaft at the final wheel and the adjacent journals is to be not less than 1,1 times that required for the intermediate shaft.

3.3.3 In both 3.3.1 and 3.3.2, abaft the journals, the shaft may be gradually tapered down to the diameter required for an intermediate shaft determined according to 3.1, where σ_u is to be taken as the specified minimum tensile strength of the final wheel shaft material, in N/mm^2 (kgf/mm^2).

3.4 Thrust shafts

3.4.1 The diameter at the collars of the thrust shaft transmitting torque, or in way of the axial bearing where a roller bearing is used as a thrust bearing, is to be not less than that required for the intermediate shaft in accordance with 3.1 with a k value of 1,10. Outside a length equal to the thrust shaft diameter from the collars, the diameter may be tapered down to that required for the intermediate shaft with a k value of 1,0. For the purpose of the foregoing calculations, σ_u is to be taken as the minimum tensile strength of the thrust shaft material, in N/mm^2 (kgf/mm^2).

3.5 Screwshafts and tube shafts

3.5.1 The diameter, d_p of the screwshaft immediately forward of the forward face of the propeller boss or, if applicable, the forward face of the screwshaft flange, is to be not less than determined by the following formula:

$$d_p = 100k \sqrt[3]{\frac{P}{R} \left(\frac{560}{\sigma_u + 160} \right)} \text{ mm}$$

$$\left(d_p = 90,5k \sqrt[3]{\frac{P}{R} \left(\frac{57}{\sigma_u + 16} \right)} \text{ mm} \right)$$

where

$k = 1,22$ for a shaft carrying a keyless propeller fitted on a taper, or where the propeller is attached to an integral flange, and where the shaft is fitted with a continuous liner or is oil lubricated and provided with an approved type of oil sealing gland

$= 1,26$ for a shaft carrying a keyed propeller and where the shaft is fitted with a continuous liner or is oil lubricated and provided with an approved type of oil sealing gland

P (H) and R are defined in Ch 1,3.3, (losses in gearboxes and bearings are to be disregarded)

$\sigma_u =$ specified minimum tensile strength of the shaft material, in N/mm^2 (kgf/mm^2) but is not to be taken as greater than 600 N/mm^2 (61 kgf/mm^2). See 2.1.3.

3.5.2 The diameter, d_p of the screwshaft determined in accordance with the formula in 3.5.1 is to extend over a length not less than that to the forward edge of the bearing immediately forward of the propeller or $2,5d_p$ whichever is the greater.

3.5.3 The diameter of the portion of the screwshaft and tube shaft, forward of the length required by 3.5.2 to the forward end of the forward stern tube seal, is to be determined in accordance with the formula in 3.5.1 with a k value of 1,15. The change of diameter from that determined with $k = 1,22$ or 1,26 to that determined with $k = 1,15$ should be gradual, see 3.7.

3.5.4 Screwshafts which run in sterntubes and tube shafts may have the diameter forward of the forward stern tube seal gradually reduced to the diameter of the intermediate shaft. Abrupt changes in shaft section at the screwshaft/tube shaft to intermediate shaft couplings are to be avoided, see 3.7.

3.5.5 Unprotected screwshafts and tube shafts of corrosion-resistant material will be specially considered.

3.5.6 For shafts of non-corrosion-resistant materials which are exposed to sea-water, the diameter of the shaft is to be determined in accordance with the formula in 3.5.1 with a k value of 1,26 and σ_u taken as 400 N/mm^2 (41 kgf/mm^2).

3.6 Hollow shafts

3.6.1 Where the thrust, intermediate and tube shafts and screwshafts have central holes, the outside diameters of the shafts are to be not less than given by the following formula:

$$d_o = d \sqrt[3]{\frac{1}{\left[1 - \left(\frac{d_i}{d_o} \right)^4 \right]}}$$

where

$d_o =$ outside diameter, in mm

$d =$ Rule size diameter of solid shaft, in mm

$d_i =$ diameter of central hole, in mm.

However, where the diameter of the central hole does not exceed 0,4 times the outside diameter, no increase over Rule size need be provided.

3.7 Couplings and transitions of diameters

3.7.1 The minimum thicknesses of the coupling flanges are to be equal to the diameters of the coupling bolts at the face of the couplings as required by 3.8 and, for this purpose, the minimum tensile strength of the bolts is to be taken as equivalent to that of the shafts. For intermediate shafts, thrust shafts and the inboard end of the screwshaft, the thickness of the coupling flange is in no case to be less than 0,20 of the diameter of the intermediate shaft as required by 3.1.

3.7.2 The fillet radius at the base of the coupling flange is to be not less than 0,08 of the diameter of the shaft at the coupling but, in the case of crankshafts, the fillet radius at the centre coupling flanges may be 0,05 of the diameter of the shaft at the coupling. The fillets are to have a smooth finish and are not to be recessed in way of nut and bolt heads.

3.7.3 Where the propeller is attached by means of a flange, the thickness of the flange is to be not less than 0,25 of the actual diameter of the adjacent part of the screwshaft. The fillet radius at the base of the coupling flange is to be not less than 0,125 of the diameter of the shaft at the coupling.

3.7.4 All couplings which are attached to shafts are to be of approved dimensions.

3.7.5 Where couplings are separate from the shafts, provision is to be made to resist the astern pull.

3.7.6 Where a coupling is shrunk on to the parallel portion of a shaft or is mounted on a slight taper, e.g. by means of the oil pressure injection method, full particulars of the coupling including the interference fit are to be submitted for special consideration.

3.7.7 Transitions of diameters are to be designed with either a smooth taper or a blending radius. In general, a blending radius equal to the change in diameter is recommended.

3.8 Coupling bolts

3.8.1 Close tolerance fitted bolts transmitting shear are to have a diameter, at the joining faces of the couplings not less than given by the following formula:

$$\text{Diameter of coupling bolts} = \sqrt{\frac{240}{nD} \frac{10^6}{\sigma_u} \frac{P}{R}} \text{ mm}$$

where

- n = number of bolts in the coupling
- D = pitch circle diameter of bolts, in mm
- σ_u = specified minimum tensile strength of bolts, in N/mm²

P (H) and R are as defined in Ch 1,3.3.

3.8.2 At the joining faces of couplings, other than within the crankshaft and at the thrust shaft/crankshaft coupling, the Rule diameter of the coupling bolts defined in 3.8.1 may be reduced by 5,2 per cent for ships classed exclusively for smooth water service, and 2,6 per cent for ships classed exclusively for service on the Great Lakes.

3.8.3 Where dowels or expansion bolts are fitted to transmit torque in shear they are to comply with the requirements of 3.8.1. The expansion bolts are to be installed, and the bolt holes in the flanges are to be correctly aligned, in accordance with manufacturer's instructions.

3.8.4 The minimum diameter of tap bolts or of bolts in clearance holes at the joining faces of coupling flanges, pretensioned to 70 per cent of the bolt material yield strength value, is not to be less than:

$$d_R = 1,348 \sqrt{\left(\frac{120 \cdot 10^6 \cdot F \cdot P \cdot (1 + C)}{R \cdot D} + Q \right) \frac{1}{n \cdot \sigma_y}}$$

where

d_R is taken as the lesser of:

- (a) Mean of effective (pitch) and minor diameters of the threads.
- (b) Bolt shank diameter away from threads. (Not for waisted bolts which will be specially considered.)

P (H) and R are as defined in Ch 1,3.3.

- F = 2,5 where the flange connection is not accessible from within the ship
- = 2,0 where the flange connection is accessible from within the ship

C = ratio of vibratory/mean torque values at the rotational speed being considered

D = pitch circle diameter of bolt holes, in mm

Q = external load on bolt in N (+ve tensile load tending to separate flange, -ve)

n = number of tap or clearance bolts

σ_y = bolt material yield stress in N/mm².

3.8.5 Consideration will be given to those arrangements where the bolts are pretensioned to loads other than 70 per cent of the material yield strength.

3.8.6 Where clamp bolts are fitted they are to comply with the requirements of 3.8.4 and are to be installed, and the bolt holes in the flanges correctly aligned, in accordance with manufacturer's instructions.

3.9 Bronze or gunmetal liners on shafts

3.9.1 The thickness, t , of liners fitted on screwshafts or on tube shafts, in way of the bushes, is to be not less, when new, than given by the following formula:

$$t = \frac{D + 230}{32} \text{ mm}$$

where

t = thickness of the liner, in mm

D = diameter of the screwshaft or tube shaft under the liner, in mm.

3.9.2 The thickness of a continuous liner between the bushes is to be not less than 0,75t.

3.9.3 Continuous liners should preferably be cast in one piece.

3.9.4 Where liners consist of two or more lengths, these are to be butt welded together. In general, the lead content of the gunmetal of each length forming a butt welded liner is not to exceed 0,5 per cent. The composition of the electrodes or filler rods is to be substantially lead-free.

3.9.5 The circumferential butt welds are to be of multi-run, full penetration type. Provision is to be made for contraction of the weld by arranging for a suitable length of the liner containing the weld, if possible about three times the shaft diameter, to be free of the shaft. To prevent damage to the surface of the shaft during welding, a strip of heat resisting material covered by a copper strip should be inserted between the shaft and the liner in way of the joint. Other methods for welding this joint may be accepted if approved. The welding is to be carried out by an approved method and to the Surveyor's satisfaction.

3.9.6 Each continuous liner or length of liner is to be tested by hydraulic pressure to 2,0 bar (2,0 kgf/cm²) after rough machining.

3.9.7 Liners are to be carefully shrunk on, or forced on, to the shafts by hydraulic pressure. Pins are not to be used to secure the liners.

3.9.8 Effective means are to be provided for preventing water from reaching the shaft at the part between the after end of the liner and the propeller boss.

3.10 Keys and keyways

3.10.1 Round ended or sled-runner ended keys are to be used, and the keyways in the propeller boss and cone of the screwshaft are to be provided with a smooth fillet at the bottom of the keyways. The radius of the fillet is to be at least 0,0125 of the diameter of the screwshaft at the top of the cone. The sharp edges at the top of the keyways are to be removed.

3.10.2 Two screwed pins are to be provided for securing the key in the keyway, and the forward pin is to be placed at least one-third of the length of the key from the end. The depth of the tapped holes for the screwed pins is not to exceed the pin diameter, and the edges of the holes are to be slightly bevelled.

3.10.3 The distance between the top of the cone and the forward end of the keyway is to be not less than 0,2 of the diameter of the screwshaft at the top of the cone.

3.10.4 The effective sectional area of the key in shear, is to be not less than $\frac{d^3}{2,6d_1}$ mm²

where

d = diameter, in mm, required for the intermediate shaft determined in accordance with 3.1, based on material having a specified minimum tensile strength of 400 N/mm² (41 kgf/mm²) and $k = 1$

d_1 = diameter of shaft at mid-length of the key, in mm.

3.11 Propellers

3.11.1 For keyed and keyless propellers, see Chapter 7.

3.12 Sternbushes

3.12.1 The length of the bearing in the sternbush next to and supporting the propeller is to be as follows:

- (a) For water lubricated bearings which are lined with lignum vitae, rubber composition or staves of approved plastics material, the length is to be not less than four times the diameter required for the screwshaft under the liner.
- (b) For water lubricated bearings lined with two or more circumferentially spaced sectors of an approved plastics material, in which it can be shown that the sectors operate on hydrodynamic principles, the length of the bearing is to be such that the nominal bearing pressure will not exceed 5,5 bar (5,6 kgf/cm²). The length of the bearing is to be not less than twice its diameter.
- (c) For oil lubricated bearings of synthetic material the flow of lubricant is to be such that overheating, under normal operating conditions, cannot occur. The acceptable nominal bearing pressure will be considered upon application and is to be supported by the results of an agreed test programme. In general, the length of the bearing is not to be less than 2,0 times the rule diameter of the shaft in way of the bearing.
- (d) For bearings which are white-metal lined, oil lubricated and provided with an approved type of oil sealing gland, the length of the bearing is to be approximately twice the diameter required for the screwshaft and is to be such that the nominal bearing pressure will not exceed 8,0 bar (8,1 kgf/cm²). The length of the bearing is to be not less than 1,5 times its diameter.
- (e) For bearings of cast iron and bronze which are oil lubricated and fitted with an approved oil sealing gland, the length of the bearing is, in general, to be not less than four times the diameter required for the screwshaft.
- (f) For bearings which are grease lubricated, the length of the bearing is to be not less than four times the diameter required for the screwshaft.

3.12.2 Forced water lubrication is to be provided for all bearings lined with rubber or plastics and for those bearings lined with lignum vitae where the shaft diameter is 380 mm or over. The supply of water may come from a circulating pump or other pressure source. Flow indicators are to be provided for the water service to plastics and rubber bearings. The water grooves in the bearings are to be of ample section and of a shape which will be little affected by wear, particularly for bearings of the plastics type.

3.12.3 Bearings of synthetic material are to be supplied finished machined to design dimensions within a rigid bush. Means are to be provided to prevent rotation of the lining within the bush during operation.

3.12.4 All sternbushes are to be adequately secured in the sterntube/housings.

3.12.5 The shut-off valve or cock controlling the supply of water is to be fitted direct to the after peak bulkhead, or to the sterntube where the water supply enters the sterntube forward of the bulkhead.

3.12.6 Oil sealing glands fitted in ships classed for unrestricted service must be capable of accommodating the effects of differential expansion between hull and line of shafting in sea temperatures ranging from arctic to tropical. This requirement applies particularly to those glands which span the gap and maintain oiltightness between the sterntube and the propeller boss.

3.12.7 Where a tank supplying lubricating oil to the sternbush is fitted, it is to be located above the load waterline and is to be provided with a low level alarm device in the engine room.

3.12.8 Where sternbush bearings are oil lubricated, provision is to be made for cooling the oil by maintaining water in the after peak tank above the level of the sterntube or by other approved means.

3.12.9 Two temperature sensors or other approved arrangements that can, where practicable, be replaced without dry-docking or divers are to be provided to ascertain the sterntube aft end bearing temperature.

3.12.10 Where there is compliance with the terms of 3.12.1(c) and (d) to the Surveyor's satisfaction, a screwshaft will be assigned the notation **OG** in the *Supplement to the Register Book* for Periodical Survey purposes, see Pt 1, Ch 3.

3.12.11 Screwshafts which are grease lubricated are not eligible for the **OG** notation.

3.12.12 Where an ***IWS** (In-water Survey) notation is to be assigned, see Pt 1, Ch 2,2.3.11, means are to be provided for ascertaining the clearance in the sternbush with the vessel afloat.

3.13 Vibration and alignment

3.13.1 For the requirements for torsional, axial and lateral vibration, and for alignment of the shafting, see Chapter 8.

Análisis de riesgos en el trabajo

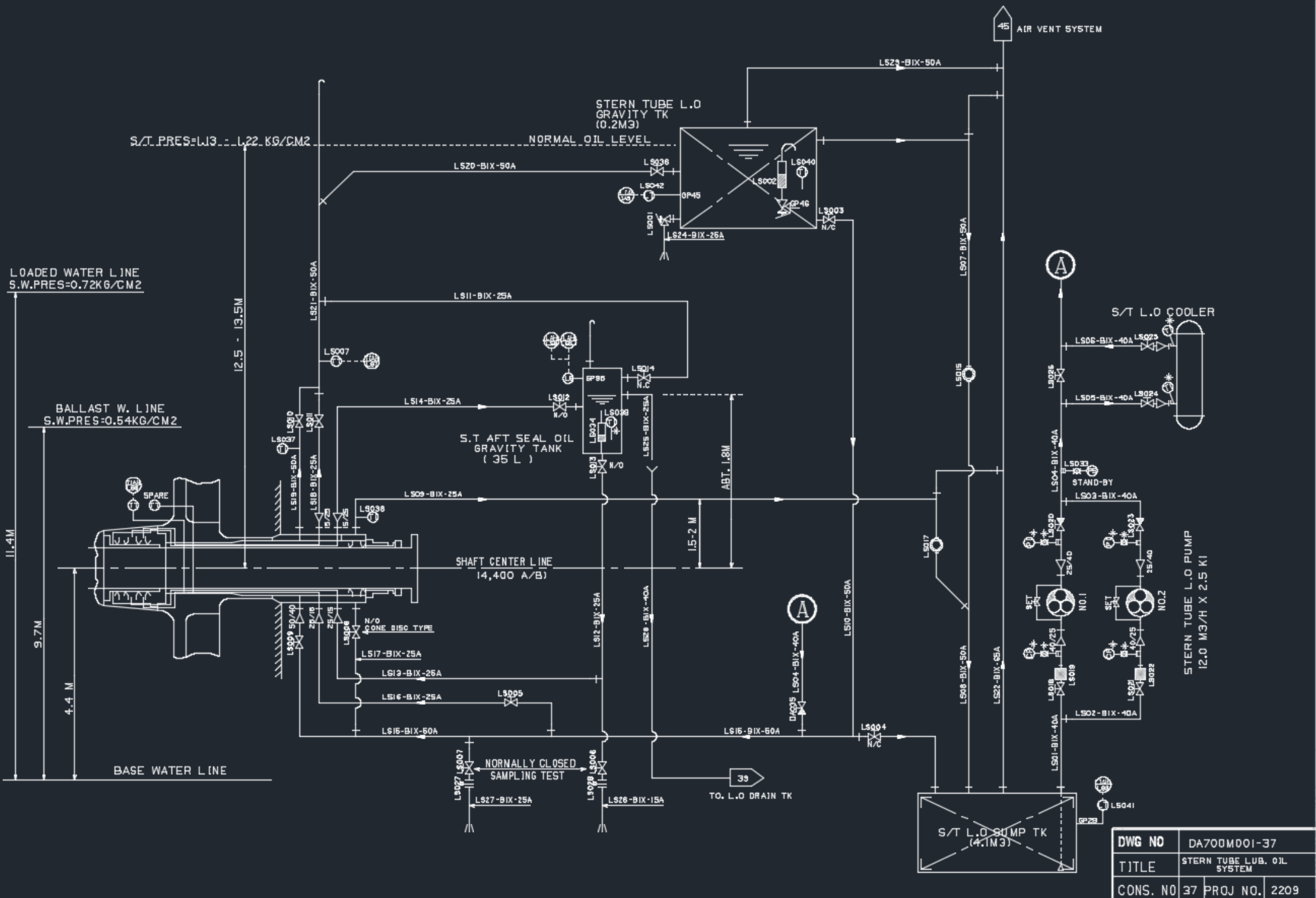
N° de paso	Descripción de cada paso	Identificar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> i. Riesgos. ii. Quien o que puede resultar herido o dañado. iii. Cómo podría ocurrir. 	Medidas que son requeridas para prevenir o minimizar el daño
01	Preparación del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> i. Inadecuada planificación del trabajo. ii. Personal y departamentos involucrados en la tarea y el equipo asociado con la tarea. iii. Un mal entendido de las tareas o una mala identificación de los riesgos puede llevar a pérdidas en el equipo o daños. 	<p>Todos los departamentos tienen que estar enterados de la tarea que se va a realizar. La tarea tiene que anunciarse en la reunión del día.</p> <p>Todas las personas que van a estar involucradas en el trabajo tienen que planificar el trabajo con un supervisor para asegurarse de que todo el mundo ha entendido todas las tareas que tiene que llevar a cabo, incluyendo todos los riesgos que esa tarea puede conllevar y tomando las precauciones necesarias.</p>

02	Asegurar el área donde se va a trabajar	<p>i. Sin buena visibilidad, suelo resbaladizo, maquinaria en funcionamiento sin asegurar cerca de la zona de trabajo, mangueras en la zona sin asegurar...</p> <p>ii. Personal involucrado en la tarea y equipos asociados.</p> <p>iii. Mucha gente trabajando en la misma zona en el mismo momento, falta de coordinación, no se ha limpiado la zona después de anteriores trabajos, luces fundidas</p>	<p>Discutir sobre la tarea en la reunión diaria para que todo el mundo quede enterado de donde se va a realizar el trabajo y en el caso de que se tengan que hacer dos trabajos en la misma área que exista comunicación durante el trabajo.</p> <p>Asegurarse de que todo queda recogido después de terminar cualquier trabajo para que la zona quede limpia.</p> <p>Limpiar la zona del trabajo antes de ponerse a trabajar.</p>
03	Preparación de las herramientas y el equipo	<p>i. Que se caiga el equipo, que se caiga la herramienta al transportarla, que te golpees cuando estás preparando las herramientas, que te choques cuando transportas la herramienta o los equipos.</p> <p>ii. Gente involucrada en el trabajo y equipo asociado.</p>	<p>Usar todos los equipos de protección personal, como guantes, casco, gafas, zapatos de seguridad</p> <p>Tener cuidado a la hora de llevar las herramientas y hacerlo de forma segura controlando todo el mundo que está en la zona.</p>

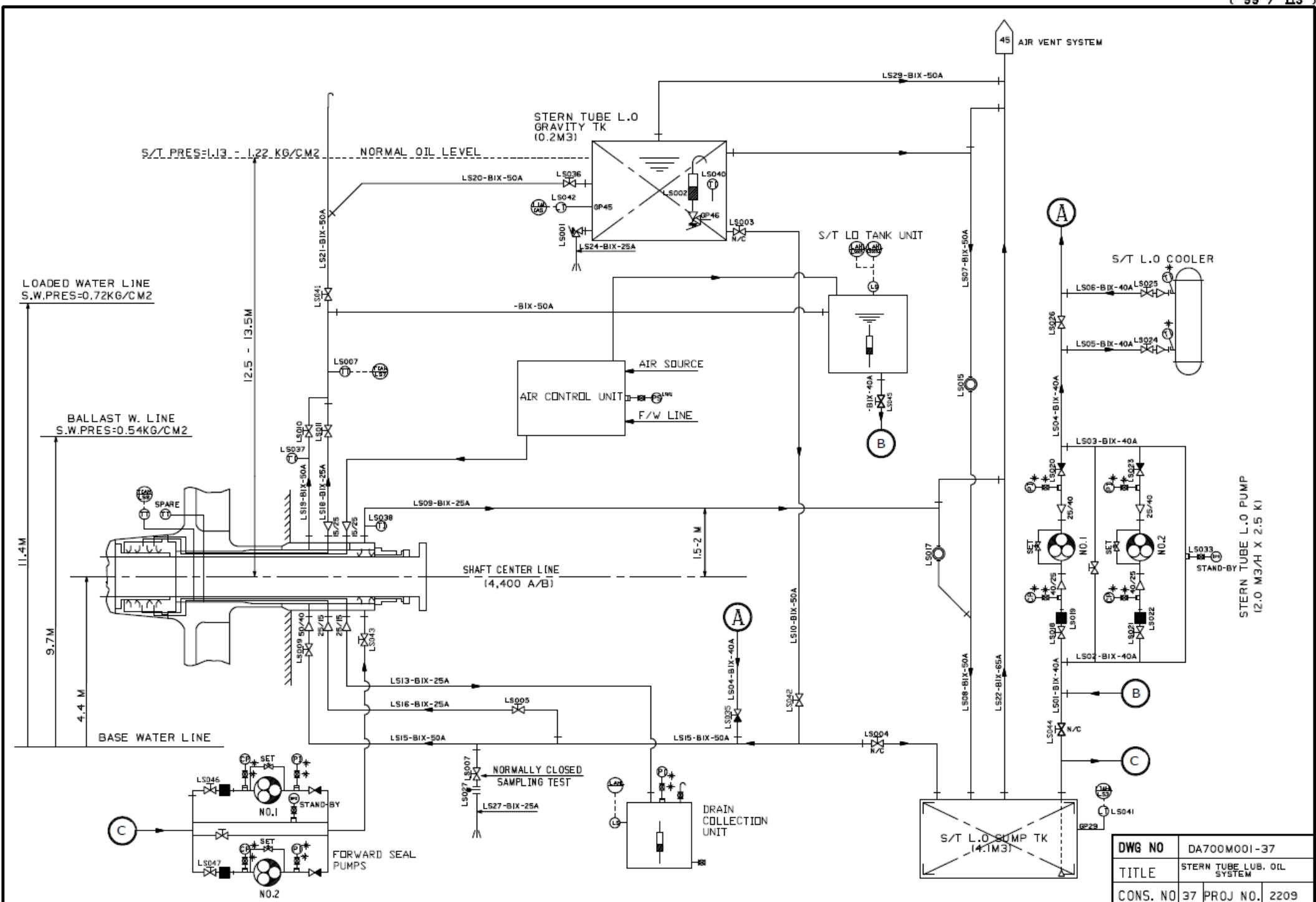
		<p>iii. Falta de cuidado cuando transportas la herramienta o los equipos, falta de coordinación entre personas si están transportando algo entre varias personas.</p>	<p>Confirmar que las herramientas seleccionadas son las más adecuadas para el trabajo. Inspeccionar el equipo que se va a instalar antes de la instalación y confirmar que todo está en buenas condiciones</p>
04	Instalación del equipo	<p>i. Que se dañe el equipo, que se instale mal el equipo, que se caiga el equipo y dañe a alguien.</p> <p>ii. Gente involucrada en el trabajo y equipo asociado.</p> <p>iii. Que se caiga el equipo desde un sitio elevado debido a que algunos equipos se van a instalar con grúas, aplastamiento de manos porque se cae un equipo o una herramienta, te puedes dañar por un uso incorrecto de la herramienta como por ejemplo con un martillo, o al apretar las bridas con las llaves.</p>	<p>Usar todos los equipos de protección personal, como guantes, casco, gafas, zapatos de seguridad.</p> <p>Buena comunicación con todo el personal involucrado en la instalación y el personal que se encuentre cerca del área de trabajo ya que para alguna instalación es necesario el uso de grúas.</p> <p>Tener en cuenta que cerca del área de trabajo puede estar más gente trabajando en otros trabajos.</p>
05	Rellenar el Sistema, arrancar y comprobar que	<p>i. Daños en el equipo o daños físicos</p> <p>ii. Gente involucrada en las pruebas y equipo que se va a probar</p>	<p>Asegurarse que todas las conexiones eléctricas están aseguradas y bien apretadas. Comprobar la dirección del motor eléctrico.</p>

	funciona correctamente.	iii. Pérdidas en las líneas, cortocircuitos en conexiones eléctricas, electroshocks, intoxicación por ingesta de aceite, sobrepresión en las líneas de aire o aceite, sobrecarga en el motor eléctrico, resbalamiento por una pérdida de aceite, etc.	Asegurarse que todas las tuberías están correctamente apretadas, comprobar los manómetros de la línea para evitar sobrepresiones, Controlar los ruidos y las vibraciones de las bombas y los motores.
--	-------------------------	---	--

2. ANEXO II: Plano antiguo
sistema de aceite,
modificación del plano,
planos equipos

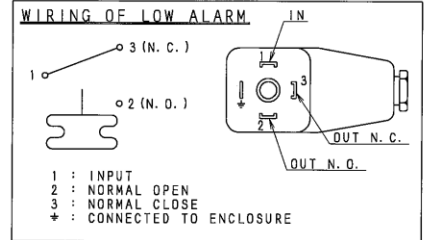
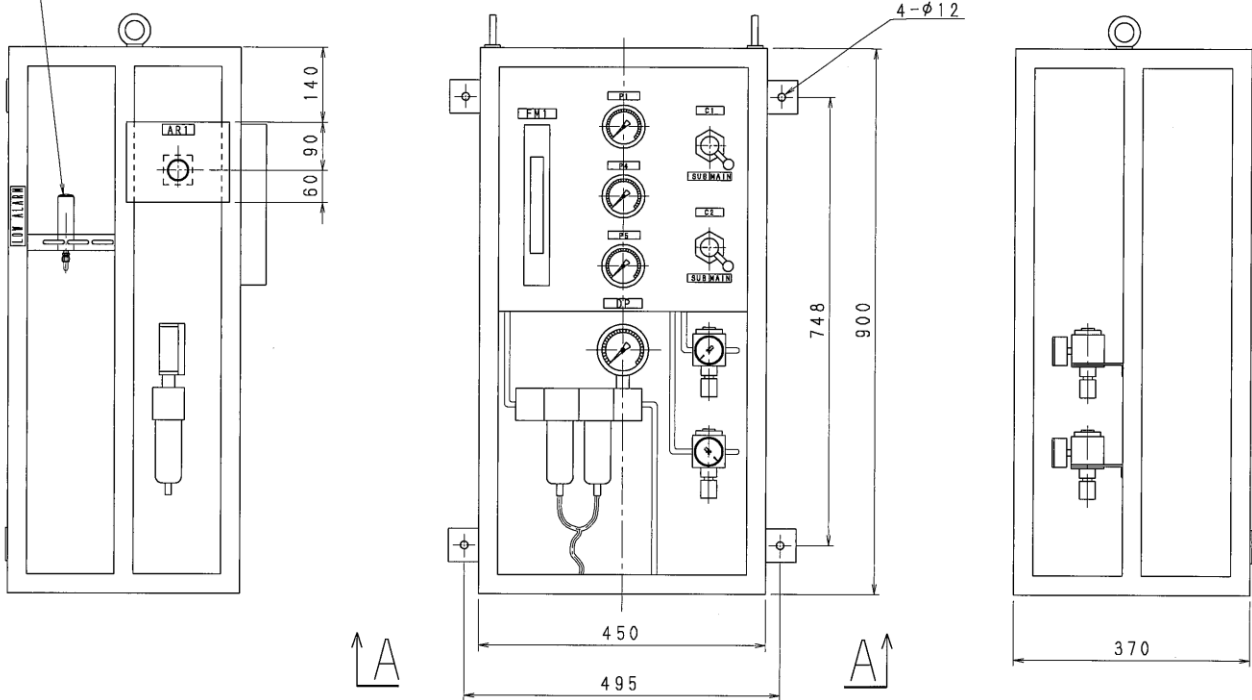


DWG NO	DA700M001-37
TITLE	STERN TUBE LUB. OIL SYSTEM
CONS. NO	37
PROJ NO.	2209



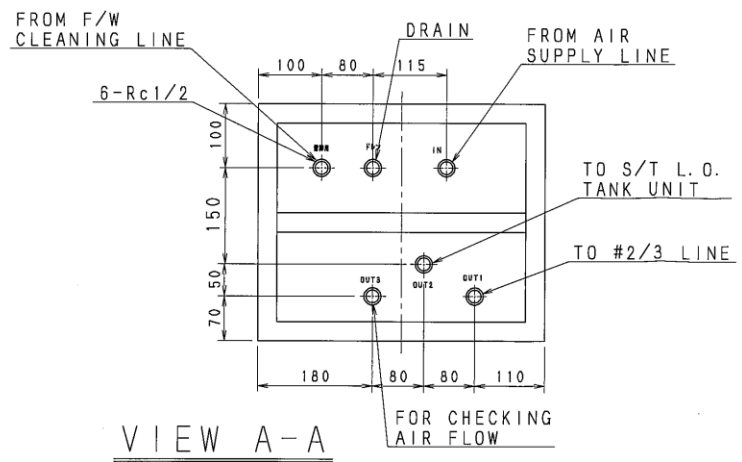
DWG NO	DA700M001-37
TITLE	STERN TUBE LUB. OIL SYSTEM
CONS. NO	37
PROJ. NO.	2209

LOW PRESSURE SWITCH
 APPLICABLE CABLE O. D. : 6~14mm
 OFF : 0.01MPa
 ON : 0.02MPa



- ITEM
- FLUID : AIR (WORKING AIR)
 - SUPPLY AIR PRESSURE : ABT. 0.69 MPa
 - TEMP. OF FLUID : 5~50°C
 - ROOM TEMP. : 5~50°C
 - PAINT COLOR : MUNSELL 7.5 BG 7/2
 - BOX MATERIAL : SPCC2.3t (3.2t)
 - PIPING MATERIAL : φ8 Cut. SUS

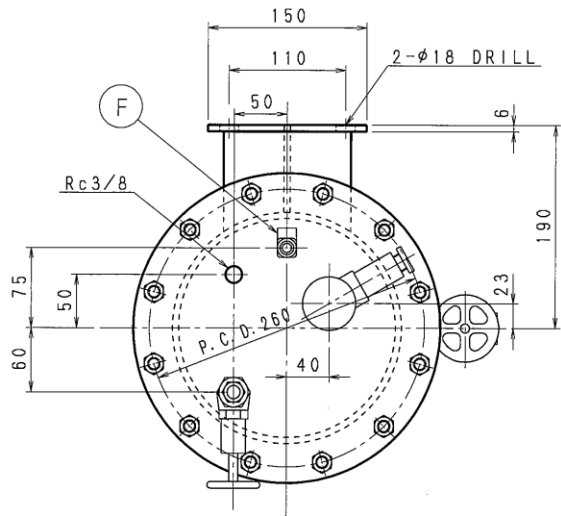
NAME PLATE	
P1	AIR SUPPLY
P4	SUPPLY TO #2/3 SEAL CHAMBER
P5	SUPPLY TO S/T L. O. TANK
FM1	QUANTITY OF PURGE AIR
DP	DIFFERENTIAL PRESSURE GAUGE
C1	CHANGE OVER SW. FOR REGULATOR LINE
C2	CHANGE OVER SW. FOR AIR RELAY
AR1	ADJUSTING VALVE FOR AIR RELAY
MAIN	MAIN LINE
SUB	SUB LINE
LOW ALARM	#2/3 AIR LOW PRESSURE ALARM



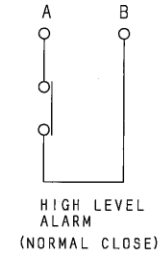
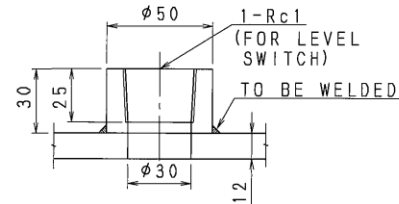
VIEW A-A

INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS A PROPERTY OF EAGLE INDUSTRY CO., LTD. THE DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED BY COPYING OR ANY OTHER FORMS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF THE OWNER.

符号	部品名	材料	個数	予備	単重	摘要
ITEM	NAME OF PART	MATERIAL	NO.	SPARE	WEIGHT	REMARKS
			REQ'D	kg.	kg.	
履歴	CAREER	注文主	MESSRS			
		名称	NAME			
		KEMEL - AIR seal Air Control Unit (CONVERSION STOCK)				
DATE	SCALE	WEIGHT	APPROVED	CHECKED	DRAWN	
2014.10.08		85 kg	I. MATSUOKA	M. KOBAYASHI	M. KOBAYASHI	
SERIAL NO.						X-32443
KEMEL COMPANY						DAEWOO S. NO. 2205
a division of EAGLE INDUSTRY CO., LTD.						ACU-3A-001-S



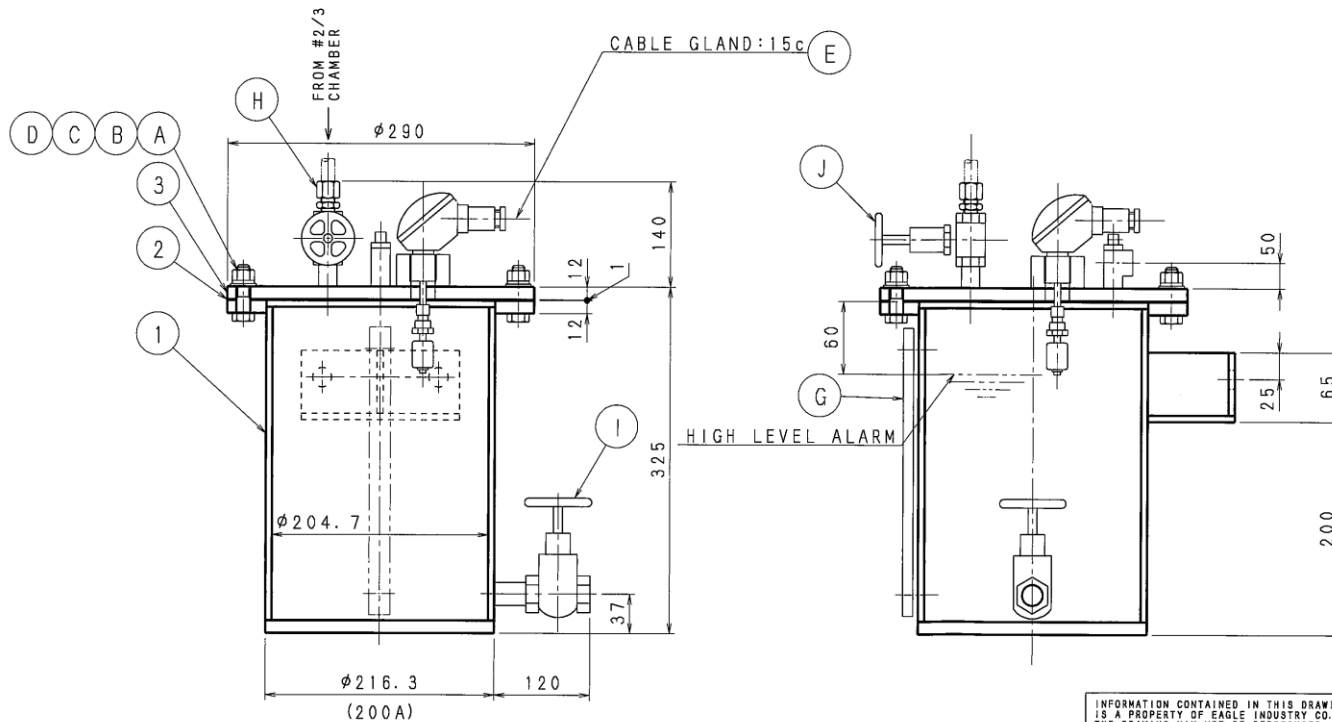
DETAIL FOR INSTALL.
OF LEVEL SWITCH



INTERNAL CIRCUIT

NOTE :

1. PAINT COLOR : 7.5 BG 7/2



J	VALVE	MAKER STANDARD	1	1.0	5K-10A
I	VALVE	MAKER STANDARD	1	1.5	5K-15A
H	UNION JOINT	MAKER STANDARD	1	0.05	CuTφ15
G	OIL LEVEL GAUGE	MAKER STANDARD	1	3.0	
F	FLOW CONTROLLER	MAKER STANDARD	1	0.05	
E	LEVEL SWITCH	MAKER STANDARD	1	0.8	HIGH
D	PLAIN WASHER	SS400	12	0.01	三ヶ丸 12
C	SPRING WASHER	SS400	12	0.01	2号 12
B	NUT	SS400	12	0.03	M12
A	BOLT	SS400	12	0.07	M12X45X30

3	COVER	STEEL	1	5.8	t12
2	PACKING	NON-ASBESTOS	1	0.05	φ216X290Xt1
1	BODY	STEEL	1	15.6	200A

符号 ITEM	部品名 NAME OF PART	材料 MATERIAL	個数 NO.	予備 SPARE	重量 WEIGHT	摘要 REMARKS
------------	---------------------	----------------	-----------	-------------	--------------	---------------

来歴 CAREER 注文主 MESSRS

名称 NAME
KEMEL - AIR Seal
DRAIN COLLECTION UNIT (10L)
(CONVERSION STOCK)

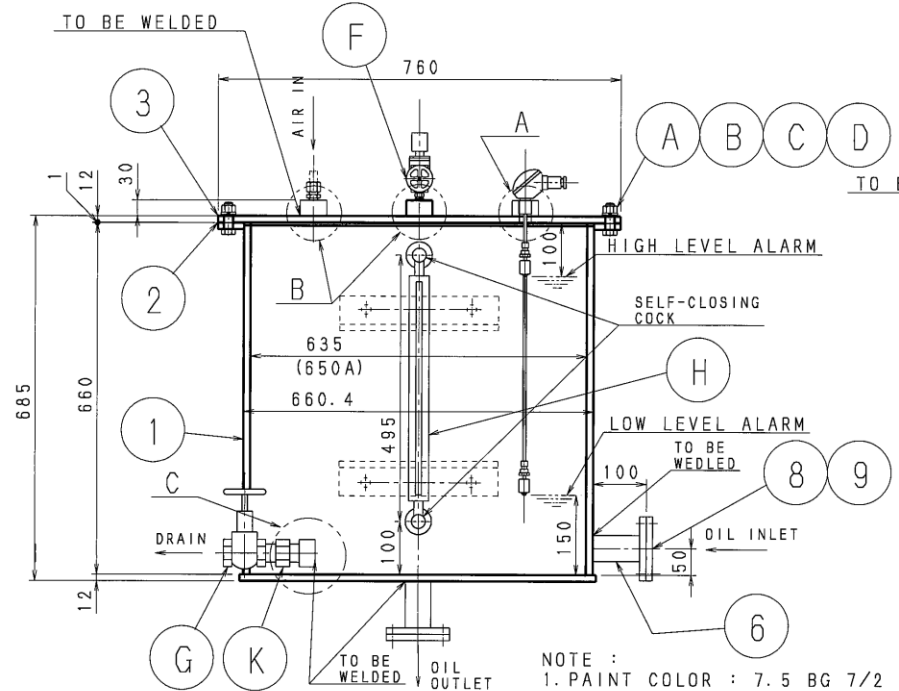
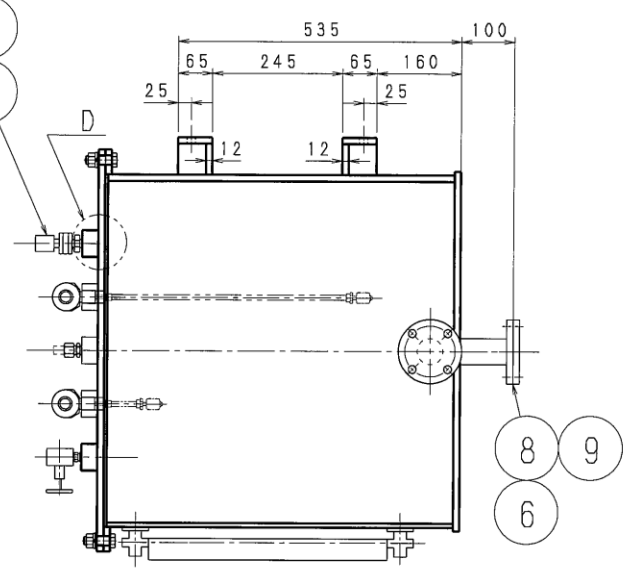
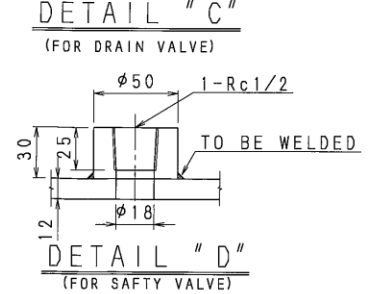
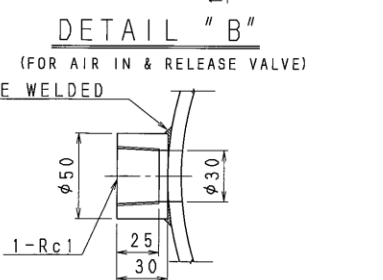
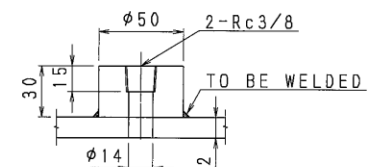
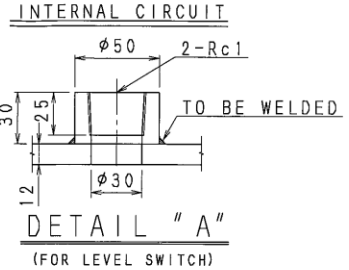
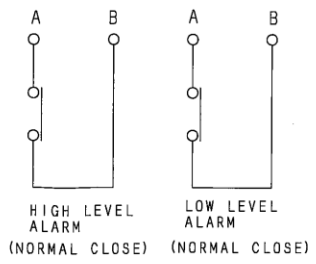
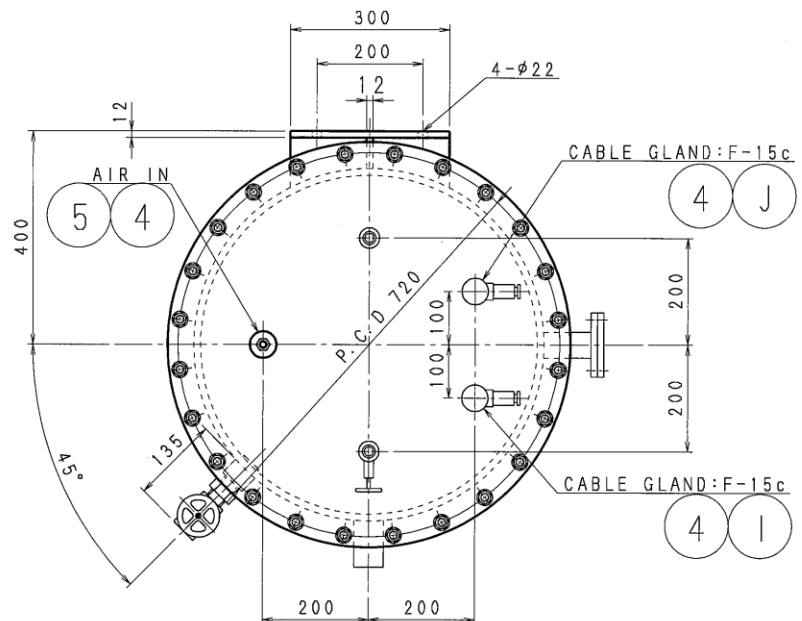
DATE 2014.10.08 SCALE 1/5 WEIGHT abt. 30 kg APPROVED BY I. MATSUOKA CHECKED BY M. KOBAYASHI DRAWN BY M. KOBAYASHI

SERIAL NO. X-32443

KEMEL KEMEL COMPANY
a division of EAGLE INDUSTRY CO., LTD.

S. NO. DAEWOD
S. NO. 2205
DWG. NO. DCU-001-S

INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS A PROPERTY OF EAGLE INDUSTRY CO., LTD. THE DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED BY COPYING OR ANY OTHER FORMS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF THE OWNER.



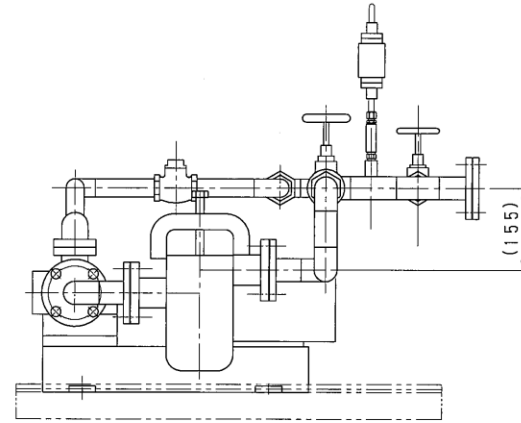
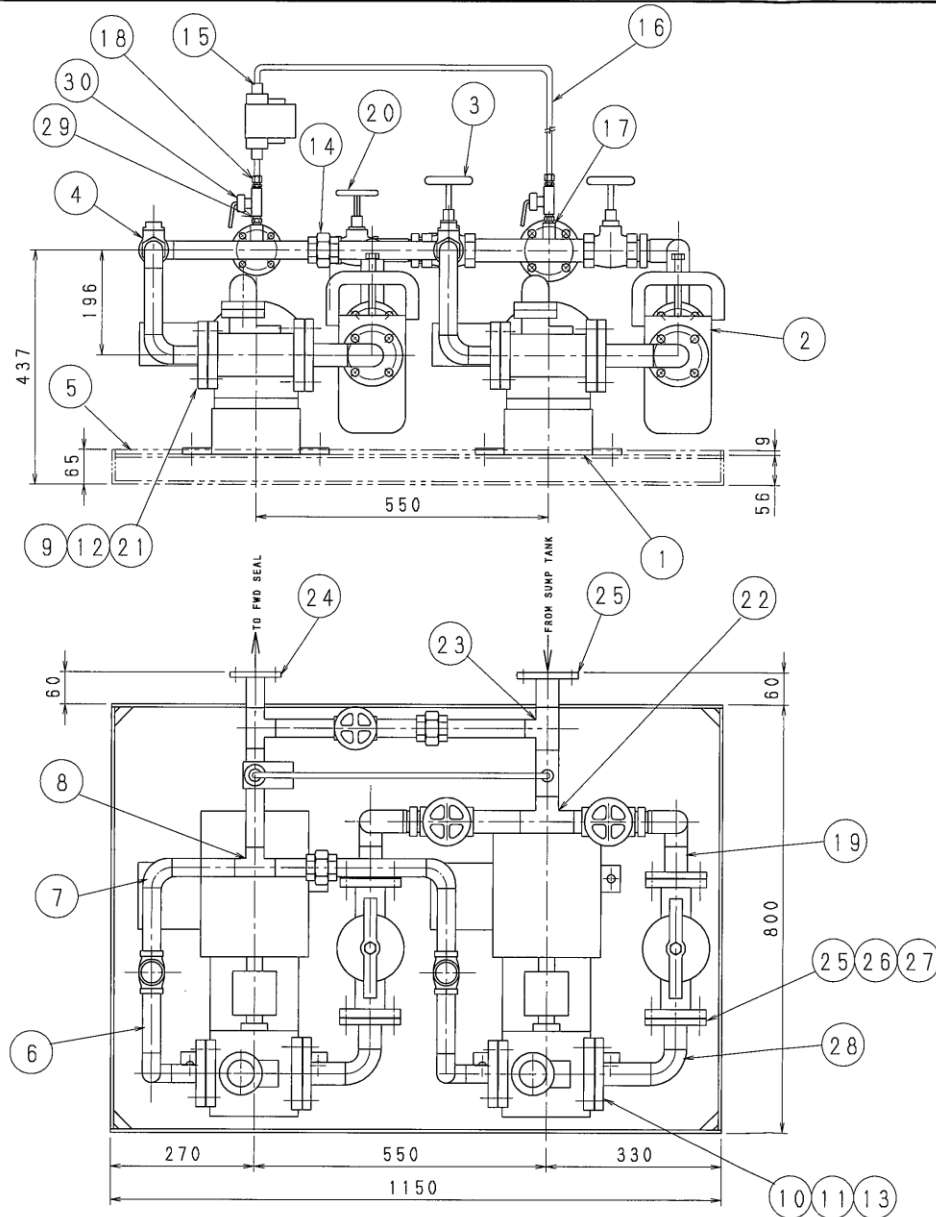
NOTE :
 1. PAINT COLOR : 7.5 BG 7/2
 2. ALARM POINT: HIGH=100mm FROM TANK TOP
 LOW =150mm FROM TANK BOTTOM
 3. SETTING OF SAFETY VALVE : 0.26 MPa

L	NIPPLE	MAKER STANDARD	1	0.1	R1/2XR1/2
K	NIPPLE	MAKER STANDARD	1	0.1	R1 X R1
J	LOW LEVEL SWITCH	MAKER STANDARD	1	0.8	FLOAT TYPE
I	HIGH LEVEL SWITCH	MAKER STANDARD	1	0.7	FLOAT TYPE
H	OIL LEVEL GAUGE	CAC499 GLASS	1	11.0	FLAT GLASS TYPE
G	VALVE	MAKER STANDARD	1	2.0	5K-25A
F	VALVE	MAKER STANDARD	1	0.5	5K-10A
E	SAFETY VALVE	MAKER STANDARD	1	0.2	
D	PLAIN WASHER	SS400	24	0.01	ミガネ丸 16
C	SPRING WASHER	SS400	24	0.01	2号 16
B	NUT	SS400	24	0.03	M16
A	BOLT	SS400	24	0.12	M16X50X38

9	BLIND FLANGE	STEEL	2	1.1	5K-50A(1 INCL. BLT. W/PT PACKING)
8	FLANGE	STEEL	2	1.1	5K-50A
6	PIPE	STEEL	2#HT	1.0	50A
5	UNION JOINT	MAKER STANDARD	1	0.1	CuT Ø15
4	SHEET	STEEL	6	0.3	Ø50Xt30
3	COVER	STEEL	1	43	
2	PACKING	NGH-ASBESTOS	1	0.01	
1	BODY	STEEL	1	185	

符号 ITEM	部品名 NAME OF PART	材料 MATERIAL	個数 NO.	予備 SPARE	重量 WEIGHT	摘要 REMARKS
履歴 CAREER 注文主 MESSRS 名称 NAME KEMEL - AIR Seal S/T L.O. TANK UNIT (200L)						
訂入日 DATE 2015.03.18		縮尺 SCALE 1/10		重量 WEIGHT 270kg		承認 APPROVED M. KOBAYASHI / M. OKAMOTO / Y. OKAMOTO
図面番 SERIAL NO. X-32443						製図者 DRAWN DAEWOOD S. NO. 2205
KEMEL COMPANY a division of EAGLE INDUSTRY CO., LTD.						製図者 DWG. NO. TU-002-S

INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS A PROPERTY OF EAGLE INDUSTRY CO., LTD. THE DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED BY COPYING OR ANY OTHER FORMS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF THE OWNER.

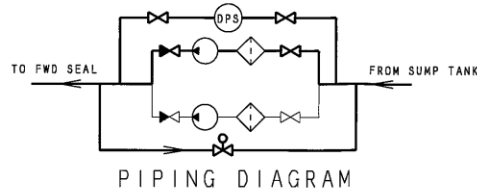


30	BALL VALVE	2			Rc3/8
29	NIPPLE	2			R3/8
28	90° ELBOW	6			JIS 32A
27	PACKING	4			5K-32A
26	BOLT & NUT	16 ^s			M12X45, M12
25	FLANGE	5			JIS 5K-32A
24	FLANGE	1			JIS 5K-25A
23	TEE	1			32A×25A
22	TEE	1			32A×32A
21	BOLT & NUT	8 ^s			M16X50, M16
20	NEEDLE VALVE	1			5K-25A
19	PIPE	-	SGP		JIS 32A
18	BITE TYPE TUBE FITTING	2			R3/8Xφ10
17	SOCKET	2			Rc3/8Xφ23X30
16	PIPE	2 ^s	COPPER		φ10X2000 t=2.5
15	DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH	1			SETTIN POINT 0.04MPa
14	UNION JOINT	2			SCREWED TYPE
13	PACKING	2			10K-32A
12	PACKING	2			10K-25A
11	BOLT & NUT	8 ^s			M16X55, M16
10	FLANGE	2			JIS 10K-32A
9	FLANGE	2			JIS 10K-25A
8	TEE	2			25A×25A
7	90° ELBOW	6			JIS 25A
6	PIPE	-	SGP		JIS 25A
5	SKID	1 ^s			1150X800X65 t=6
4	NON RETURN VALVE	2			JIS 5K-25A
3	BALL VALVE	2			JIS 5K-32A
2	SIMPLEX STRAINER	2			60MESH, 5K-32A
1	PUMP	2 ^s			0.3m ³ /Hr×0.4kW

符号 ITEM	部 品 名 NAME OF PART	材 料 MATERIAL	個 数 NO.	予 備 SPARE	単 重 量 WEIGHT kg.	備 考 REMARKS
求 購 名 稱 CAREER NAME		法 文 主 體 MESSRS				
名 稱 NAME		KEMEL - AIR SEAL OIL PRESSURE UNIT				
製 訂 日 期 DATE	縮 尺 SCALE	製 圖 重 量 WEIGHT	檢 查 人 CHECKED	製 圖 人 DRAWN		
2015.10.01			I. MATSUOKA	M. KOBAYASHI	M. KOBAYASHI	
製 圖 序 列 號 SERIAL NO.		X-32443				
製 圖 號 S. NO.		DAEWOO S. NO. 2205				
製 圖 號 DWG. NO.		OU-001-2-F-S				

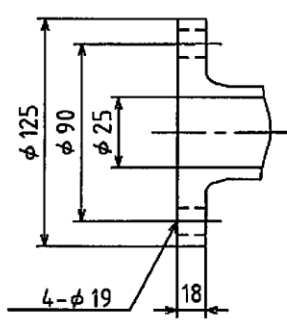
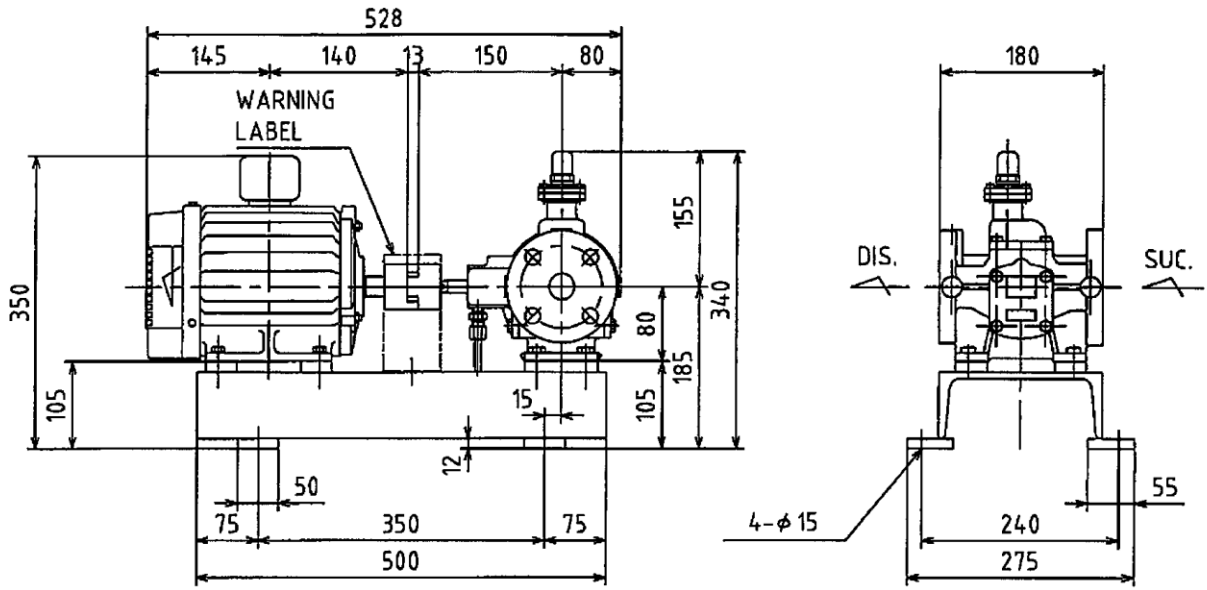
NOTE)

- PUMP UNIT IS TO BE INSTALLED ON FLAT FLOOR HORIZONTALLY.
- ALL PIPE CONNECTED PART TO BE SCREWED TYPE.

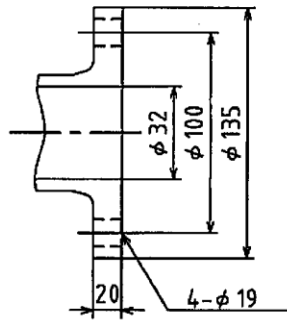


INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS A PROPERTY OF EAGLE INDUSTRY CO., LTD. THE DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED BY COPYING OR ANY OTHER FORMS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF THE OWNER.

KEMEL KEMEL COMPANY
a division of EAGLE INDUSTRY CO., LTD.



DIS. FLANGE
JIS 10K-25A



SUC. FLANGE
JIS 10K-32A
WITH COMPANION FLANGE 25A

CLASS : ABS/LR/DNV

GAUGE PIPE IS COPPER

ITEMS		
BORE DISCHARGE	mm	25
BORE SUCTION	mm	32(25)
DISCHARGE PRESSURE(G)	MPa	0.15
SUCTION PRESSURE(G)	MPa	-0.05
TOTAL PRESSURE	MPa	0.20
CAPACITY	m ³ /h	0.3
RELIEF V/V SET PRESSURE(G)	MPa	0.17
PUMPING LIQUID	L.O.	
MOTOR OUTPUT	kW	0.4
MOTOR VOLTAGE	V	440
MOTOR FREQUENCY	Hz	60
MOTOR NO. OF REVOLUTION	r/min	1200
GUARANT. VIS. FOR POWER	mm ² /s	1000
GUARANT. VIS. FOR CAPACITY	mm ² /s	26
HYDRAULIC TEST(G)	MPa	0.60

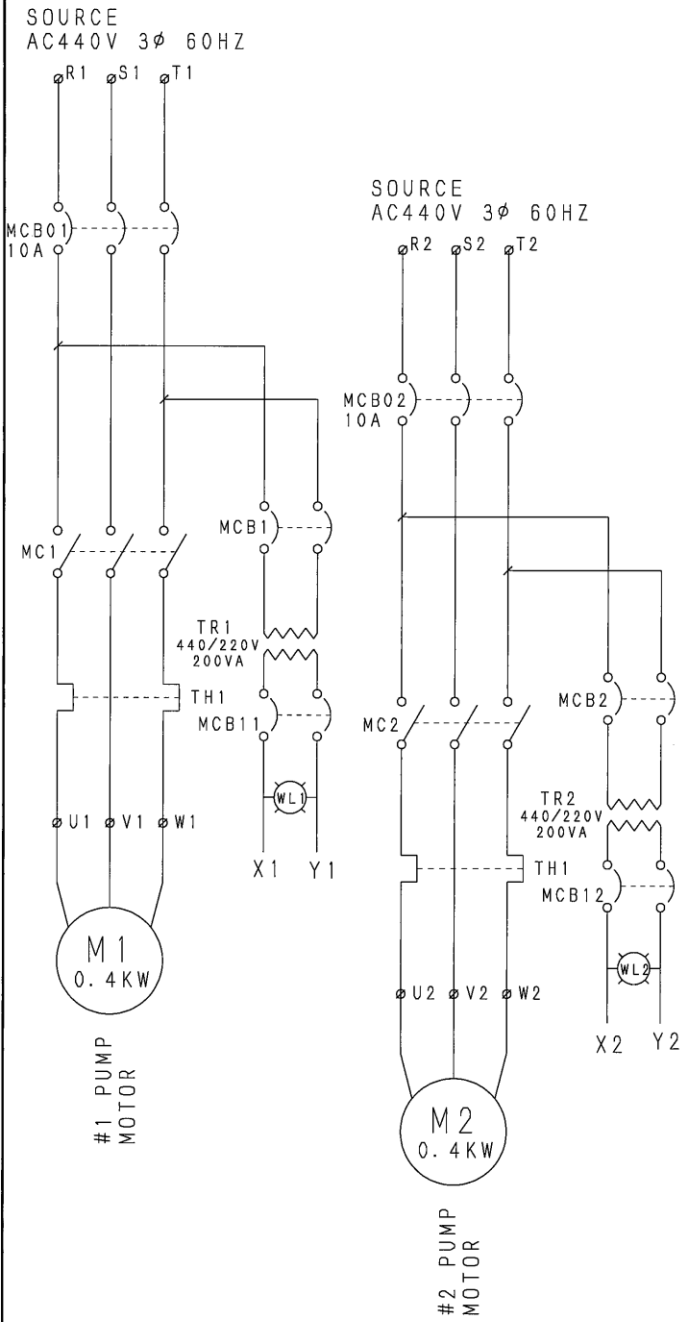
FITTING(1PUMP)	
NAME OF PART	Q'TY
PRESS. GAUGE(0~0.6MPa)	1
COMP. GAUGE(0.4MPa~-0.1MPa)	1
GAUGE JOINT	2
GAUGE ROOT VALVE	2
AIR VENT VALVE	1
GAUGE BOARD	1
COUPLING	1
COMMON BASE	1
SAFETY COVER	1
COMPANION FLANGE	EACH 1

NHG-0.3M FC G3190H211A1

MASS	PUMP	8kg	MOTOR	17kg	BASE	14kg	DIMENSION:mm	⊕
SERVICE	NO.1,NO.2 FWD. S/T L. O. PUMP						Q'TY	1SHIP 2 SETS
MODEL	NHG-0.3M							
DRAWING NO.	H0001A2E9913							

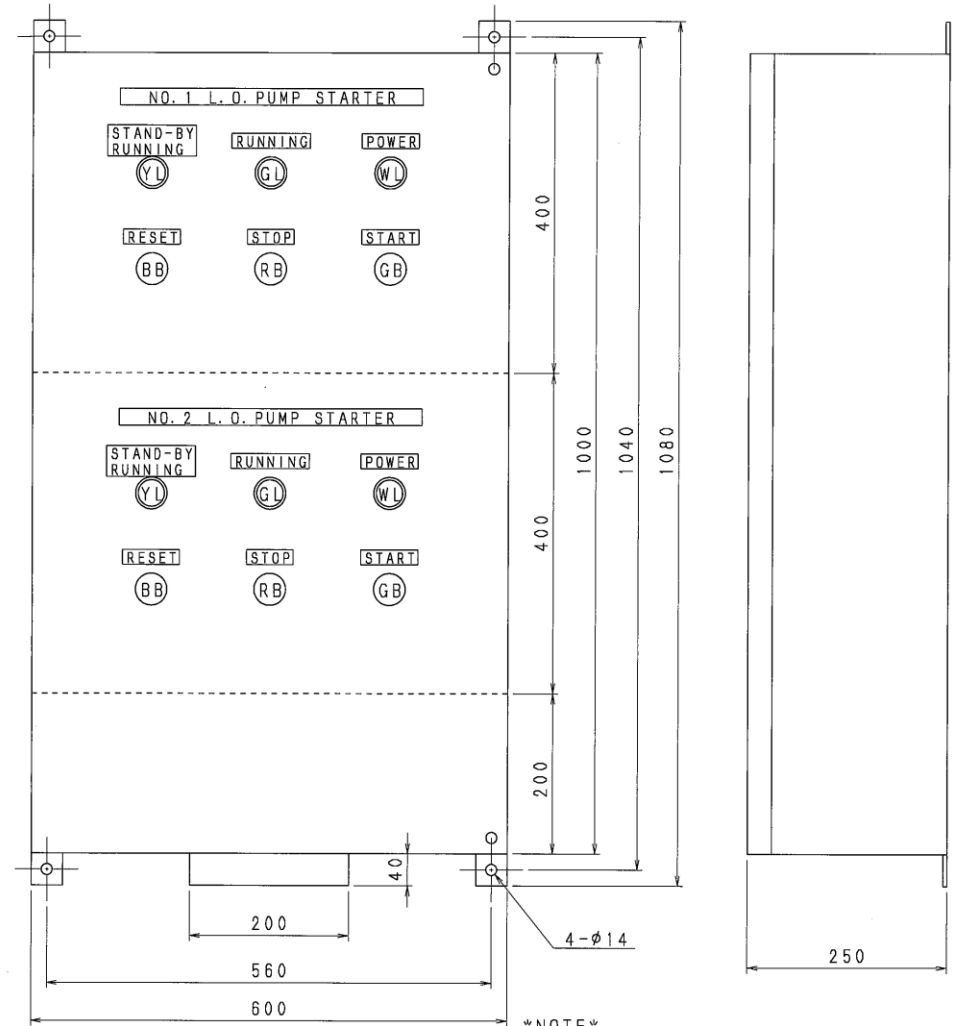
TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO.,LTD.

KEMEL NO. A4TX0SXXX073



AC440V 3φ 60Hz	R1
	S1
	T1
#1 PUMP	U1
	V1
	W1
AC440V 3φ 60Hz	R2
	S2
	T2
#2 PUMP	U2
	V2
	W2
NORMAL OPEN	DPS1
(CONNECT TO DP SWITCH)	DPS2
NORMAL OPEN	120
#1 PUMP RUNNING	121
NORMAL CLOSE	122
#2 STAND-BY PUMP RUNNING	123
NORMAL OPEN	220
#2 PUMP RUNNING	221
NORMAL CLOSE	222
#1 STAND-BY PUMP RUNNING	223

TERMINAL

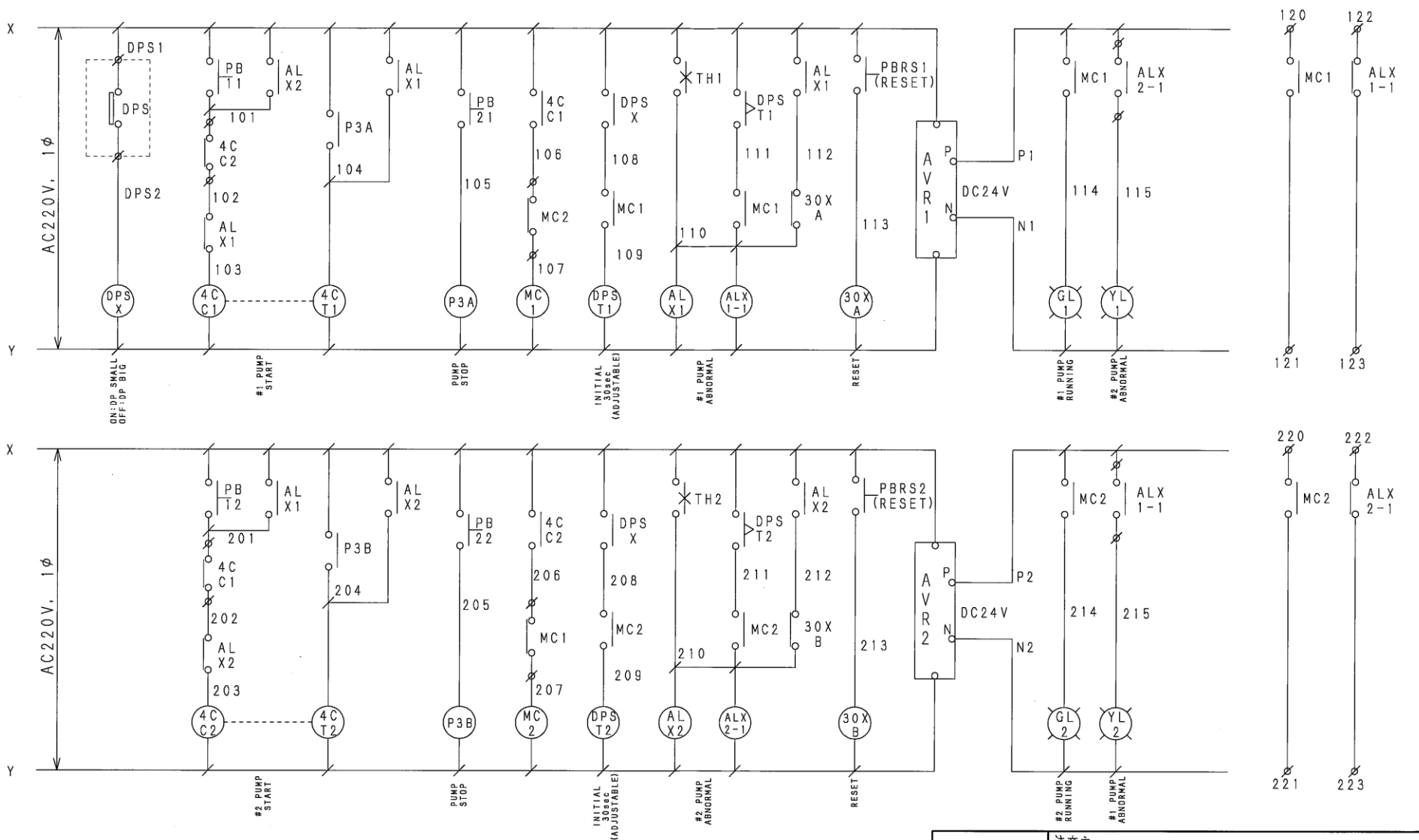


NOTE
1. PAINT COLOR : MUNSEL 7.5 BG 7/2
2. IP GLADE : IP44

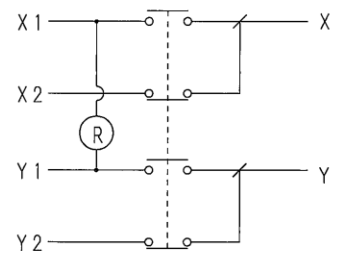
来歴 CAREER	注文主 MESSRS		
	名称 NAME PUMP STARTER PANEL (CONVERSION STOCK)		
DR. DATE 2014. 10. 08	DR. SCALE -	DR. WEIGHT 35Kg	DR. APPROVED J. MATSUOKA
		DR. CHECKED M. KOBAYASHI	DR. DRAWN M. KOBAYASHI
		SERIAL NO. X-32443	
		DR. S. NAME DAEWOO	
		S. NO. 2205	
		DR. (MARK) Dwg. NO. PS-001-2-S	

INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS A PROPERTY OF EAGLE INDUSTRY CO., LTD. THE DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED BY COPYING OR ANY OTHER FORMS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF THE OWNER.





NOTE:
 120-121 #1 PUMP RUNNING SIGNAL
 122-123 #2 STAND-BY PUMP RUNNING SIGNAL
 220-221 #2 PUMP RUNNING SIGNAL
 222-223 #1 STAND-BY PUMP RUNNING SIGNAL



INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS A PROPERTY OF EAGLE INDUSTRY CO., LTD. THE DRAWING MAY NOT BE REPRODUCED BY COPYING OR ANY OTHER FORMS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF THE OWNER.

来歴 CAREER	注文主 MESSRS				
	名称 NAME CIRCUIT DIAGRAM FOR PUMP STARTER PANEL (CONVERSION STOCK)				
DR. DATE 2014. 10. 08	DR. SCALE -	DR. WEIGHT 35Kg	DR. APPROVED I. MATSUOKA	DR. CHECKED M. KOBAYASHI	DR. DRAWN M. KOBAYASHI
2014. 10. 08			SERIAL NO. X-32443		
KEMEL COMPANY a division of EAGLE INDUSTRY CO., LTD.			NO. S. NAME DAEWOO S. NO. 2205		
			DR. (DRAW) Dwg. NO. PS-002-2-S		

3. ANEXO III: Seguimiento diario sello de aire

RECORD FORM – KEMEL Air Seal System

yy _____ mm _____

M/V _____

Date	AFT Draft (M)	Air Control Unit											Drain Collection Unit (10L)				S/T L.O. Tank Unit		Oil Pressure Unit			Oil level FWD seal Tk (L)	M/E rpm	S/T B'rg Temp. (Deg. C)	Remark	
		P1	P2	P3	P4	P5	DP	F1	F2	FM1	C1	C1	Pd	FC	Level gauge		Level gauge	Ps/t	SUC.	DISC.	in Use					
		Air source press. (MPa)	Reg. air press. Main (MPa)	Reg. air press. Sub (MPa)	Blow air press. (MPa)	TU line air press. (MPa)	Diff. air press. (MPa)	Air filter	Oil mist filter	Air flow meter (L/min.)	Change lever	Change lever	Air press. (MPa)	Air flow control	Liquid in tank	Level from Tk bottom (cm)	Level from Tk bottom (cm)	S/T oil press. (MPa)	Oil press. (MPa)	Oil press. (MPa)						
1	10.4	0.7	0.3	0	0.11	0.1	0.01	Clean	Clean	40	Main	Main	0.09	flow	empty	0	43	0.11	0.11	0.17	#1	7	0	32	Sample	
2								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
3								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
4								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
5								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
6								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
7								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
8								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
9								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
10								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
.								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
.								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
.								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				
								Clean/Dirty	Clean/Dirty		Main/Sub	Main/Sub		flow/no	empty/oil/sw							#1/#2				

1. Recording intervals; Once a day
2. P4, P5, Pd & Ps/t pressures automatically follow change of water pressure from the draft.
3. Clean filters in case of pressure rise in DP gauge.
4. Clean pump strainers in case of suction pressure drop on Oil Pressure Unit.
5. Put air vent pipe of FC in a water cup to check air flowing at Drain Collection Unit.
6. Use this form in operating the system while the vessel at sea, at berth or in sea trials.

Initial Setting

Symbol	Standard setting
DP	Green range (less than 0.1MPa)
FM1	40 or 50 Liter/min. ***
P1	More than 0.4MPa
P2	0.25 - 0.35MPa on MAIN, 0MPa on SUB ***
P3	0MPa on MAIN, 0.25 - 0.35MPa on SUB ***

*** Check settings in Finished Plan – Piping Diagram Fig. 1.

Height of shaft centerline above keel (m)	
---	--

Calculation of differential pressure at shaft centerline

Check point 1.		Symbol	Value	Remark	Example
Gauge height above shaft C/L (m)		h		Ps/t gauge	1.5
Head pressure (MPa) Ps/t *		Hp		Gauge height x 0.009	0.0135
* Fill (-) minus value in case the gauge located below shaft level.					
Check point 2.		Symbol	MPa	Remark	Example
Stem tube oil pressure		Ps/t		Variable by draft. Pd shows	0.11
Press. in Drain Collection Unit		Pd		nearly draft pressure.	0.09
Differential Pressure Ps/t - Pd		Δ P		-	0.02
Head pressure Ps/t *		Hp		by calculation	0.0135
Differential pressure compensated		Δ P + Hp		0.03-0.05MPa range	0.0335

4. ANEXO IV: Inventario de aceite 2017, características del aceite



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**January
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	21190 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2060 lts
	Subtotal	51750 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7132 lts
Lub Oil T/G; Turboaries 32	In storage tanks	10400 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	4224 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6254 lts
	Subtotal	31860 lts
	TOTAL	83610 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	499 kgs
---------	------------------	---------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**FEBRUARY
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68
Lub Oil M/T; Turboaries 68
Lub Oil M/T; Turboaries 68

MT Sump tank	21410 lts
MT Gravity tank	28500 lts
Stern tube Sump tank	2110 lts
Subtotal	52020 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68
Lub Oil T/G; Preslia
Lub Oil A/E; Aurelia 4020
Other Lube Oils
Hydraulic Oils

In storage tanks	7132 lts
In storage tanks	10395 lts
In storage tanks	3850 lts
In drums & storage tanks	4194 lts
In drums & storage tanks	6222 lts
Subtotal	31793 lts
TOTAL	83813 lts

GREASES:

Greases

In Drums & Pails	477 kgs
------------------	---------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**MARCH
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68
Lub Oil M/T; Turboaries 68
Lub Oil M/T; Turboaries 68

MT Sump tank	21410 lts
MT Gravity tank	28500 lts
Stern tube Sump tank	2100 lts
Subtotal	52010 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68
Lub Oil T/G; Preslia
Lub Oil A/E; Aurelia 4020
Other Lube Oils
Hydraulic Oils

In storage tanks	7132 lts
In storage tanks	10395 lts
In storage tanks	3850 lts
In drums & storage tanks	4149 lts
In drums & storage tanks	6092 lts
Subtotal	31618 lts
TOTAL	83628 lts

GREASES:

Greases

In Drums & Pails	441 kgs
------------------	---------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**APRIL
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	21020 Its
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 Its
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2000 Its
	Subtotal	51520 Its

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7132 Its
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10395 Its
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 Its
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	4109 Its
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	5862 Its
	Subtotal	31348 Its
	TOTAL	82868 Its

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	420 kgs
---------	------------------	---------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**MAY
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	20030 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	1960 lts
	Subtotal	50490 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7132 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	4069 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	5800 lts
	Subtotal	31101 lts
	TOTAL	81591 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	414 kgs
---------	------------------	---------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**JUNE
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	20410 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	1910 lts
	Subtotal	50820 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	9132 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	4019,5 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6600 lts
	Subtotal	33851,5 lts
	TOTAL	84671,5 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	1262 kgs
---------	------------------	----------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**JULY
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	20410 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	1910 lts
	Subtotal	50820 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	9112 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	3991,5 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6600 lts
	Subtotal	33803,5 lts
	TOTAL	84623,5 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	1202 kgs
---------	------------------	----------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**AUGUST
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	21020 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2460 lts
	Subtotal	51980 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	9112 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	3991 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6039 lts
	Subtotal	33242 lts
	TOTAL	85222 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	1030 kgs
---------	------------------	----------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**SEPTEMBER
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	22190 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2460 lts
	Subtotal	53150 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7112 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	3991 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6039 lts
	Subtotal	31242 lts
	TOTAL	84392 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	1018 kgs
---------	------------------	----------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**OCTOBER
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	22190 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2460 lts
	Subtotal	53150 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7112 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	3934 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6039 lts
	Subtotal	31185 lts
	TOTAL	84335 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	1018 kgs
---------	------------------	----------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**NOVEMBER
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	22190 Its
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 Its
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2460 Its
	Subtotal	53150 Its

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7112 Its
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10250 Its
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 Its
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	3934 Its
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6039 Its
	Subtotal	31185 Its
	TOTAL	84335 Its

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	965 kgs
---------	------------------	---------

Chief Eng.



Naviera Teekay Gas, S.L.

LNG/C HISPANIA SPIRIT

**DECEMBER
2017**

HFO ROB's:

HSFO:	MT
LSFO:	MT
LSGO:	MT

LUBE OIL in main systems:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Sump tank	22190 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	MT Gravity tank	28500 lts
Lub Oil M/T; Turboaries 68	Stern tube Sump tank	2410 lts
	Subtotal	53100 lts

LUBE OILS ROB's:

Lub Oil M/T; Turboaries 68	In storage tanks	7112 lts
Lub Oil T/G; Preslia	In storage tanks	10175 lts
Lub Oil A/E; Aurelia 4020	In storage tanks	3850 lts
Other Lube Oils	In drums & storage tanks	3914 lts
Hydraulic Oils	In drums & storage tanks	6009 lts
	Subtotal	31060 lts
	TOTAL	84160 lts

GREASES:

Greases	In Drums & Pails	965 kgs
---------	------------------	---------

Chief Eng.



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: *January*

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	90.241	90.241	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	92.930	92.930	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	79.602	79.602	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	118.048	118.048	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	59.374	3.280	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	57.468	1.376	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	54.363	54.363	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	55.805	55.805	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1.542	1.542	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	80,7	1,4	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3.480	3.480	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4.040	4.040	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	127	127	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	269	269	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	613	613	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1687	1.687	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	118.691	118.691	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	120.009	120.009	120
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1.300	1.300	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2.135	2.135	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2.323	2.323	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	45.974	45.974	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	39.457	39.457	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: February

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	90957	90957	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	93236	93263	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	80066	80066	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	118778	118778	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	59612	0	16
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	57955	1863	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	54718	54718	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	56174	56174	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1548	1548	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	81	1,7	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3483	3483	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4041	4041	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	127	127	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	272	272	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	614	614	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1687	1687	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	119420	119420	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	120726	120726	30
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1301	1301	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2135	2135	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2323	2323	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	45974	45974	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	39610	39610	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: *March*

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	91644	91644	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	93867	93867	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	80688	80688	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	119523	119523	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	59855	243	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	58458	0	16
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	5515	5515	60
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	56548	56548	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1568	1568	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	81,7	0,7	30
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3495	3495	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4051	4051	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	127	127	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	273	273	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	616	616	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1688	1688	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	120162	120162	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	121378	121378	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1312	1312	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2323	2323	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	45974	45974	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	40036	40036	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: April

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	92203	92203	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	94348	94348	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	81245	81245	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	120258	120258	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	60494	882	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	58458	0	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	55648	55648	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	56737	56737	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1577	1577	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40	32	81,8	0,8	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3517	3517	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4065	4065	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	273	273	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	622	622	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1694	1694	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	120891	120891	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	122106	122106	200
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1324	1324	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2341	2341	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	45974	45974	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	40431	40431	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: *May*

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	92858	92858	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	95109	95109	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	81494	81494	145
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	121019	121019	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	61255	1643	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	58458	0	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	56149	56149	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	56992	56992	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1578	1578	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	81,9	0,9	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3534	3534	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4079	4079	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	275	275	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	626	626	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1695	1695	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	121649	121649	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	122863	122863	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1335	1335	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2356	2356	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46000	46000	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	41144	41144	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: June

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	93573	93573	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	95852	95852	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	81697	81697	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	121770	121770	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	61321	1709	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	59142	684	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	56564	56564	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	57357	57357	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1579	1579	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	82,2	1,2	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3544	3544	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4087	4087	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	127	127	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	276	276	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	632	632	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1698	1698	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	122400	122400	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	123613	123613	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1363	1363	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2356	2356	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46244	46244	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	41650	41650	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: July

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	94228	94228	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	96462	96462	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	82210	82210	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	122498	122498	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	61321	0	16
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	59870	1412	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	56871	56871	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	57866	57866	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1581	1581	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	82,4	0,1	27
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3553	3553	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4095	4095	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	127	127	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	276	276	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	633	633	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1699	1699	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	123126	123126	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	124339	124339	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1377	1377	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2376	2376	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46285	46285	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	42303	42303	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: August

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	94879	94879	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	97217	97217	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	82664	82664	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	123252	123252	600
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	61322	0	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	60624	2166	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	57286	57286	60
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	58388	58388	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1583	1583	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	82,5	0,2	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3571	3571	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4108	4108	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	283	283	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	635	635	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1702	1702	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	123877	123877	200
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	125089	125089	130
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1390	1390	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2392	2392	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46286	46286	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	42971	42971	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: *September*

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	95470	95470	2000
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	97686	97686	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	83160	83160	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	123986	123986	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	62006	684	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	60673	0	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	57554	57554	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	58895	58895	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1583	1583	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	83,1	0,8	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3585	3585	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4122	4122	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	284	284	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	640	640	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1707	1707	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	124603	124603	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	125820	125820	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1400	1400	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2392	2392	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46286	46286	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	43472	43472	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: *October*

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	96003	96003	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	98286	98286	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	83403	83403	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	124742	124742	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	62421	1099	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	60937	264	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	57800	57800	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	59312	59312	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1584	1584	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40	32	85,5	3,2	5
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3603	3603	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4131	4131	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	285	285	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	643	643	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1783	1783	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	125348	125348	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	126565	126565	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1407	1407	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2408	2408	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46286	46286	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	44045	44045	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: *November*

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	96632	96632	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	98920	98920	
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	83896	83896	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	125477	125477	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	62453	1131	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	61639	966	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	58516	58516	
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	59350	59350	
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1585	1585	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40	32	85,6	3,3	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3626	3626	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4146	4146	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	292	292	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	647	647	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1784	1784	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	126081	126081	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	127293	127293	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1420	1420	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2426	2426	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46286	46286	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	44776	44776	



LNG/C: "HISPANIA SPIRIT"

Naviera Teekay Gas, S.L.

Month: December

2017

MONTHLY LUBE OIL STATEMENT

Machinery	Lub Oil type and grade in use	Lub Oil quantity in the system	Machinery running hours	Lub Oil running hours	Lub Oil added to system
MAIN TURBINE & REDUCTION GEAR	TURBINE T 68	50960	97264	97264	
TURBO GENERATOR # 1	TURBELF SA 32	1200	99440	99440	75
TURBO GENERATOR # 2	TURBELF SA 32	1200	84612	84612	
STERN TUBE LUBE OIL	TURBINE T 68	5827	126233	126233	
MAIN FEED WATER PUMP # 1	TURBINE T 68	16	63209	1887	
MAIN FEED WATER PUMP # 2	TURBINE T 68	16	61639	966	
STEERING GEAR # 1	VISGA 68	1200	58893	58893	5
STEERING GEAR # 2	VISGA 68	1200	59768	59768	25
DIESEL GENERATOR ENGINE	AURELIA 4020	3500	1590	1590	
EMERGENCY DIESEL GENERATOR	DISOLA W (15W40)	32	85,9	3,6	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK FWD	VISGA 32	3650	3641	3641	
MOORING HYDRAULIC POWER PACK AFT	VISGA 32	3650	4158	4158	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 1	VISGA 32	800	128	128	
CRANE CARGO HOSE HANDLING # 2	VISGA 32	800	292	292	
CRANE PROVISION STBD	VISGA 32	800	654	654	
CRANE PROVISION PORT	VISGA 32	800	1789	1789	
CARGO VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	126834	126834	
BALLAST VALVES HYDRAULIC POWER PACK	VISGA 15	4360	128048	128048	
BOW THRUSTER GEAR BOX	Epona Z-68	1022	1439	1439	
HD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	2160	2160	
HD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	2440	2440	
LD LNG COMPRESSOR # 1	VISGA 46	400	46286	46286	
LD LNG COMPRESSOR # 2	VISGA 46	400	45531	45531	



Shell Turbo Oil T 68

Lubricante de última generación para turbinas de gas y vapor

Los aceites Shell Turbo T han sido considerados como el aceite de turbina industrial estándar. Sobre la base de esta reputación, Shell Turbo T han sido desarrollados para ofrecer un mejor rendimiento capaz de satisfacer las exigencias los más modernos sistemas de turbinas de vapor y turbinas de gas industriales de servicio liviano, que no requieren una mayor protección contra el desgaste de la caja reductora. Están elaborados con aceites básicos hidrotratados de alta calidad y en combinación con aditivos libres de zinc que le confieren una elevada estabilidad a la oxidación, protección contra la herrumbre y corrosión, excelente demulsibilidad y resistencia a la formación de espuma.

DESIGNED TO MEET CHALLENGES

Características y Ventajas

- **Extraordinaria resistencia a la oxidación**
La utilización de aceites base inherentemente estables a la oxidación junto a un efectivo paquete de aditivos de inhibición, ofrece una alta resistencia a la degradación oxidativa. El resultado es la prolongación de la vida útil del lubricante, minimizando la formación de ácidos corrosivos, depósitos y lodos, lo que deriva en un ahorro de costes operativos.
- **Alta resistencia a la formación de espuma y rápida liberación del aire**
Los aceites Shell Turbo T están formulados con aditivos antiespumantes, que controlan la formación de espuma. Esta característica aunada con una rápida liberación del aire, reduce la incidencia de problemas operativos como, cavitación de bombas, desgaste excesivo y oxidación prematura, proporcionándole mayor fiabilidad al sistema.
- **Magníficas propiedades de separación del agua**
Su robusta demulsibilidad le permite controlar el exceso de agua, común en las turbinas de vapor, que puede evacuarse fácilmente del sistema de lubricación, minimizando la corrosión y el desgaste prematuro, disminuyendo así el riesgo de paradas imprevistas.
- **Excelente protección contra la herrumbre y la corrosión**
Previene la formación de herrumbre y protege contra la corrosión, protegiendo al equipo contra la exposición a la humedad o el agua durante la operación y las paradas, minimizando el mantenimiento.

Aplicaciones Principales

Los aceites Shell Turbo T están disponibles en los grados ISO 32, 46, 68 y 100, siendo idóneos en las siguientes aplicaciones:

- Turbinas industriales de vapor y de gas en servicio liviano que no requieran de un rendimiento antidesgaste mejorado para los rodamientos del eje principal y los engranajes de sincronismo de la turbina
- Lubricación de turbinas hidroeléctricas
- Numerosas aplicaciones que requieran una fuerte resistencia a la corrosión y a la oxidación
- Turbo compresores dinámicos axiales y centrífugos, así como bombas donde se recomienda emplear un aceite de turbina o del tipo R&O

Especificaciones, Aprobaciones y Recomendaciones

- Alstom Power Turbo-Systems HTGD 90-117
- MAG IAS, LLC (formalmente Cincinnati Machine): P-54
- Man Turbo SP 079984 D0000 E99
- General Electric GEK 281 43b – Tipo III
- DIN 51515-1 TD
- ISO 8068, L-TSA, L-TGA y L-THA
- JIS K 2213: 2006 Tipo 2

- ASTM D4304, Tipo I
- GB11120-2011, L-TSA y L-TGA
- Indian Standard IS 1012:2002
- Andritz Hydro
- Turbo Compresores Siemens (espec. 800 037 98)

Para obtener un listado completo de aprobaciones y recomendaciones de equipos, por favor consulte al Servicio Técnico de Shell.

Características Físicas Típicas

Properties			Method	Turbo T 68
Viscosidad Cinemática	@40°C	cSt	ASTM D445	68.0
Viscosidad Cinemática	@100°C	cSt	ASTM D445	8.95
Índice de viscosidad			ASTM D2270	105
Color			ASTM D1500	1 0.5
Densidad		g/mL	ASTM D4052	0.8711
Punto de congelación		°C	ASTM D97	<-24
Punto de inflamación (COC)		°C	ASTM D92	>240
Número ácido total (TAN)		mg KOH/g	ASTM D974	0.10
Liberación del aire		min	ASTM D3427	5
Demulsibilidad (Agua)		min	ASTM D1401	20
Ensayo de resistencia a la corrosión			ASTM D6658	Pasa
Ensayo de estabilidad a la oxidación - TOST		hrs	ASTM D943	7,000+
Ensayo de estabilidad a la oxidación - RPVOT		min	ASTM D2272	600

Estas propiedades se refieren a características físicas medias. Las características de cada producción se adaptarán a las especificaciones de Shell, por lo que pueden existir ligeras variaciones con respecto a los valores indicados.

Seguridad, Higiene y Medioambiente

· Salud y Seguridad

Shell Turbo T 68 no presenta riesgo para la salud cuando es usado en las aplicaciones recomendadas y se observan los niveles adecuados de higiene personal e industrial.

Evitar el contacto con la piel. Use guantes impermeables al manipular aceite usado. Después del contacto con la piel, lavar inmediatamente con agua y jabón.

Puede encontrar más información relativa a seguridad e higiene del producto en su correspondiente Ficha de Seguridad e Higiene, disponible en <http://www.epc.shell.com/>

· Proteja el medioambiente

Lleve el aceite usado a un punto de recogida autorizado. No lo vierta en desagües, suelos o agua.

Información Adicional

· Consejo

Para aplicaciones no contenidas en esta publicación, consulte con su representante Shell