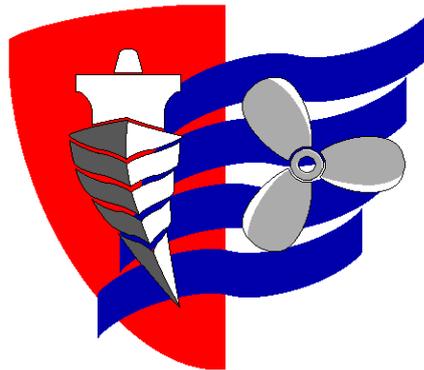


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Máster***

**APLICACIÓN DEL CÓDIGO SFI A LA  
MAQUINARIA PRINCIPAL DEL BUQUE  
KATTEGAT**

**APPLICATION OF SFI CODE TO KATTEGAT  
VESSEL MAIN MACHINERY**

Para acceder al Título de Máster en

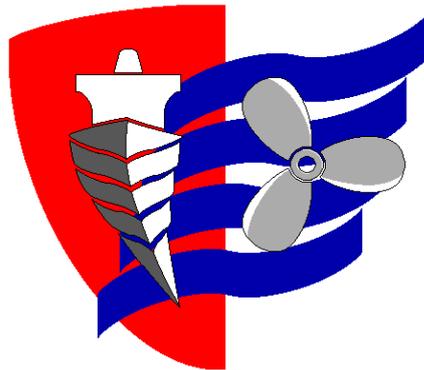
**INGENIERÍA MARINA**

Autor: Adil Allach El morabet

Directora: Belén Río Calonge

Diciembre – 2015

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Máster***

**APLICACIÓN DEL CÓDIGO SFI A LA  
MAQUINARIA PRINCIPAL DEL BUQUE  
KATTEGAT**

**APPLICATION OF SFI CODE TO KATTEGAT  
VESSEL MAIN MACHINERY**

Para acceder al Título de Máster en

**INGENIERÍA MARINA**

Diciembre – 2015

*A mis padres*

## ÍNDICE

1	Planteamiento del problema .....	8
1.1	Introducción .....	9
1.1.1	Título .....	9
1.1.2	Destinatario .....	9
1.1.3	Justificación.....	9
1.1.4	Objetivos del proyecto.....	10
1.2	Antecedentes.....	10
2	Metodología .....	12
2.1	Método de numeración .....	13
2.2	Numeración de planos y documentos.....	14
2.3	Grupos principales.....	15
2.4	Descripción del buque .....	16
2.4.1	Disposicion general.....	16
2.4.2	Datos generales .....	19
2.4.3	Descripción de los equipos .....	20
2.4.3.1	Servicio de combustible.....	20
2.4.3.2	Sistema de refrigeración.....	23
2.4.3.3	Aceite de lubricación.....	23
2.4.3.4	Sistema de agua salada .....	25
2.4.3.5	Calderas de aceite térmico .....	25
2.4.3.6	El sistema sprinkler.....	26
2.4.3.7	Sistema de aire comprimido .....	27
3	Desarrollo .....	29
3.1	Descripción de los sistemas a modificar.....	30
3.1.1	Código SFI detallado para la maquinaria principal.....	30

3.1.1.1	174 Aseos y desagües .....	31
3.1.1.2	218 Secciones de la bocina .....	31
3.1.1.3	582 Sistemas de descarga sanitarias, sistemas de drenaje en alojamientos .....	32
3.1.1.4	582001 Sistema sanitario de descarga.....	32
3.1.1.5	648 Calefacción central y calderas de aceite térmico.....	32
3.1.1.6	701 Trasiego de combustible y sistema de drenaje.....	32
3.1.1.7	703 Sistema de suministro del combustible.....	33
3.1.1.8	712 Sistemas de combustible .....	33
3.1.1.9	721 Sistemas de agua salada de refrigeración.....	33
3.1.1.10	722 agua dulce y otros sistemas de refrigeración.....	34
3.1.1.11	731 Sistemas de aire de arranque (ALTA presión) .....	34
3.1.1.12	813 Sistemas de contra incendios, Bombas contra incendios de emergencia, sistema sprinkler.....	35
3.1.1.13	814 Sistemas de lucha contra incendios para fuegos externos	35
3.1.1.14	815 Fire fighting systems W/GAS (CO <sub>2</sub> , Halon, etc) .....	35
3.2	Modificación de los planos según SFI. ....	36
3.2.1	Sistema de aire comprimido .....	36
3.2.2	Sistema de calefacción central.....	38
3.2.3	Sistema drencher de cubierta .....	41
3.2.4	Sala de CO <sub>2</sub> .....	44
3.2.5	Sistema sprinkler en acomodaciones.....	45
3.2.6	Sistema de refrigeración de alta.....	48
3.2.7	Aceite térmico .....	50
3.2.8	Sistema sanitario de descarga .....	52
3.2.9	Sistema de agua salada.....	54

3.2.10	Sistema de combustible .....	57
3.2.11	Sistema de lubricación .....	58
3.2.12	Estación de repostaje .....	60
3.2.13	Plano de la bocina .....	62
3.2.14	Sanitarios .....	64
4	Conclusiones .....	66
5	Bibliografía.....	68

## **RESUMEN, PALABRAS CLAVE Y LISTA DE ABREVIATURAS**

**SFI** es el sistema de clasificación más utilizado para la industria marítima y offshore en todo el mundo, Es una norma internacional que proporciona una gran subdivisión funcional de la información técnica y financiera del buque o plataforma.

SFI cuenta con una estructura técnica que cubre todos los aspectos de la especificación del buque, y puede ser utilizado como una norma básica para todos los sistemas del barco.

Más de 6.000 sistemas de SFI se han instalado en todo el mundo.

SFI está siendo utilizado por sociedades de clasificación, buques, offshore y autoridades.

### **ABSTRACT**

SFI System is the most used classification system for the maritime and offshore industry worldwide. It is an international standard which provides a highly functional subdivision of technical and financial ship or rig information. SFI consists of a technical account structure covering all aspects of ship/rig specification, and it can be used as a basic standard for all systems in the shipping/offshore industry.

More than 6000 SFI systems have been installed all over the world.

SFI is being used by shipping and offshore companies, yards, consultancies, software suppliers, authorities and classification societies

### **PALABRAS CLAVE**

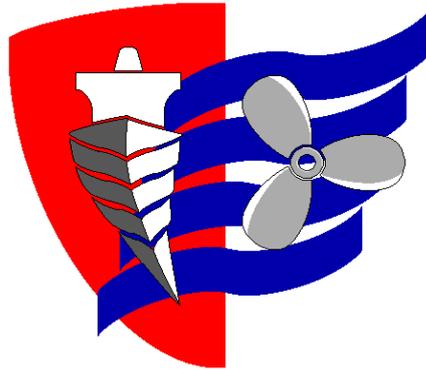
SFI Code, Buque Kattegat, Maquinaria principal Kattegat.

### **ABREVIATURAS**

SFI: The Norwegian ship Research Institute

Forskningsdrevet Innovasjon (SFI)

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

### 1.1.1 TÍTULO

Aplicación del código SFI a la maquinaria principal del buque KATTEGAT.

### 1.1.2 DESTINATARIO

El destinatario del presente Proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentará como Trabajo Fin de Máster al objeto de obtener el título de Máster de Ingeniería Marina.

### 1.1.3 JUSTIFICACIÓN

SFI es un sistema de clasificación ampliamente utilizado para los buques, plataformas petrolíferas y otras estructuras marítimas.

El sistema SFI permite a sus usuarios dividir jerárquicamente los elementos dentro de una estructura marítima para una amplia gama de propósitos relacionados con el control de las operaciones de transporte marítimo, en alta mar o en la construcción naval.

Al dividir la nave en diferentes sistemas y subsistemas, el usuario (por ejemplo, una empresa del astillero o diseño de los buques) es capaz de realizar un seguimiento de los costos, los materiales, mantenimiento, información, etc., de cada aspecto funcional de un barco en detalle, ya que deben ser vistos en las siguientes secciones.

Para permitir ese tipo de división jerárquica, SFI introduce una estructura del código incluyendo el grupo, subgrupo y detalles del código, cada uno de ellos relacionado con un cierto grado de detalle o sistema de tamaño.

Por lo tanto, es posible llevar a cabo el control de todos los elementos dentro de una nave simplemente asociar este elemento a un código de 6 dígitos. La mayor parte de la estructura de SFI es estándar, lo que facilita el intercambio de información, el trabajo colaborativo y el diseño.

#### 1.1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es la adaptación de los planos de la maquinaria del Kattegat según la codificación SFI, más adelante explicaremos detalladamente en qué consiste este código de codificación. Esta codificación permitirá una mayor facilidad para el control y seguimiento de la documentación emitida.

### 1.2 ANTECEDENTES

SFI fue lanzado por primera vez en 1972 como el resultado de un proyecto de investigación realizada por el Instituto de Investigación: La nave de Noruega (SFI: Skipsteknisk Forskningsinstitut)

El sistema de codificación fue desarrollado por un grupo de constructores de buques y empresas navieras bajo el liderazgo de su asociación nacional de investigación sin fines de lucro.

Desde que fue adoptado por todos los miembros de la comunidad marítima noruega, tanto públicas como privadas, nadie utiliza otro sistema para la descomposición del barco.

El sistema SFI es un sistema de clasificación de la información técnica y coste del buque. Durante el ciclo de vida de un barco - desde el diseño conceptual hasta el diseño detallado y construcción hasta la operación y mantenimiento - toda la información debe ser intercambiada dentro de una organización y entre organizaciones.

Durante los años sesenta, la construcción naval noruega estaba en auge. Además, ya estaban utilizando el procesamiento electrónico de datos.

Los arquitectos navales, astilleros, armadores, los organismos reguladores y proveedores marinos estaban buscando un terreno común para la especificación de los planos, numeración y contabilidad de costes.

Los constructores de barcos noruegos tomaron la iniciativa, principalmente porque se estaban subcontratando entre sí, y pidió a su asociación nacional

de investigación para patrocinar un esfuerzo para desarrollar un sistema común desglose barco.

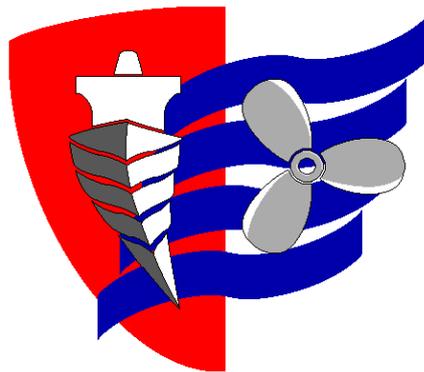
El sistema del grupo SFI era, por lo tanto, patrocinado por el Instituto de Investigación de la nave Noruega.

Los representantes de los astilleros eran de un amplio espectro de la industria con experiencia en la construcción de barcos de todos los tipos y tamaños.

Los criterios básicos para el diseño del Sistema de SFI Grupo fueron:

1. Que debe ser aplicable a todos los usuarios
2. Que debe ser aplicable a todos los tipos de barcos
3. Que debe ser simple y fácil de entender
4. Que debe ser capaz de expansión futura.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**2 METODOLOGÍA**

## 2.1 MÉTODO DE NUMERACIÓN

El código de numeración SFI divide al buque funcionalmente:

- Grupo Principal (Función Principal)
  - Grupo
    - Subgrupo
      - Código Detallado

**123 - 456**

**Código de 6 cifras (3 – 3).**

<u>XXX</u> - XXX	Función/Grupo Principal
X <u>XX</u> - XXX	Grupo
XX <u>X</u> - XXX	Subgrupo
XXX - <u>XXX</u>	Código de detalle (001-099)

El código de detalle de los sistemas se subdivide de la siguiente forma:

XXX – <u>00</u> n	– <u>Esquema</u> del Sistema
XXX – <u>10</u> n	– <u>Equipos</u> del Sistema
XXX – <u>20</u> n	– <u>Instrumentación</u> del Sistema
XXX – <u>30</u> n	– <u>Accesorios</u> del Sistema
XXX – <u>40</u> n	– <u>Accesorios</u> del Sistema
XXX – <u>5Z</u> n	– <u>Disposiciones</u> de Tubería del Sistema

Siendo Z, el número de la zona de armamento.

XXX – <u>80</u> n	– <u>Tanques</u> no estructurales del Sistema
XXX – <u>90</u> n	– <u>Polines</u> de los Equipos del Sistema - NO necesitan aprobación de Clase.

Nota: Los polines de clase tienen numeración propia.

**Ejemplo:**

*Plano Disposición General de Ánodos de Sacrificio en Casco y Timón*

Plano Nº **278-001**

278-001 *Función Principal* - **2** Casco (Aceros)

278-001 *Grupo* - **27** Protecciones de Material Exteriores

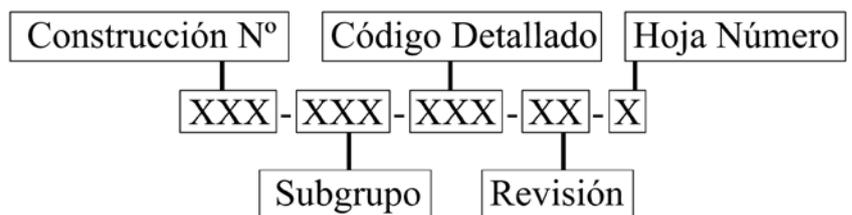
278-001 *Subgrupo* - **278** Protección Catódica Exterior y Antifouling

278-001 *Código Detallado* - **001** Disposición de Protección Catódica

**2.2 NUMERACIÓN DE PLANOS Y DOCUMENTOS**

Para la numeración de planos, se utilizará la numeración hasta el nivel de detalle del Subgrupo y Código Detallado.

**XXX-XXX-XXX-XX-XX** DESCRIPCION DEL PLANO



**Ejemplo:**

Plano

*Disposición de Maniobra y Elementos de Remolque*

*Construcción Nº 680*

*Revisión 02*

437-001 *Función Principal* - **4** Equipos del Buque

437-001 *Grupo* - **43** Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque

437-001 *Subgrupo* - **437** Equipamientos de Remolque

278-001 *Código Detallado* - **001** Disposición Elementos de Remolque

680.437.1.2.1 **DISPOSICIÓN ELEMENTOS DE REMOLQUE**

**2.3 GRUPOS PRINCIPALES**

**Gr. Principal. 1 GENERAL**

Detalles y costes generales. Disposición General, Planos de diseño general, Anteproyecto, Permiso de Fabricación, Especificaciones, Estabilidad, Garantías, Botadura...

**Gr. Principal. 2 CASCO – ACEROS**

Casco – Aceros, Superestructuras, Elementos-Armamento de Casco, Protecciones...

**Gr. Principal. 3 EQUIPOS DE CARGA**

Equipos, Maquinaria, Sistemas, etc. Relacionados con la Carga del Buque. Grúas, Escotillas, Sistemas de Carga/Descarga...

**Gr. Principal. 4 EQUIPOS DEL BUQUE**

Equipos, Mecanismos... que son específicos de los buques. Equipos de navegación, Equipos de maniobra y gobierno, Comunicaciones, Amarre, Fondeo, Equipos de Pesca, Equipos especiales, Offshore, Bélico.

**Gr. Principal. 5      HABILITACIÓN, EQUIPOS DE TRIPULACIÓN Y PASAJE**

Equipamientos, Sistemas... en Habilitación que sirven a la tripulación y pasaje. Equipos salvavidas, Aguas Sanitarias, Paños, Mobiliario, Ventilación,

**Gr. Principal. 6      COMPONENTES PRINCIPALES DE MÁQUINAS**

Componentes Primarios de la Sala de Máquinas, Maquinaria Propulsora, Hélices propulsoras, Auxiliares, Generadores, Calderas...

**Gr. Principal. 7      SISTEMAS PARA LA MÁQUINAS PRINCIPALES**

Sistemas que sirven primariamente a la maquinaria principal, Alimentación de combustible, Aceite lubricante, sistemas de automatización, sistemas de aire comprimido de arranque...

**Gr. Principal. 8      SISTEMAS DEL BUQUE**

Sistemas centrales del buque. Lastre, Sentinas, Baldeo y Contraincendios, Distribución Eléctrica...

**2.4 DESCRIPCIÓN DEL BUQUE**

**2.4.1 DISPOSICION GENERAL**

El buque consta de las siguientes cubiertas:

- Cubierta encima del puente / helipuerto

- Cubierta de puente
- 07 Cubierta de acomodación.
- Cubierta 1 y 2 sala de máquinas
- Cubierta 3, 4 y 5 Bodega de carga
- Plan de la máquina

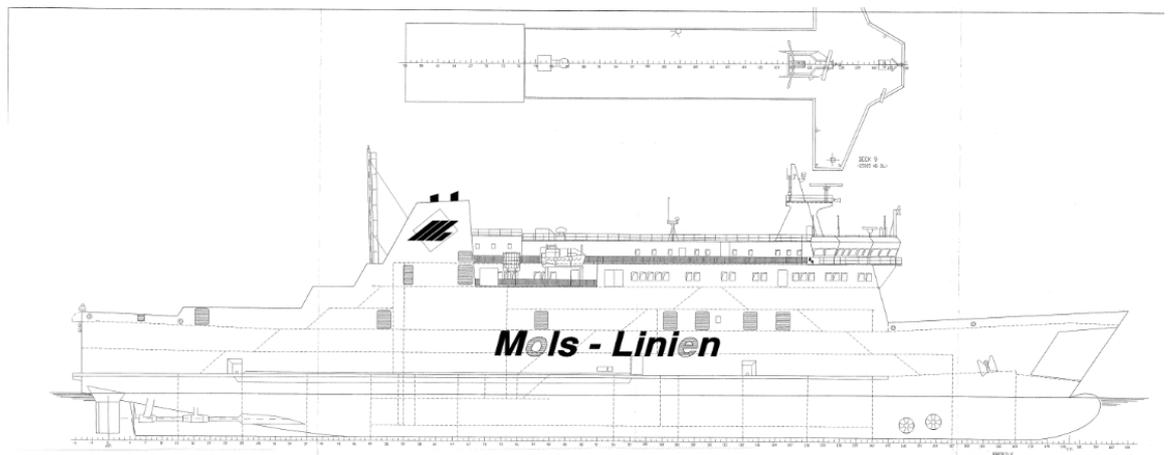


Figura 1: Plan transversal del buque.

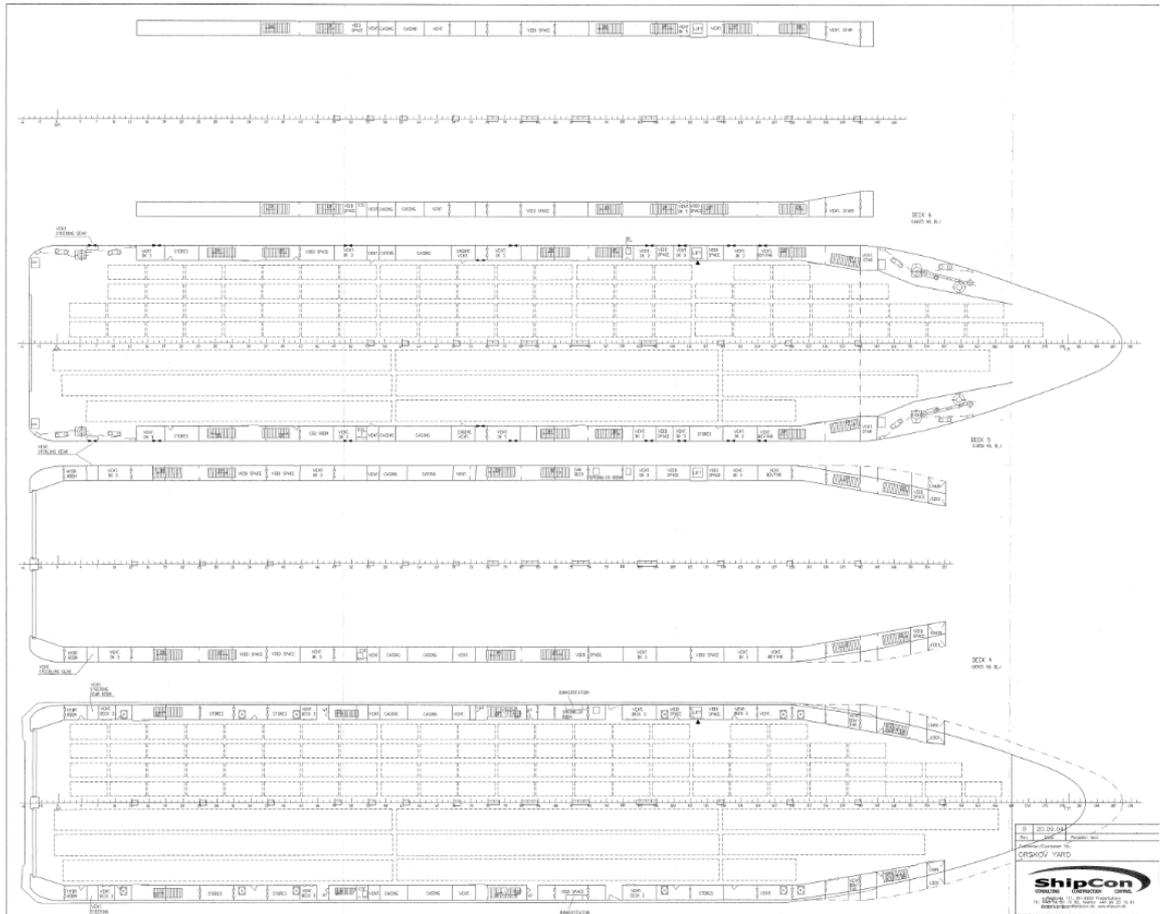


Figura 2: Disposición central

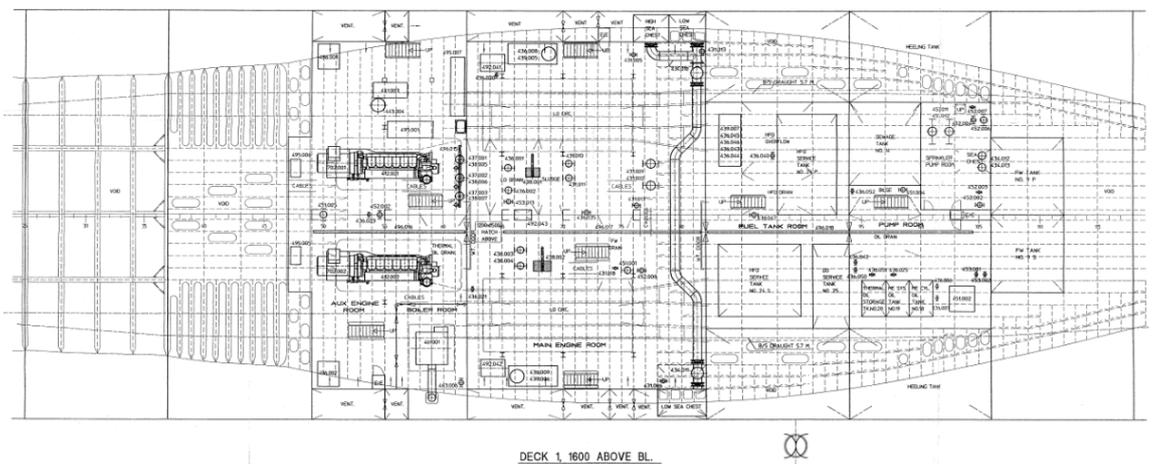


Figura 3: Disposición de la sala de máquinas

## 2.4.2 DATOS GENERALES

Nombre del barco.....Kattegat  
Call sign.....5BKX3  
IMO No. ....9112765  
Propietario.....FRS Group  
Gestor.....FRS Group  
Tipo.....RO-RO PAX  
Año de construcción..... 1996  
Lugar de la construcción.....Dinamarca  
Nº del astillero..... 191

### DIMENSIONES PRINCIPALES

Eslora. ....136.40 m  
Manga.....24.60 m  
Calado..... 6.00 m

### CLASIFICACIÓN & BANDERA

Sociedad clasificadora.....BV  
Puerto de registro.....LIMASSOL  
Bandera..... Chipre

### TONELAJE

GT.....14379  
Tonelaje Neto.....4313

### CAPACIDADES

Fuel oíl.....300 m<sup>3</sup>  
Agua dulce.....210 m<sup>3</sup>

Agua de lastre.....	1620m <sup>3</sup>
Aceite.....	78 m <sup>3</sup>
Aceite hidráulico.....	41 m <sup>3</sup>
Tanque de drenaje de aguas oleosas.....	25 m <sup>3</sup>
Tanque de aguas residuales.....	120 m <sup>3</sup>
Tanque de aguas grises.....	110 m <sup>3</sup>
Tanque de lodos.....	43 m <sup>3</sup>
Tanque de aceite sucio.....	30 m <sup>3</sup>

### MACHINERY & MAIN ENGINES

Diámetro de la hélice.....	3.8 m
Propulsión 2 x 5850 kW.....	11700 kW

### GENERADORES

2 x 1264.8 kW

### HELICES TRANSVERSALES

2 x 1040 kW Hélices túnel de proa

#### 2.4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

##### 2.4.3.1 SERVICIO DE COMBUSTIBLE

Hay un sistema de servicio de combustible con equipo de reserva para todos los motores de a bordo del buque también hay un sistema de trasiego de combustible. El sistema incluye el abastecimiento de combustible, el desbordamiento, el trasiego, la purificación y todos los sistemas de servicio requeridos para los motores diésel, etc.

Las bombas de carga de combustible, trasiego de combustible bombas de servicio y purificador de fueloil están equipados con dispositivos de parada

remotos fuera de los espacios de máquinas de acuerdo a requerimiento y reglamentos.

Hay varios tanques de almacenamiento de combustible, todos conectados a un colector de llenado y trasiego, con válvulas de accionamiento eléctrico a todos los tanques, una para el llenado y otra de vaciado para cada tanque. La capacidad total de los tanques de combustible líquido es aproximadamente de 3500 m<sup>3</sup>. Cada tanque de combustible se ventila por separado a la cubierta principal.

El sistema de llenado y el sistema de trasiego del combustible que incluye dos bombas de transferencia (una ubicada a estribor y otra a babor), también están conectados al colector general. Además se dispone de dos bombas de carga de combustible.

El sistema de decantación de combustible y trasiego consta de dos sistemas independientes, uno situado en cada la sala de máquinas. En cada sala hay un tanque de decantación de combustible y un tanque de combustible de servicios diarios. El combustible se transfiere de uno de los tanques de almacenamiento por medio de la bombas de trasiego de combustible a el tanque de decantación, con sistema de arranque / parada automática de la bomba según el nivel de combustible en el tanque de decantación.

#### Combustible para los motores principales y motores auxiliares.

El motor principal y los dos motores auxiliares en cada sala de máquinas tienen separadas las líneas de combustible y pueden consumir el combustible por medio de una bombas de combustible acopladas a cada motor. En el caso de los motores principales tienen una bomba en Stand-by.

Cada línea de succión está provista de una válvula de cierre, una válvula de no retorno, una filtro principal dúplex con colector de agua. Cada motor principal está provisto de dos filtros dobles y dos válvulas de cierre rápido (una para cada tanque de servicio de diario).

Los sistemas de combustible en ambas sala de máquinas están interconectados para poder usar ambos sistemas indistintamente en caso de necesidad. Hay un cierre operado por una válvula de control remoto y una manual en cada una de las salas de máquina instalado para cada sistema de

abastecimiento de combustible lo que permite que cada motor puede repostar combustible de ambos tanques indistintamente. Cada motor tiene un enfriador de placas para el combustible que enfría el combustible de retorno.

#### Depuradoras de combustible

El buque está equipado con depuradoras de combustible en cada sala de máquinas. Cada depuradora transfiere combustible desde el tanque de almacenamiento al tanque de sedimentación, o desde el tanque de sedimentación al tanque de servicio de combustible.

El combustible se transfiere a través de una QCV (válvula de cierre rápido) pasando posteriormente por un filtro y una bomba de alimentación. La bomba de alimentación de combustible suministra el combustible a la depuradora a través de una válvula con control de caudal.

El sistema de transferencia está conectado directamente a cada tanque de sedimentación y a cada tanque de servicio, para que se pueda utilizar cualquier depuradora en caso de fallo.

#### Generador de Emergencia

El generador de emergencia tiene su propio tanque de servicio de combustible. Este depósito se encuentra en la sala del generador de emergencia. El tanque se llena con una bomba de trasiego de combustible con una línea separada para cada uno de los tanques de servicio diario. El tanque está equipado con una alarma de bajo nivel. Dispone de una línea de rebose al tanque de servicio de combustible en estribor.

#### Válvulas de cierre rápido (QCV)

Hay dos cuadros para operar a distancia las QCV a bordo, uno para cada sala de máquinas. Las QCV s están dispuestas en las líneas de suministro a todos los tanques de almacenamiento, a los motores diésel principales, motores diésel auxiliares generador de puerto, generador de emergencia, incinerador, depuradoras de combustible, bombas de trasiego de combustible y bombas de transferencia de combustible.

Las válvulas de cierre rápido se operan neumáticamente desde un panel de control remoto ubicado en la cubierta principal. Hay un panel de control remoto

separado para la sala del generador de emergencia y otro para el incinerador, cada uno situado fuera de la correspondiente sala.

#### 2.4.3.2 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

##### Sistema de enfriamiento por agua dulce del motor principal

Los sistemas de agua de refrigeración de agua dulce del motor principal se separan en dos sistemas de enfriamiento totalmente independientes sin conexiones. Este sistema de refrigeración suministra a los siguientes consumidores: motor principal, enfriador de combustible para el motor principal, motor de propulsión eléctrico, convertidor de frecuencia para la propulsión principal, servo para la hélice propulsora, enfriador del aceite de la reductora y rodamientos del eje.

Cada sistema de enfriamiento de agua dulce consiste, en general, de un enfriador de placas principal (agua dulce/ agua salada) dos bombas eléctricas de agua dulce, una principal y una de reserva, un depósito de expansión y dos válvulas de control de temperatura de tipo de elemento TBN.

Cada sistema de agua dulce para el motor principal es un sistema de refrigeración de circuito combinado (sistema de alta y baja temperatura) hay dos bombas acopladas al motor principal una para baja temperatura y otra para alta. La bomba de alta temperatura suministra refrigerante al bloque de cilindros, turbocompresor y las culatas. La bomba de baja temperatura suministra refrigerante para enfriador de aire y el enfriador de aceite. Existen bombas eléctricas de reserva para ambos sistemas. Cada motor principal está equipado con un calentador eléctrico para mantener la temperatura aceptable del motor cuando se detiene.

#### 2.4.3.3 ACEITE DE LUBRICACIÓN

##### Aceite Lubricante para los motores principales

Cada motor principal está provisto con un sistema de lubricación independiente. Cada sistema se compone principalmente de un cárter de aceite, una bomba de aceite adosada al motor, una bomba de pre lubricación / reserva de accionamiento eléctrico y dos enfriadores de aceite con una

válvula termostática. La bomba de aceite accionada por el motor extrae aceite del cárter de aceite, a través de un colador, y refrigera el aceite en los enfriadores de agua dulce del motor, posteriormente el aceite pasa por un filtro de aceite y es enviado al cárter o recirculado nuevamente siendo controlado este proceso por una termo-válvula

Si la bomba de aceite acoplada falla, la bomba de pre lubricación impulsada eléctricamente se iniciará automáticamente y actuara como una bomba de aceite. También se proporciona una bomba de pre lubricación de accionamiento eléctrico para cada motor diésel.

#### Aceite de lubricación para los motores auxiliares

Hay un sistema de aceite independiente para cada motor auxiliar. El sistema de aceite para cada motor es un cárter húmedo con un sistema de lubricación forzada. La bomba de aceite accionada por el motor extrae aceite del cárter de aceite, a través de un colador, y refrigera el aceite en los enfriadores de agua dulce del motor, posteriormente el aceite pasa por un filtro de aceite y es enviado al cárter o recirculado nuevamente siendo controlado este proceso por una termo-válvula

Cada sala de máquinas tiene un separador de aceite de lubricación para los motores auxiliares. El separador tiene un sistema de tuberías que permiten elegir cuál de los sistemas de aceite de los motores auxiliares deben ser procesados. Si las válvulas son operadas mal el resultado puede ser que el aceite se transfiera de un motor a otro. Este cambio en la operación no se debe hacer cuando el barco este en DP. La bomba de alimentación del separador también se puede utilizar para vaciar el cárter de aceite.

#### Aceite lubricación para el generador de emergencia

El motor diesel de emergencia tiene su propio sistema de lubricación independiente y carece de bomba de pre lubricación El sistema de aceite del motor está compuesto de un cárter húmedo, sistema de alimentación forzada. La bomba de aceite accionada por el motor extrae aceite del cárter de aceite, a través de un colador, y refrigera el aceite en los enfriadores de agua dulce del motor, posteriormente el aceite pasa por un filtro de aceite y es enviado

al cárter o recirculado nuevamente siendo controlado este proceso por una termo-válvula

#### Sistema de aceite lubricación para la reductora

La reductora está construida con dos sistemas de aceite lubricante totalmente separados. Cada sistema de aceite para la reductora consta de una bomba de aceite acoplada y una bomba de reserva accionada eléctricamente y un refrigerador de aceite. Además posee una bomba PTI para su uso cuando la propulsión sea en modo eléctrico y de una bomba eléctrica para trabajar sin el motor diésel principal conectado a la reductora.

#### 2.4.3.4 SISTEMA DE AGUA SALADA

Los sistemas de refrigeración de agua salada proporcionan agua para el sistema de refrigeración de los motores diésel, motores de propulsión eléctricos con variadores de frecuencia, motores auxiliares, generadores de ejes, hélice azimutal con variadores de frecuencia, hélices transversales con variadores de frecuencia, cojinetes engranajes y enfriadores de aceite de la reductora

Cada sistema de agua salada está provisto de dos bombas eléctricas del agua salada, la bomba principal controlada con variador de frecuencia (velocidad de acuerdo al requerimiento de refrigeración) y una bomba de reserva con velocidad constante.

Las tomas de fondo cuentan con una conexión al sistema de aire comprimido. El aire comprimido es sólo para soplado con el fin de eliminar el hielo de la toma de fondo. Las válvulas de sistema de aire comprimido siempre estarán en posición cerrada cuando el barco se encuentre en DP. Las válvulas deberán estar bloqueadas en posición cerrada para evitar su apertura inintencionada.

#### 2.4.3.5 CALDERAS DE ACEITE TÉRMICO

Los calentadores de fluido térmico BABCOCK WANSON son calentadores tipo serpentín de múltiples pasos suministradores de funcionamiento de alta eficiencia.

El fluido térmico circula en un serpentín calentado por la llama del quemador y esto produce los gases de combustión, luego es distribuido por una red de baja presión a varios usuarios de calor. Sobre el circuito de retorno, un vaso de expansión/desgasificador, atmosférico o cubierto con gas inerte, asegura la eliminación de aire de entrada, vapor y fracciones de luz antes de que el fluido térmico vuelva a entrar al calentador.

Los sistemas de desgasificación y expansión de fluido efectivos con amortiguador térmico son críticos para el buen funcionamiento, a largo plazo, de un sistema de fluido térmico. Un tanque de expansión de desgasificación combinado BABCOCK WANSON (tipo CDX) consigue todas estas funciones con la instalación más simple y puede incluir una ventilación intermitente o continua.

El grupo de bomba de circulación primaria provee el caudal en el sistema para coger el calor desde el calentador TPC y transferirlo a los usuarios. Las pérdidas de calor son de bajo nivel de calor irradiado desde el trabajo de distribución del tubo bien aislado.

#### 2.4.3.6 EL SISTEMA SPRINKLER

Los rociadores automáticos son dispositivos para distribuir automáticamente agua sobre un fuego, en cantidad suficiente para dominarlos.

El agua llega a los rociadores a través de un sistema de tuberías, generalmente suspendidas del techo; los rociadores están situados a determinada distancia a lo largo de ellas. El orificio de los rociadores automáticos está normalmente cerrado por un disco o caperuza, sostenido en su sitio por un elemento de disparo termosensible.

Los antepasados de los rociadores automáticos fueron los sistemas de tuberías perforadas y los rociadores abiertos, que se instalaron en buen número de industrias entre 1.850 y 1.880. Los sistemas no eran automáticos, las aberturas de descarga de las tuberías estaban a menudo taponadas con herrumbres y cuerpos extraños y la distribución del agua era pobre.

Los rociadores abiertos, que representan una mejora respecto a las tuberías perforadas, consistían en unos bulbos metálicos o alcachofas con numerosas perforaciones, unidas a las tuberías con lo que se pretendía obtener una mejor distribución del agua. Este sistema era ligeramente superior al de tubería perforada.

La idea de protección a base de rociadores automáticos de modo que el calor del fuego pusiera en acción uno o más rociadores, permitiendo la salida del agua, data de 1.860. Sin embargo, su aplicación práctica no comenzó hasta 1.878, cuando se instaló el primer rociador automático; este rociador, muy elemental en comparación con los modernos, dio en general buenos resultados y demostró sin lugar a dudas que la protección por medio de estos resultaba posible y de gran valía.

#### 2.4.3.7 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

Los sistemas de aire comprimido del buque se emplean para arrancar motores así como para otros usos auxiliares. El sistema por tanto se puede dividir en dos grandes ramas, la de aire de arranque y la de aire auxiliar que se diferencian principalmente en la presión a la que se somete al fluido.

El aire comprimido se obtiene mediante compresores que suelen ser alternativos o de tornillo y en algunos casos centrífugos; almacenándose en botellas para posteriormente, mediante válvulas reductoras suministrarlo a la presión deseada a cada consumidor.

El sistema de aire de alta presión debe manipularse y mantenerse con extremas precauciones ya que puede ser causante de explosiones en la sala de máquinas. Esto es debido a que en los sistemas que se encuentran a baja presión se presurizan rápidamente generan gran cantidad de calor. Si este calor es suficientemente alto y el aire o el sistema en que entra contiene impurezas que puedan encenderse se generará una explosión debida a la autoignición.

El sistema de aire auxiliar, a una presión inferior, normalmente por encima de 7 bar emplea otros compresores con una menor relación de compresión. Este aire se emplea en depuradoras, separadores de sentinas, tanques hidróforos, válvulas de control, etc.

## **Botellas de aire**

Almacenar el aire en botellas permite disponer de un margen de seguridad con la posibilidad de arrancar el motor al menos seis veces sin requerir el funcionamiento de los compresores. Además en caso que la demanda de aire sea más alta que la que los compresores son capaces de cubrir se dispone de un pulmón que aumenta la capacidad de trabajo del buque. Esto, además, minimiza los arranques y paradas de los compresores alargando su vida útil.

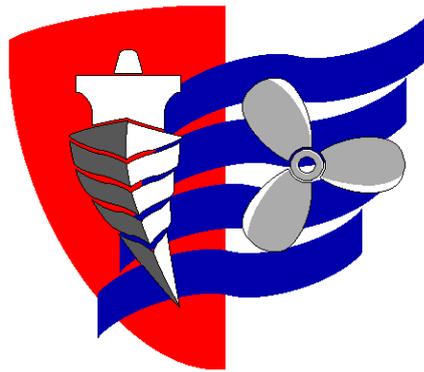
## **Secador**

Pese a que los compresores pueden disponer de enfriamiento entre etapas para aumentar su rendimiento, secando además el aire, y a la disposición de purgas en las botellas; el aire contiene algo de humedad. Para ello se dispone de secadores de aire que pueden ser agentes secantes o sistemas de refrigeración.

Los agentes secantes son sustancias que permiten atrapar la humedad siendo capaces también de regenerarse. Estos materiales secantes se disponen en pequeños tanques, normalmente en paralelo para permitir su regeneración. La regeneración se lleva a cabo haciendo circular aire caliente a contraflujo para evaporar la humedad y enviarla a la atmósfera. Las sustancias que se emplean para el secado son sílica gel y alúmina activada.

Los sistemas de secado de aire por refrigeración hacen que la humedad se condense y se recoja en bandejas, tras hacer pasar el aire por un enfriador. Este sistema puede ser combinado perfectamente con el anterior.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**3 DESARROLLO**

### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS A MODIFICAR**

Los sistemas a modificar o mejor dicho darles una nomenclatura según la codificación SFI son los siguientes:

- Sistema de aire comprimido.
- Sistema de calefacción central.
- Sistema drencher de cubierta.
- Sala de CO<sub>2</sub>
- Sprinkler en acomodaciones.
- Sistema de refrigeración de alta.
- Diagrama de aceite térmico.
- Sistema sanitario de descarga.
- Sistema de agua salada.
- Sistema de combustible.
- Sistema de lubricación.
- Estación de repostaje.
- Plano de la bocina.
- Sanitarios

El código SFI para los buques describe y codifica todos los sistemas y partes de este último, en este trabajo me he centrado especialmente en los sistemas de la maquinaria del buque RO-RO PAX Kattegat.

#### **3.1.1 CÓDIGO SFI DETALLADO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL.**

En este apartado detallaremos parte del código SFI que tuve que utilizar al modificar los planos objeto de estudio, porque el código en si es bastante amplio, ya que define todos los sistemas y los componentes del buque.

En este estudio tuve que utilizar parte de los 6 grupos principales; 1, 2,5, 6,7 y 8, dado que los planos pertenecen a estos últimos.

Los grupos son los siguientes:

- **Grupo 1:** Detalles y costes generales. Disposición General, Planos de diseño general, Anteproyecto, Permiso de Fabricación, Especificaciones, Estabilidad, Garantías, Botadura...
- **Grupo 2:** Casco – Aceros, Superestructuras, Elementos-Armamento de Casco, Protecciones...
- **Grupo 5:** Equipamientos, Sistemas... en Habilitación que sirven a la tripulación y pasaje. Equipos salvavidas, Aguas Sanitarias, Pañoles, Mobiliario, Ventilación,
- **Grupo 6:** Equipamientos, Sistemas... en Habilitación que sirven a la tripulación y pasaje. Equipos salvavidas, Aguas Sanitarias, Pañoles, Mobiliario, Ventilación
- **Grupo 7:** Sistemas que sirven primariamente a la maquinaria principal, Alimentación de combustible, Aceite lubricante, sistemas de automatización, sistemas de aire comprimido de arranque...
- **Grupo 8:** Sistemas centrales del buque. Lastre, Sentinas, Baldeo y Contraincendios, Distribución Eléctrica...

A continuación detallaremos parte de los grupos principales del código SFI que utilizaremos para modificar los planos del buque RO-RO Kattegat.

3.1.1.1 174 ASEOS Y DESAGÜES

3.1.1.2 218 SECCIONES DE LA BOCINA

218003 Timón, acero fundido

218004 Revestimiento de la bocina.

218005 Pieza intermediaria 1, acero fundido

218006 Caja del timón

218007 Bocina

218009 Pieza intermediaria 2, acero fundido

3.1.1.3 582 SISTEMAS DE DESCARGA SANITARIAS, SISTEMAS DE DRENAJE EN ALOJAMIENTOS

3.1.1.4 582001 SISTEMA SANITARIO DE DESCARGA

- 582003 Tanques de aguas residuales
- 582005 Estaciones de bombeo de aguas residuales
- 582010 Plantas de vacío
- 582011 Bombas de vacío
- 582013 Tanques de vacío
- 582015 Tanques del receptor
- 582017 Bombas de descarga
- 582025 Plantas de desinfección de aguas residuales
- 582026 Bombas de trasiego de aguas residuales
- 582027 Bombas de agua salada de carga

3.1.1.5 648 CALEFACCIÓN CENTRAL Y CALDERAS DE ACEITE TÉRMICO

- 648001 Calderas de agua caliente
- 648005 Sistemas de calefacción central
- 648010 Calderas de baja presión
- 648015 Bombas de circulación
- 648020 Sistema de aceite térmico

3.1.1.6 701 TRASIEGO DE COMBUSTIBLE Y SISTEMA DE DRENAJE

- 701001 Estación de repostaje.
- 701002 Cajas de distribución de combustible.
- 701004 Filtros de combustible.

- 701006 Bombas de trasiego
- 701008 Filtros finales de combustible.
- 701020 Sistema de trasiego del diesel oil
- 3.1.1.7 703 SISTEMA DE SUMINISTRO DEL COMBUSTIBLE
  - 703001 Sistema de combustible
  - 703003 Bombas de refuerzo
  - 703005 Bombas de circulación del combustible.
  - 703007 Calentadores de combustible
- 3.1.1.8 712 SISTEMAS DE COMBUSTIBLE
  - 712001 Sistema de combustible
  - 712003 Bombas de aceite de refuerzo
  - 712005 Filtros de aceite
- 3.1.1.9 721 SISTEMAS DE AGUA SALADA DE REFRIGERACIÓN
  - 721001 Sistema de agua salada
  - 721003 Bombas principales de agua salada de refrigeración
  - 721005 Bombas de agua salada de refrigeración del condensador principal
  - 721007 Bombas de agua salada de refrigeración del condensador auxiliar
  - 721009 Bombas de agua salada de refrigeración del generador de agua dulce
  - 721011 Bombas de agua salada de refrigeración del enfriador de agua dulce
  - 721013 Bombas de agua salada de refrigeración de la maquinaria auxiliar
  - 721020 Filtros de agua salada

721031 Bombas de agua salada de dosificación

721032 Tanques de cloro

3.1.1.10 722 AGUA DULCE Y OTROS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

722001 Enfriadores de agua dulce

722003 Sistema de refrigeración de alta

722005 Bombas auxiliares de agua dulce de refrigeración

722007 Tanques de nivel de agua

722010 Enfriadores de boquilla

722012 Bombas de refrigeración de boquilla

722014 Bombas de refrigeración de boquilla en Stand by

722016 Tanques de refrigeración de boquilla

722020 Agua dulce de enfriamiento de aceite

722031 Bombas de agua dulce de refrigeración de los compresores

3.1.1.11 731 SISTEMAS DE AIRE DE ARRANQUE (ALTA PRESIÓN)

731001 Sistema de aire de arranque

731003 Compresores de aire de arranque de emergencia

731005 Aire de arranque de las purificadoras de agua oleosa

731006 Aire de arranque de la separadora de agua

731007 Aire de arranque de las separadoras de aceite

731010 Tanques de aire de arranque

731012 Botellas de aire de arranque

731014 Enfriadores de aire de arranque

731016 Silenciadores de los compresores de aire de arranque

731020 Compresor de aire de arranque portátil

3.1.1.12 813 SISTEMAS DE CONTRA INCENDIOS, BOMBAS CONTRA INCENDIOS DE EMERGENCIA, SISTEMA SPRINKLER.

- 813001 Bombas contra incendios
- 813005 Bombas de piscina
- 813007 Bombas de servicio general
- 813009 Tanques de presión
- 813011 Mangueras contra incendios
- 813013 Armarios de las mangueras contra incendios
- 813015 Tambores de manguera
- 813020 Sprinkler en acomodaciones
- 813030 Bombas contra incendios agregadas de emergencia
- 813053 Bombas de aceite hidráulico
- 813055 aceite hidráulico de los precalentadores
- 813057 Filtros de aceite hidráulico
- 813059 Tanques de expansión del aceite hidráulico
- 813061 Tanques almacén de aceite hidráulico

3.1.1.13 814 SISTEMAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS PARA FUEGOS EXTERNOS

- 814001 Bombas contra incendios
- 814005 Cañones de agua
- 814010 Plataforma

3.1.1.14 815 FIRE FIGHTING SYSTEMS W/GAS (CO<sub>2</sub>, HALON, ETC)

- 815001 Sala de CO<sub>2</sub>
- 815005 Armarios de liberación de CO<sub>2</sub>

- 815007 Alarmas del CO2
- 815009 Ventiladores de succión
- 815011 Detectores de humo
- 815020 Plantas de CO<sub>2</sub> de baja presión
- 815022 Tanques de CO<sub>2</sub>
- 815040 Plantas halón
- 815042 Contenedores de halón

### 3.2 MODIFICACIÓN DE LOS PLANOS SEGÚN SFI.

En este apartado detallaremos todos los pasos que he seguido para modificar los planos, empezaremos con el plano del sistema de aire de comprimido.

#### 3.2.1 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

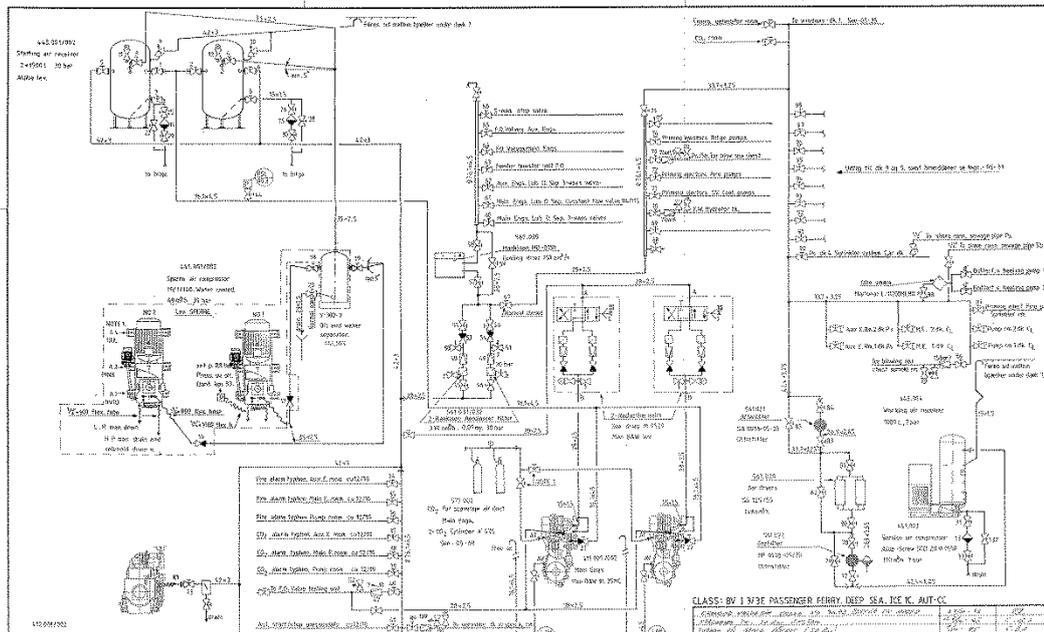
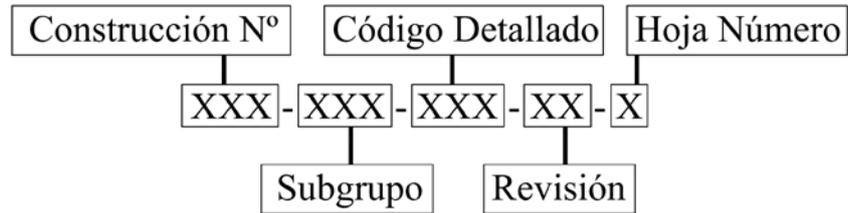


Figura 4: Sistema de aire comprimido antes de la modificación

Según el código SFI el plano debe de llevar la numeración de esta forma:

**XXX-XXX-XXX-XX-XX**, Se describe de la siguiente forma:



Plano: Sistema de aire comprimido

Construcción numero: 192

Subgrupo: 731

Código detallado: 001

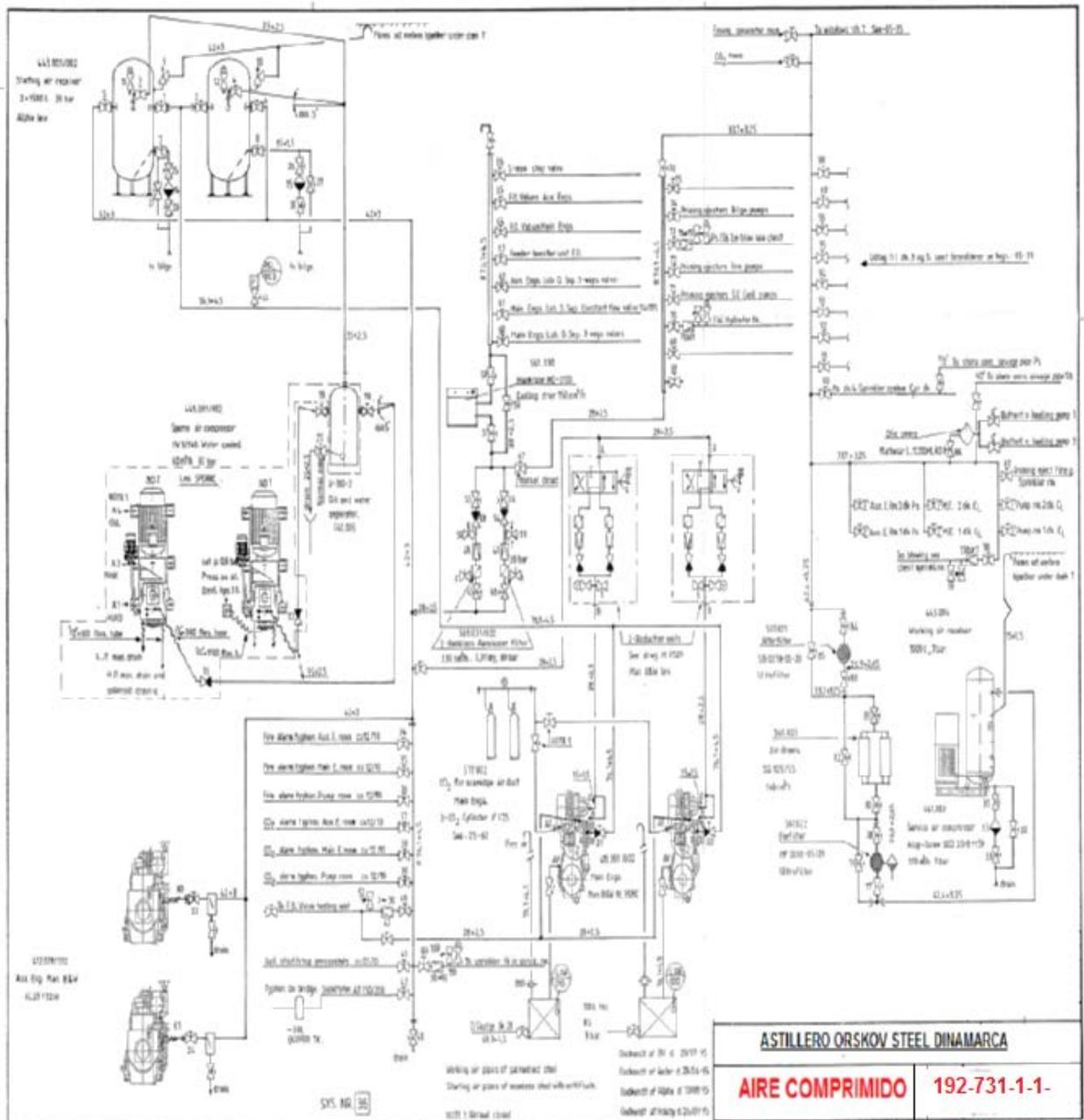
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de aire comprimido pertenece al grupo general n° 7.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-731-001-01**

Sistema de aire comprimido 192-731-1-1



### 3.2.2 SISTEMA DE CALEFACCIÓN CENTRAL

A continuación veremos los pasos seguidos para modificar el plano del sistema de calefacción central.

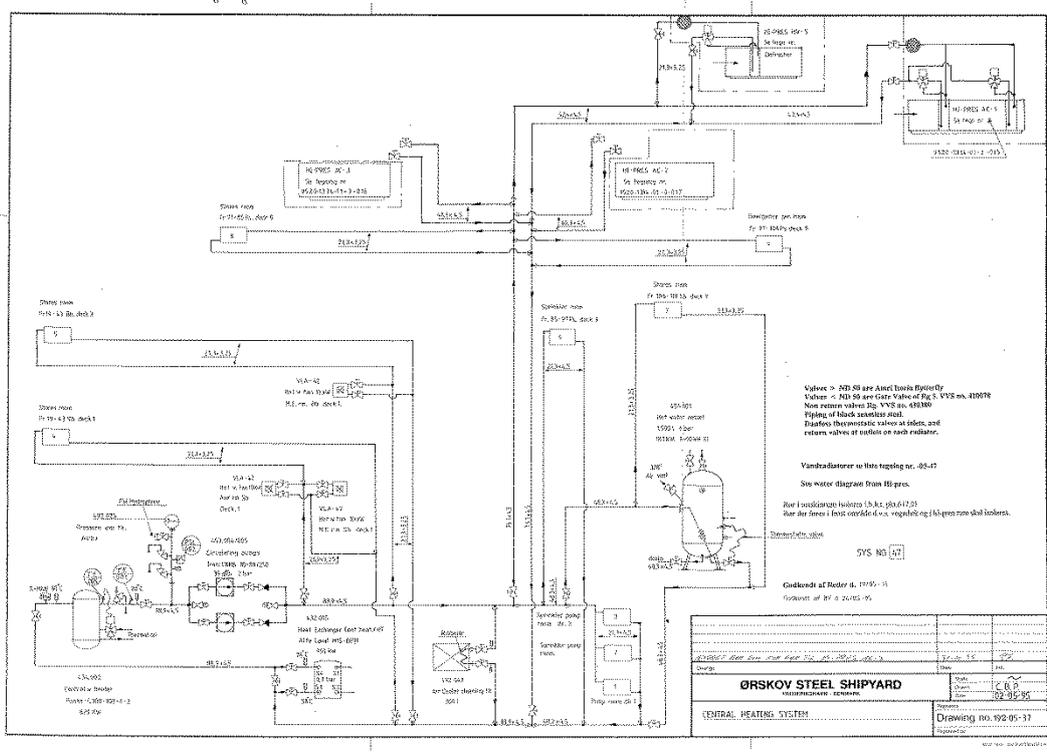


Figura 5: Sistema de calefacción central antes de la modificación

Plano: Sistema de calefacción central

Construcción numero: 192

Subgrupo: 648

Código detallado: 005

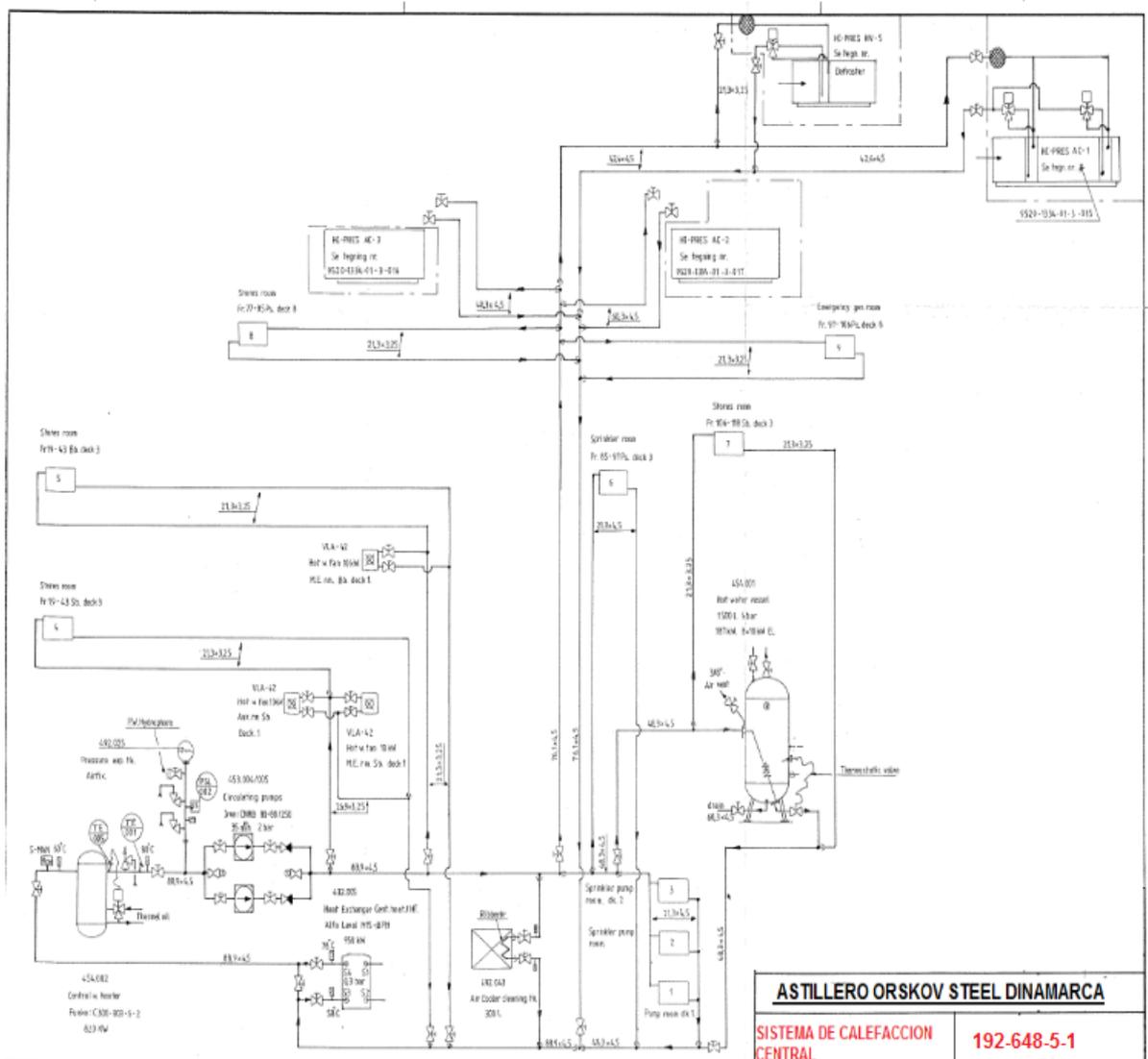
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de aire calefacción central pertenece al grupo general nº 6.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-648-005-01**

### Sistema de calefacción central 192-648-5-1



### 3.2.3 SISTEMA DRENCHER DE CUBIERTA

A continuación describiremos el plano del sistema drencher de cubierta.

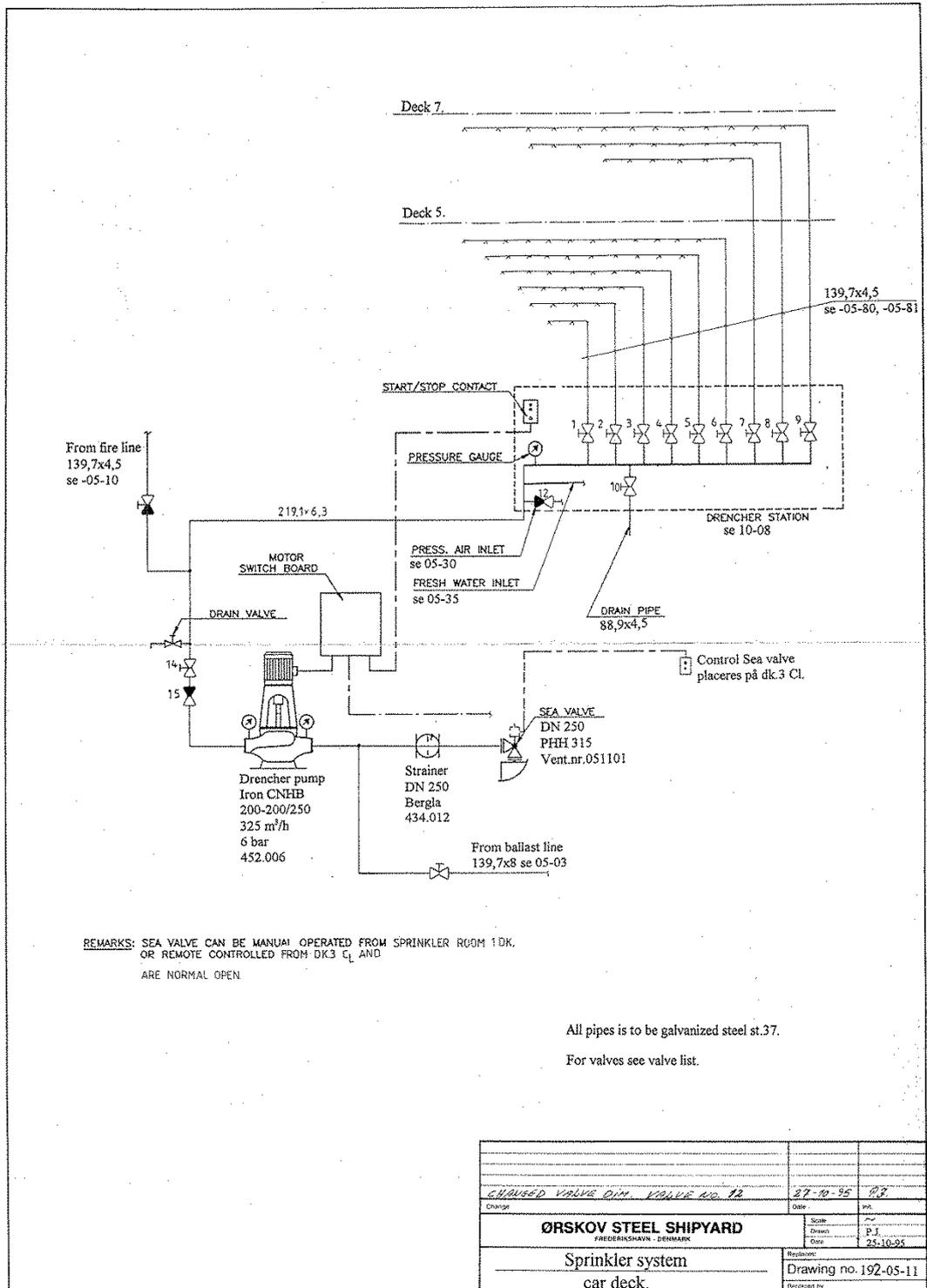


Figura 6: Sistema drencher cubierta antes de la modificación

Plano: Sistema drencher de cubierta

Construcción numero: 192

Subgrupo: 814

Código detallado: 001

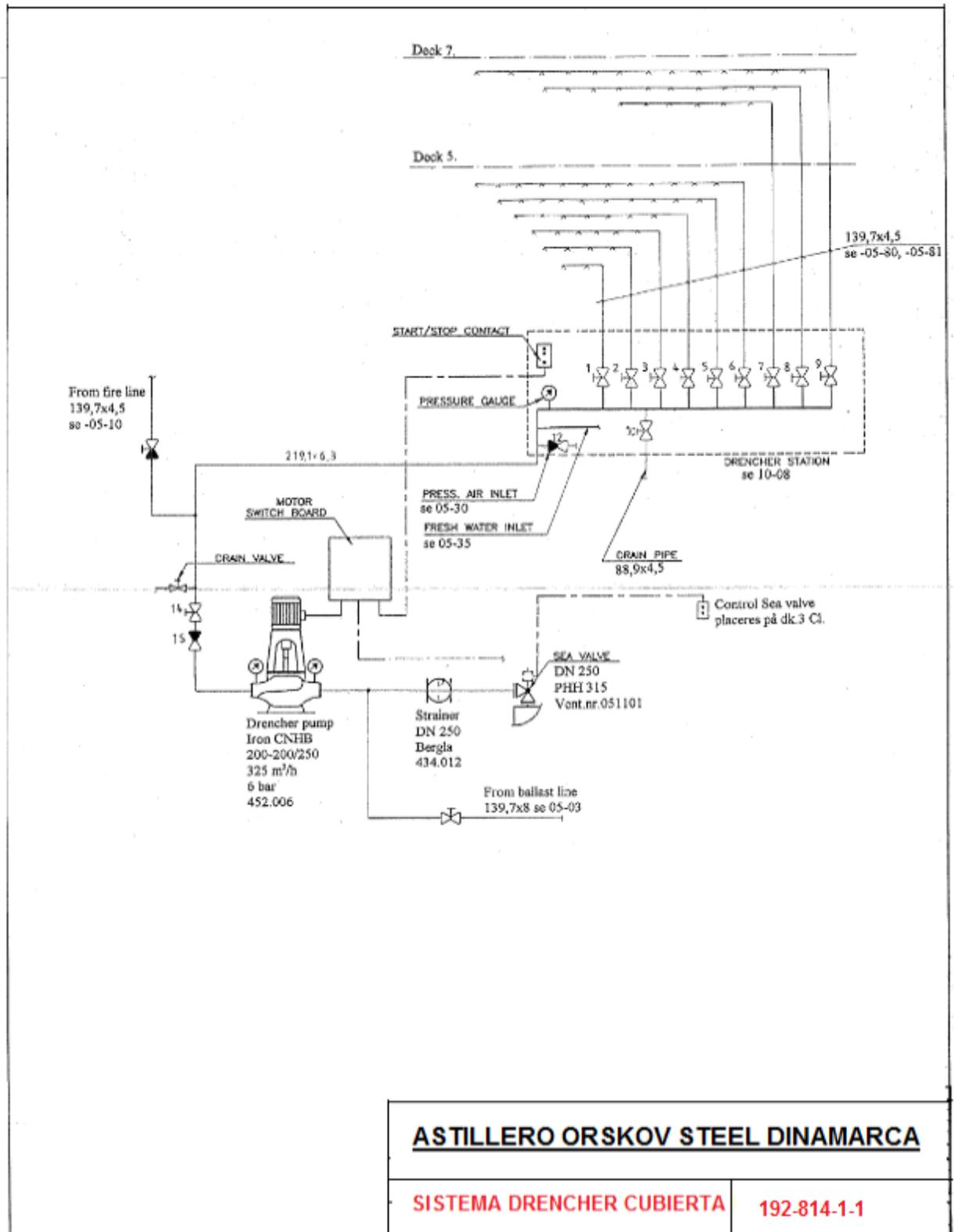
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de aire drencher pertenece al grupo general nº 8.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-814-001-01**

Sistema drencher cubierta 192-814-1-1



### 3.2.4 SALA DE CO<sub>2</sub>

A continuación describiremos el plano de sala de CO<sub>2</sub>

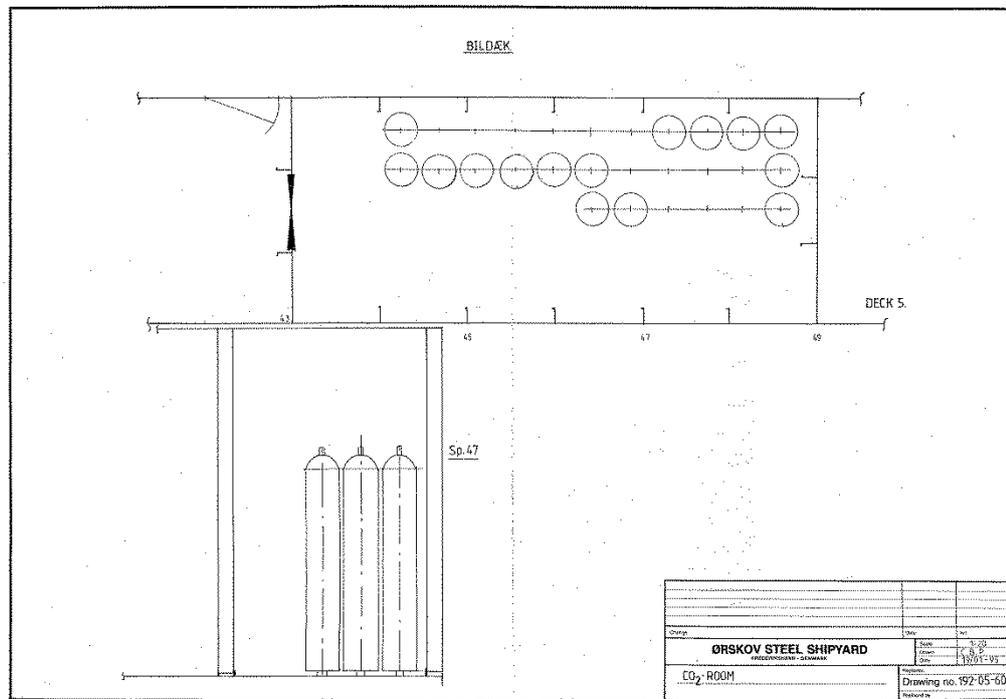


Figura 7: Plano Sala CO<sub>2</sub> antes de la modificación

Plano: Sala de CO<sub>2</sub>

Construcción numero: 192

Subgrupo: 815

Código detallado: 001

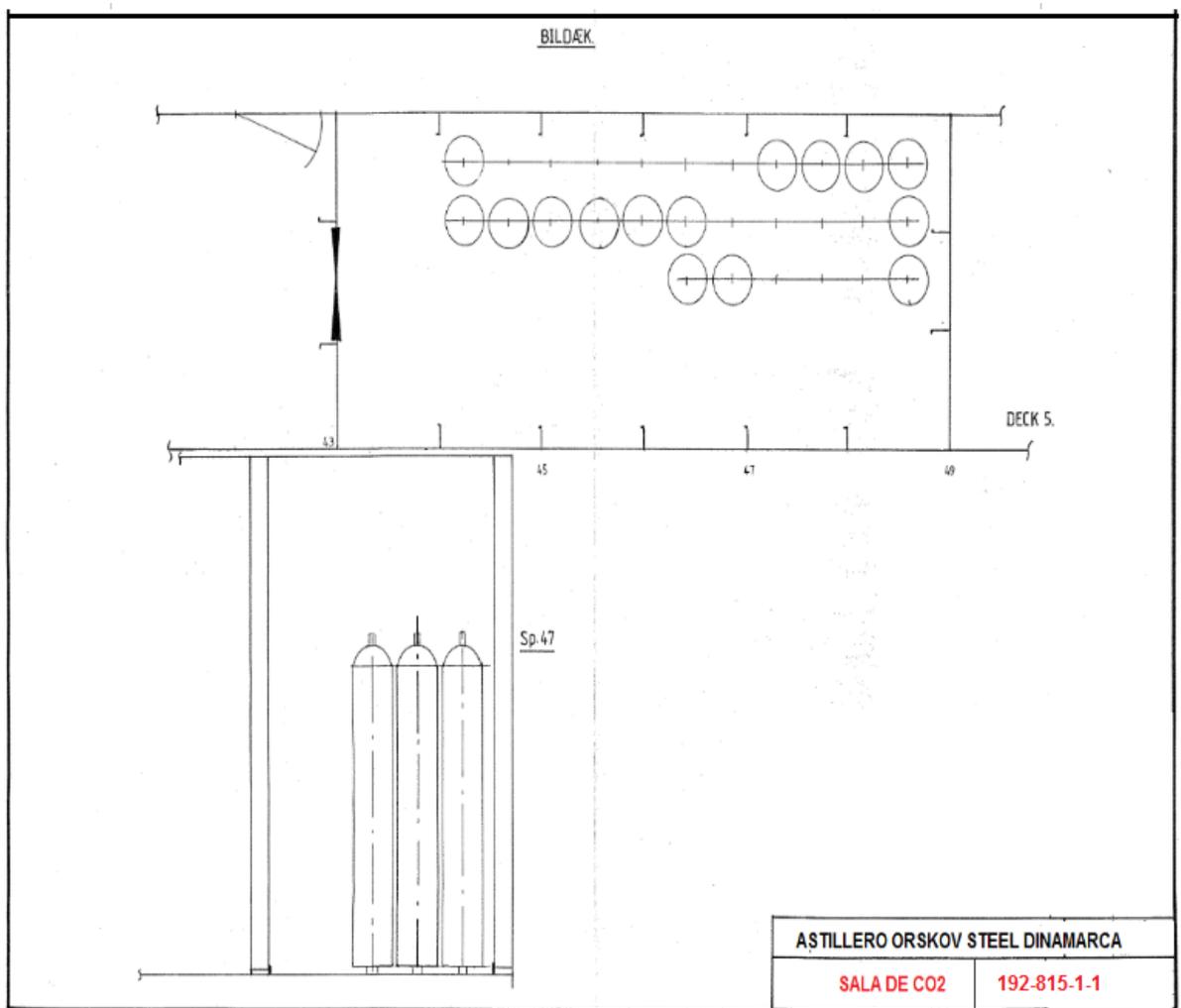
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el plano de la sala Co<sub>2</sub> pertenece al grupo general n° 8.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-815-001-01**

Sala CO2 192-815-1-1



### 3.2.5 SISTEMA SPRINKLER EN ACOMODACIONES

A continuación describiremos el sistema sprinkler en acomodaciones

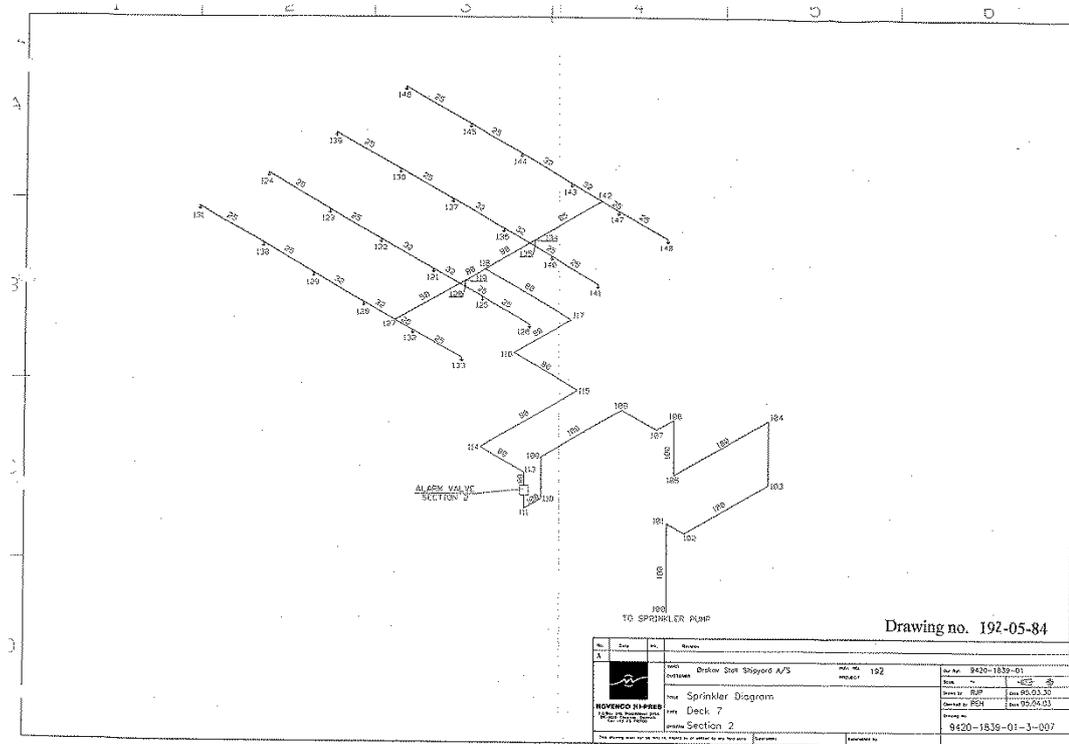


Figura 8: Sprinkler en acomodaciones antes de la modificación

Plano: Sprinkler en acomodaciones

Construcción numero: 192

Subgrupo: 813

Código detallado: 020

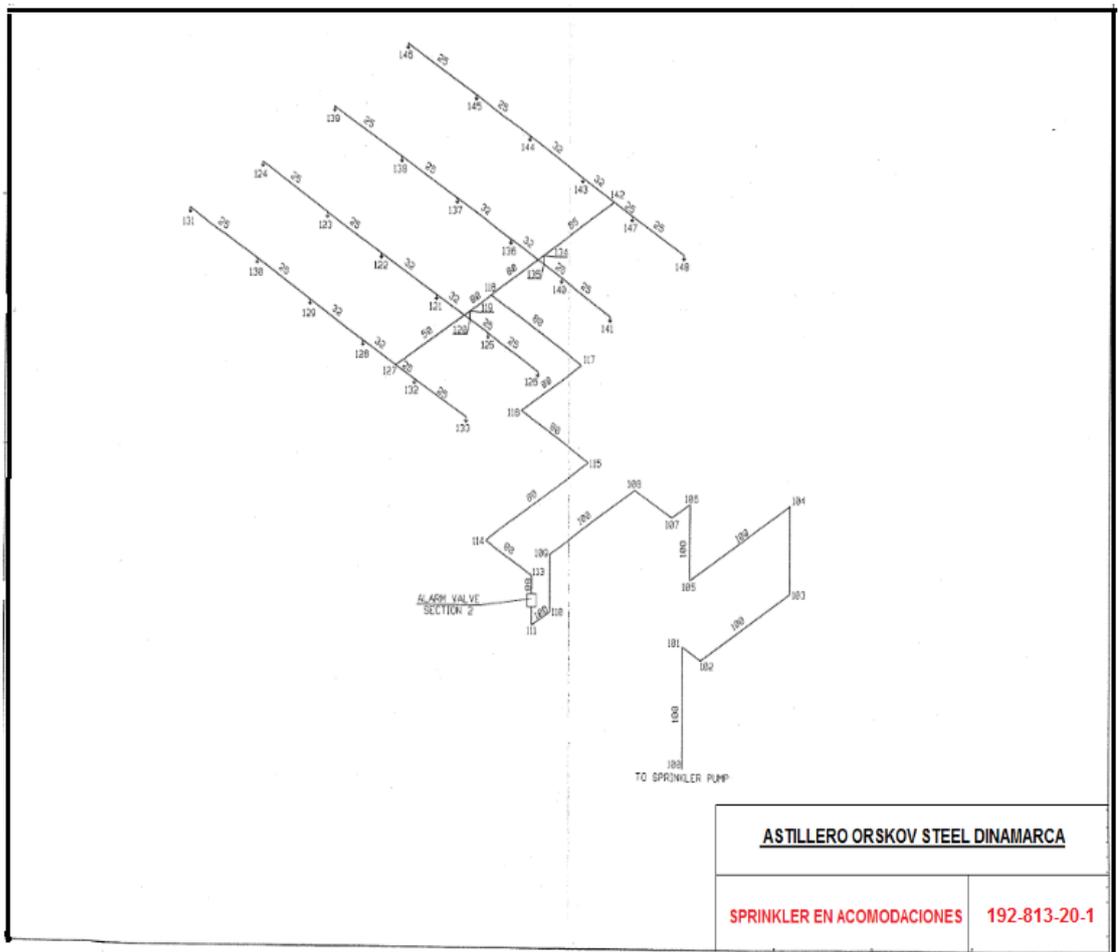
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de sprinkler pertenece al grupo general n° 8.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-813-020-01**

Sprinkler en acomodaciones 192-813-20-1



### 3.2.6 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE ALTA

A continuación describiremos el sistema de refrigeración de alta

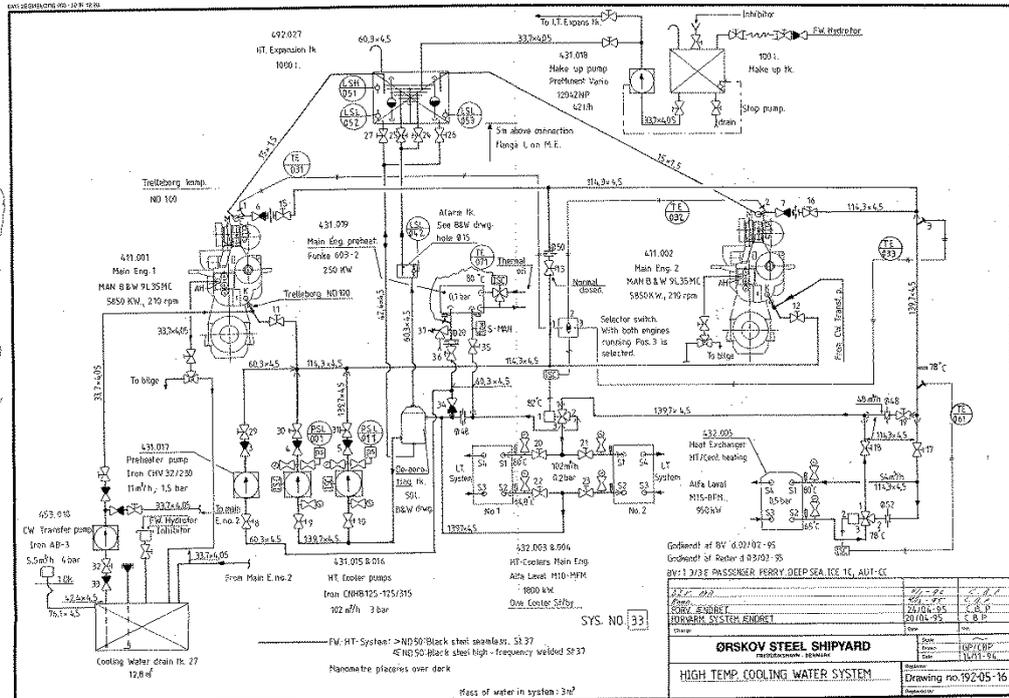


Figura 9: Sistema de refrigeración de Alta antes de la modificación

Plano: Sistema de refrigeración de alta

Construcción numero: 192

Subgrupo: 722

Código detallado: 003

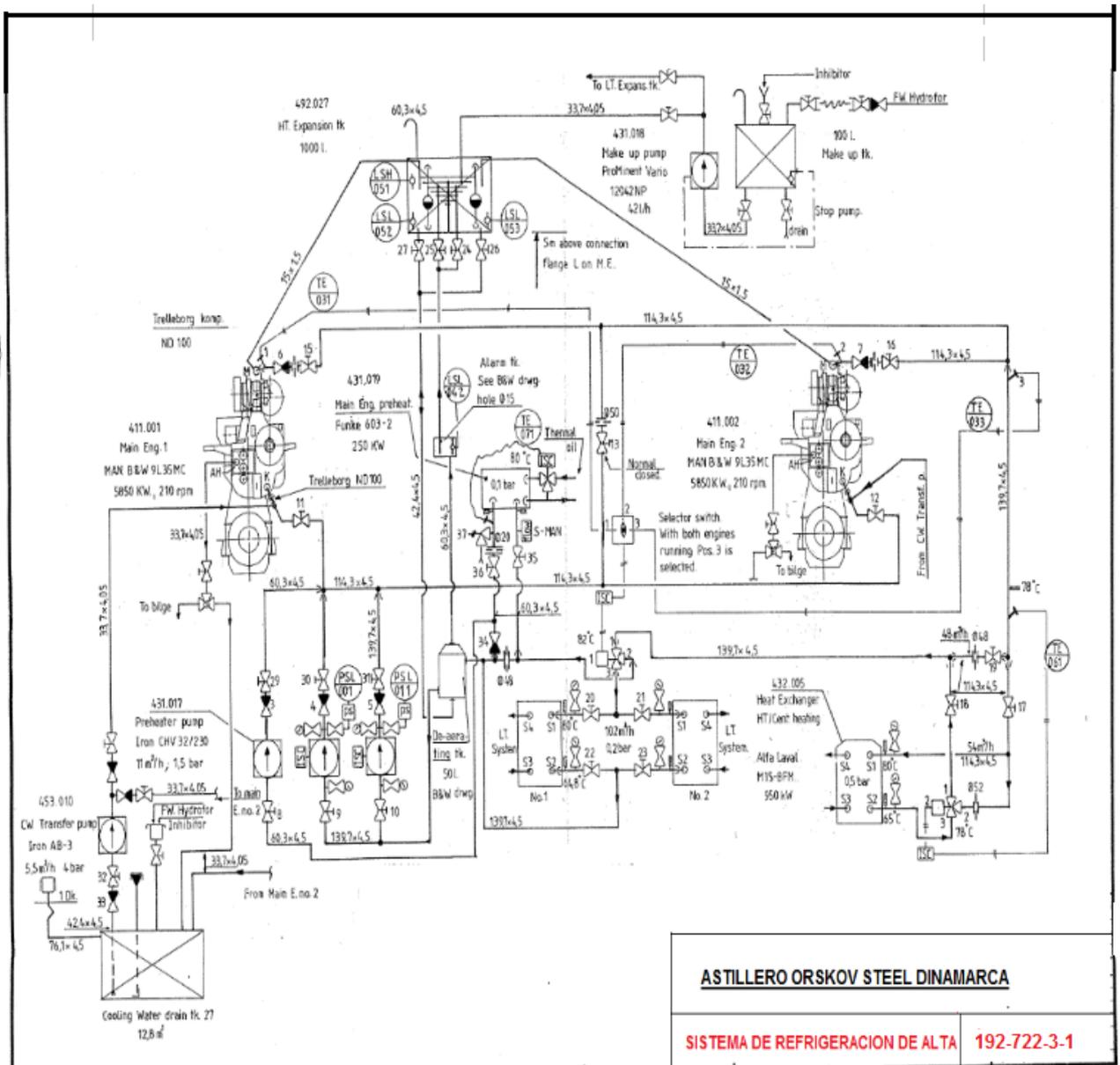
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de refrigeración de alta pertenece al grupo general nº 7.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-722-003-01**

### SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE ALTA 192-722-3-1

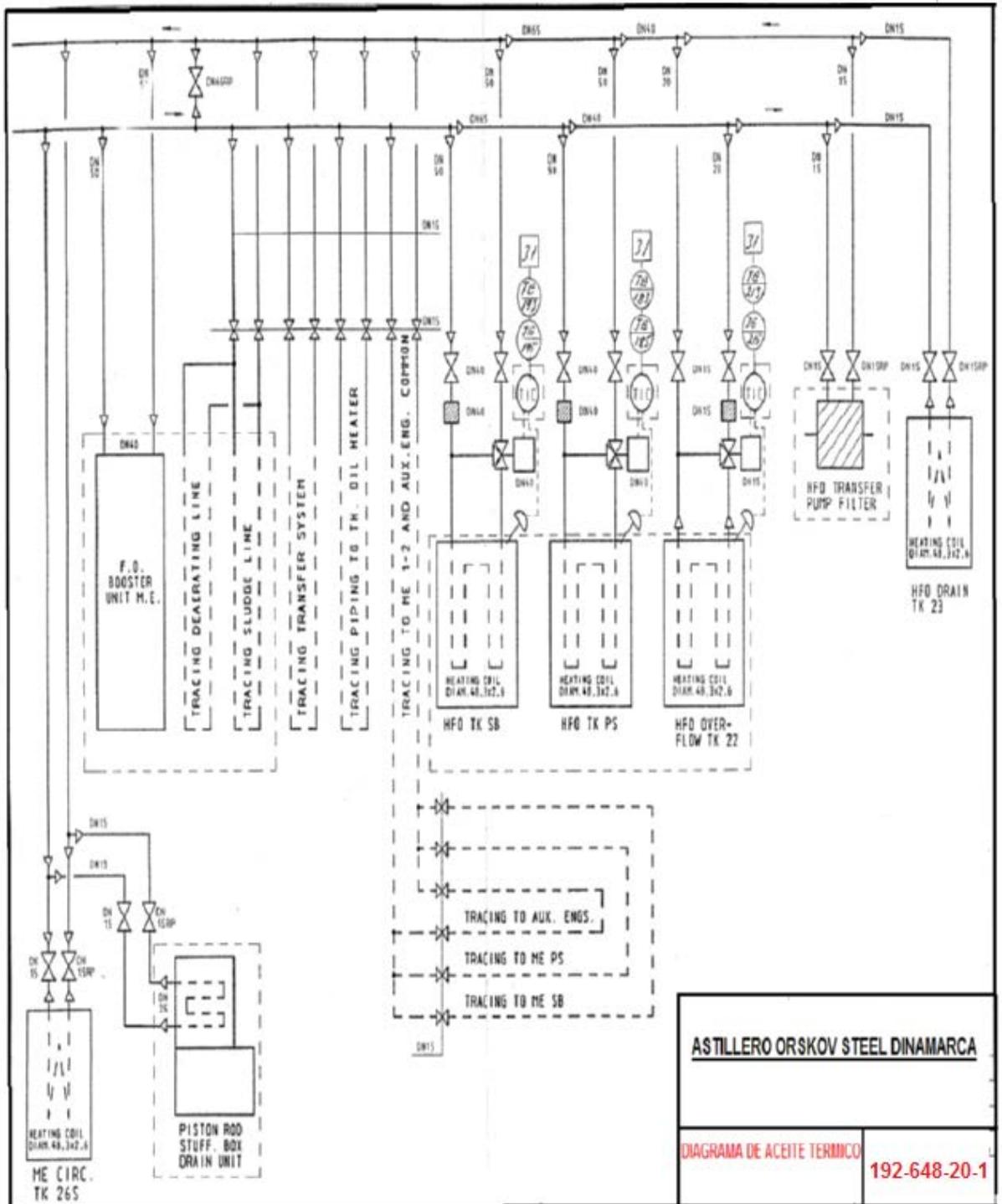




Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-648-020-01**

DIAGRAMA DE ACEITE TÉRMICO 192-648-20-1



### 3.2.8 SISTEMA SANITARIO DE DESCARGA

A continuación describiremos el sistema sanitario de descarga

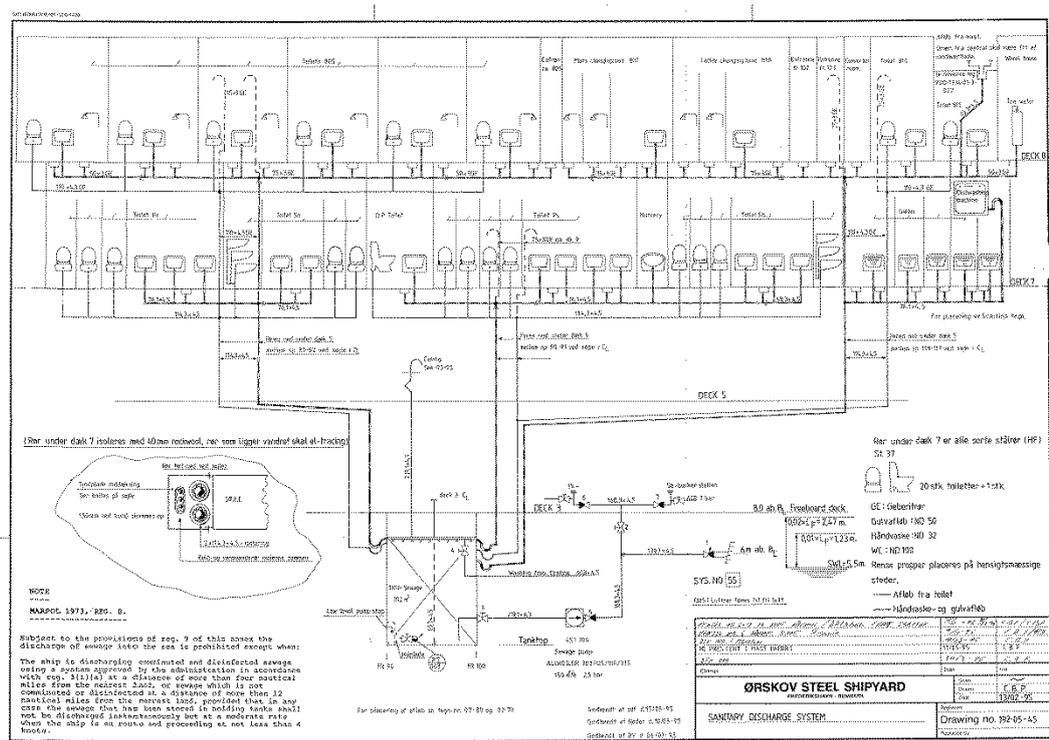


Figura 11: Sistema sanitario de descarga antes de la modificación

Plano: Sistema sanitario de descarga

Construcción numero: 192

Subgrupo: 582

Código detallado: 001

Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema sanitario de descarga pertenece al grupo general nº 5.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-582-001-01**

SISTEMA SANITARIO DE DESCARGA 192-582-1-1



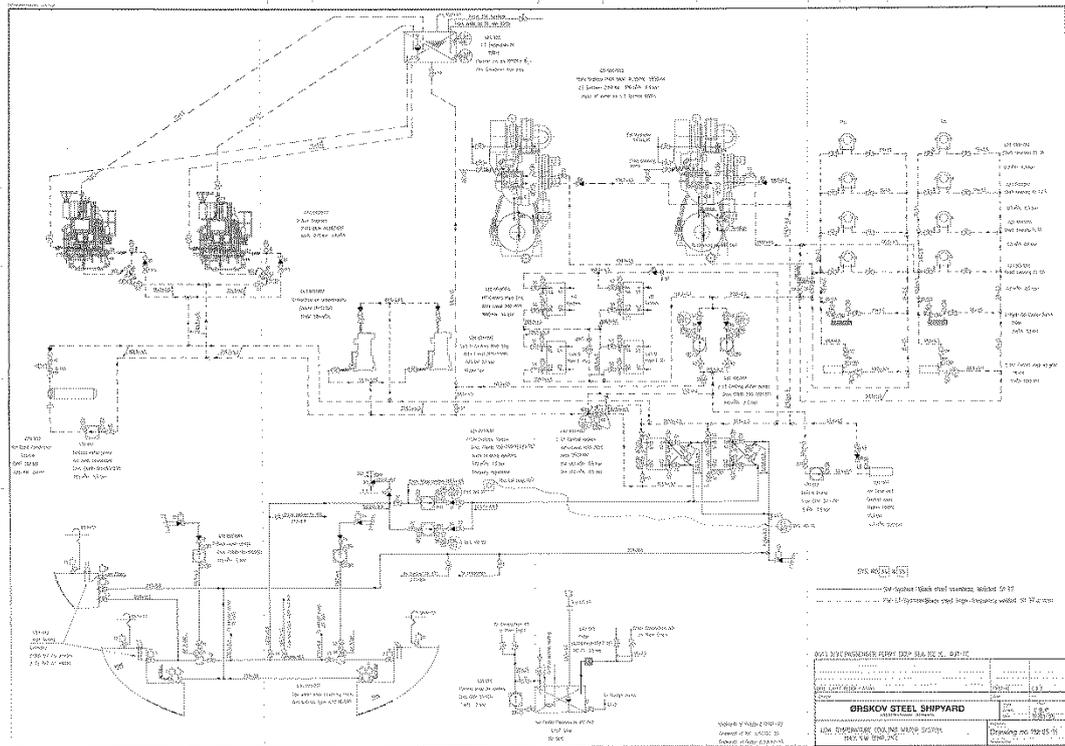


Figura 12: Sistema de agua sala antes de la modificación

Plano: Sistema de agua salada

Construcción numero: 192

Subgrupo: 721

Código detallado: 001

Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de agua salada pertenece al grupo general n° 7.

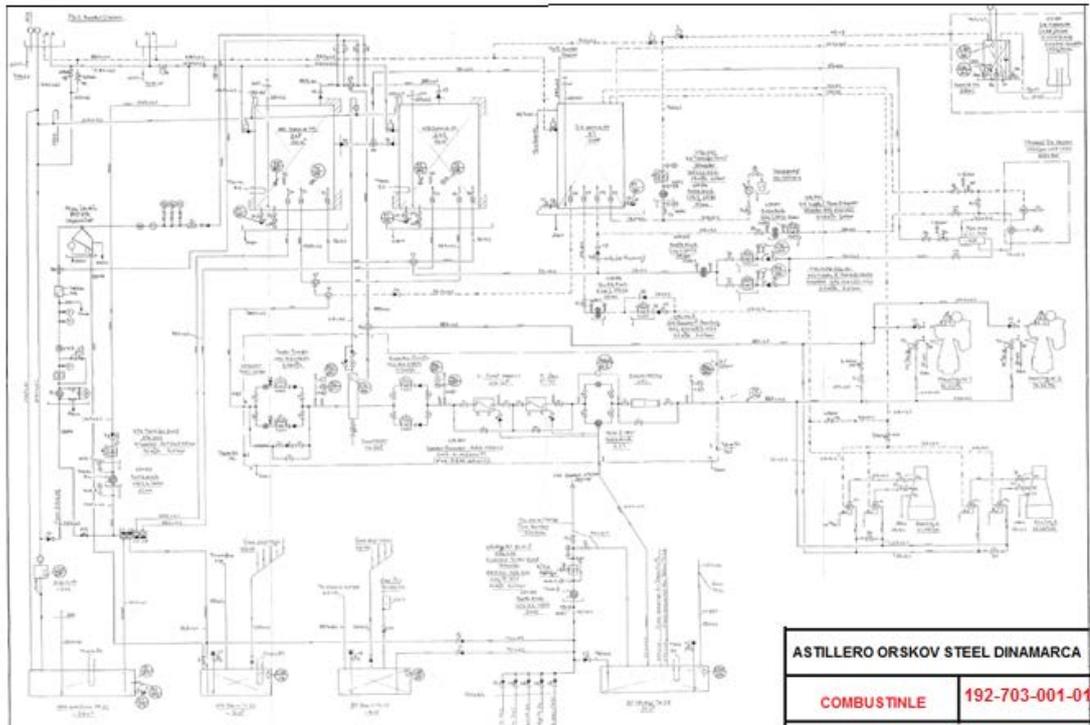
Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-721-001-01**





## SISTEMA DE COMBUSTIBLE YA MODIFICADO



### 3.2.11 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

A continuación describiremos el sistema de lubricación

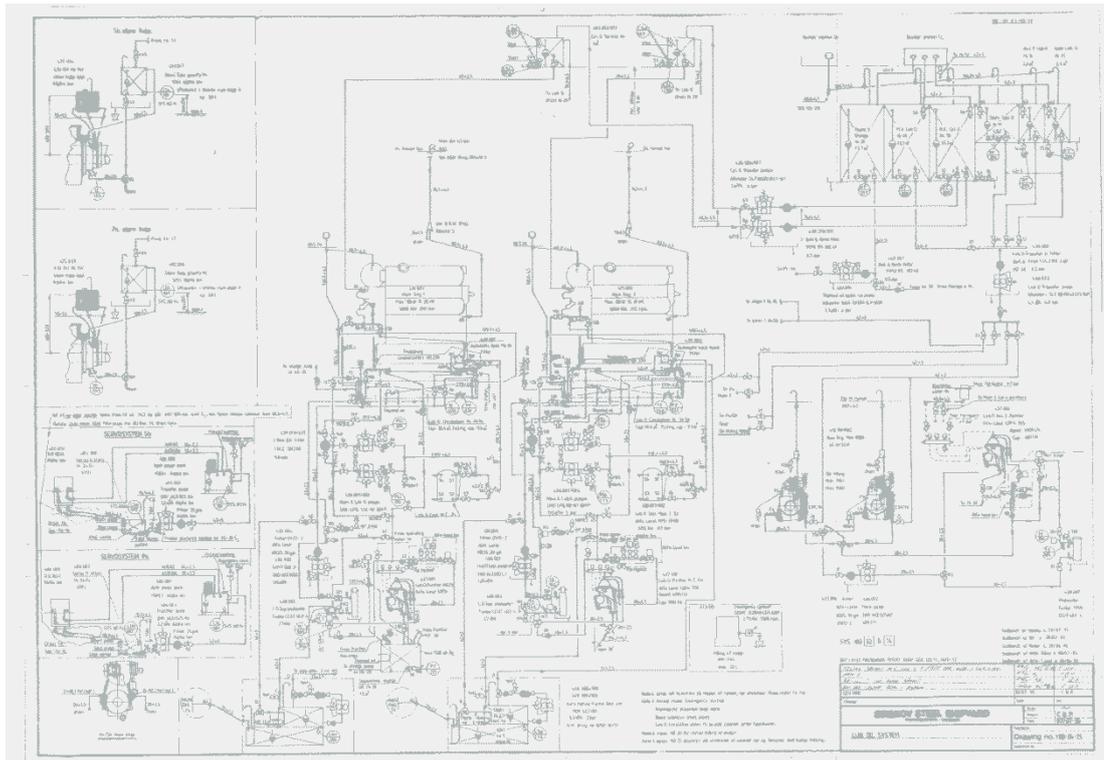


Figura 14: Sistema de lubricación antes de la modificación

Plano: Sistema de lubricación

Construcción numero: 192

Subgrupo: 712

Código detallado: 001

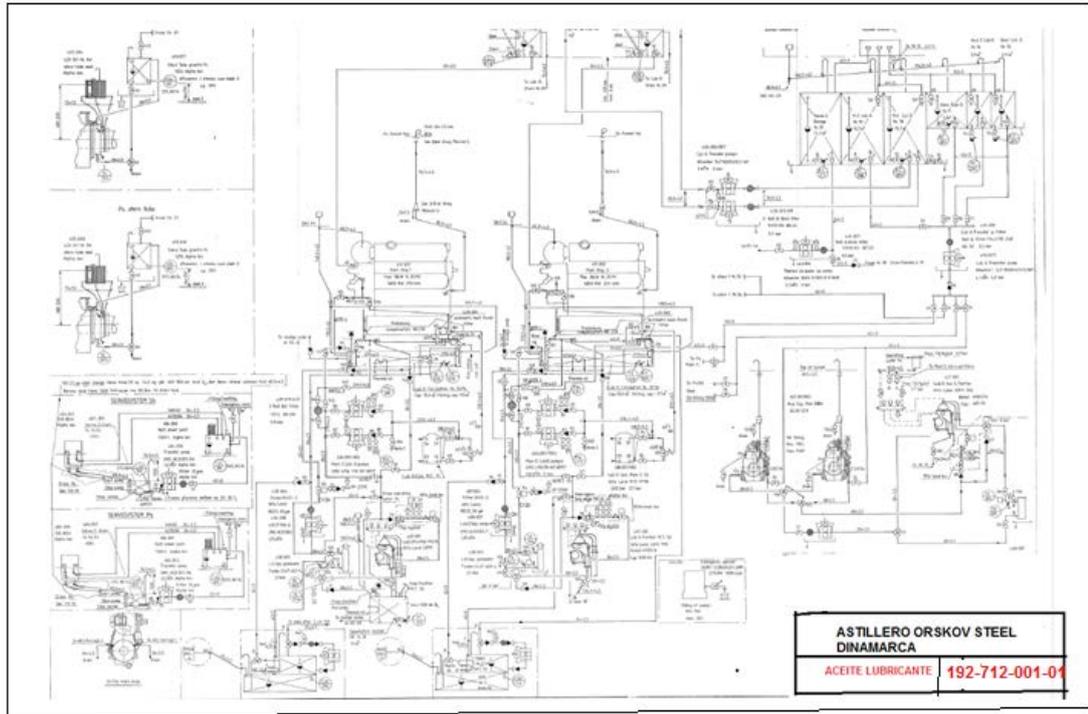
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, el sistema de lubricación pertenece al grupo general n° 7.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-712-001-01**

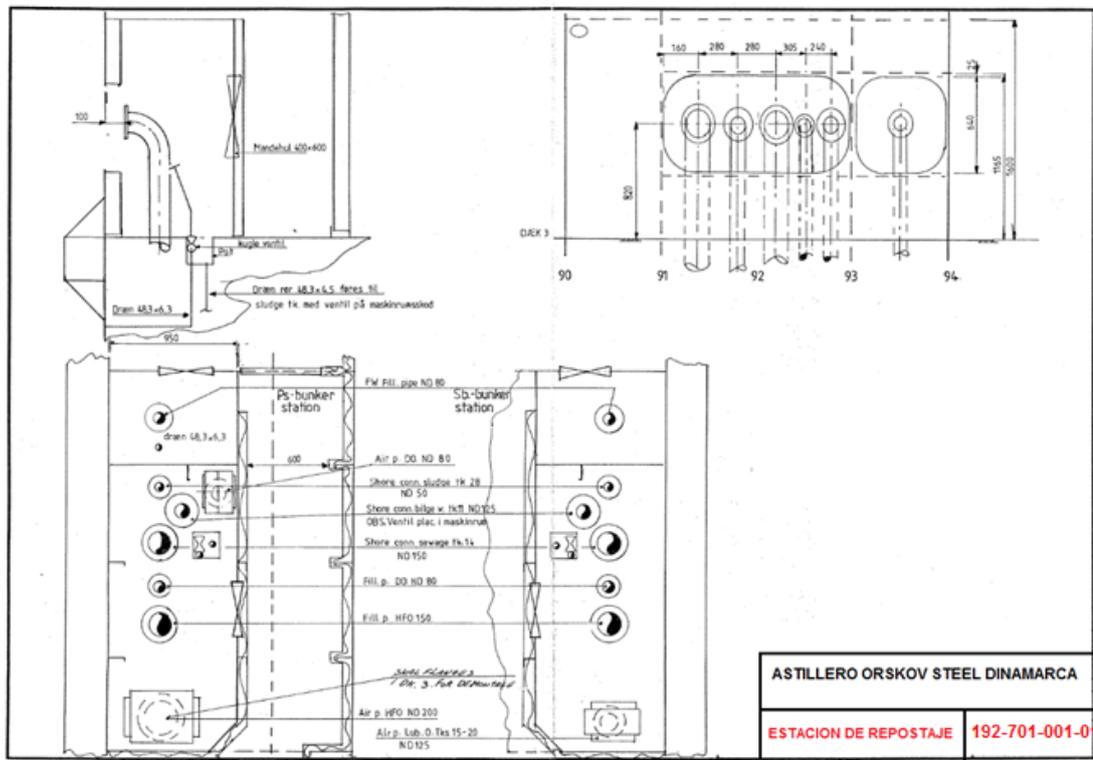
Sistema de lubricación ya modificado



### 3.2.12 ESTACIÓN DE REPOSTAJE

A continuación describiremos la estación de repostaje.



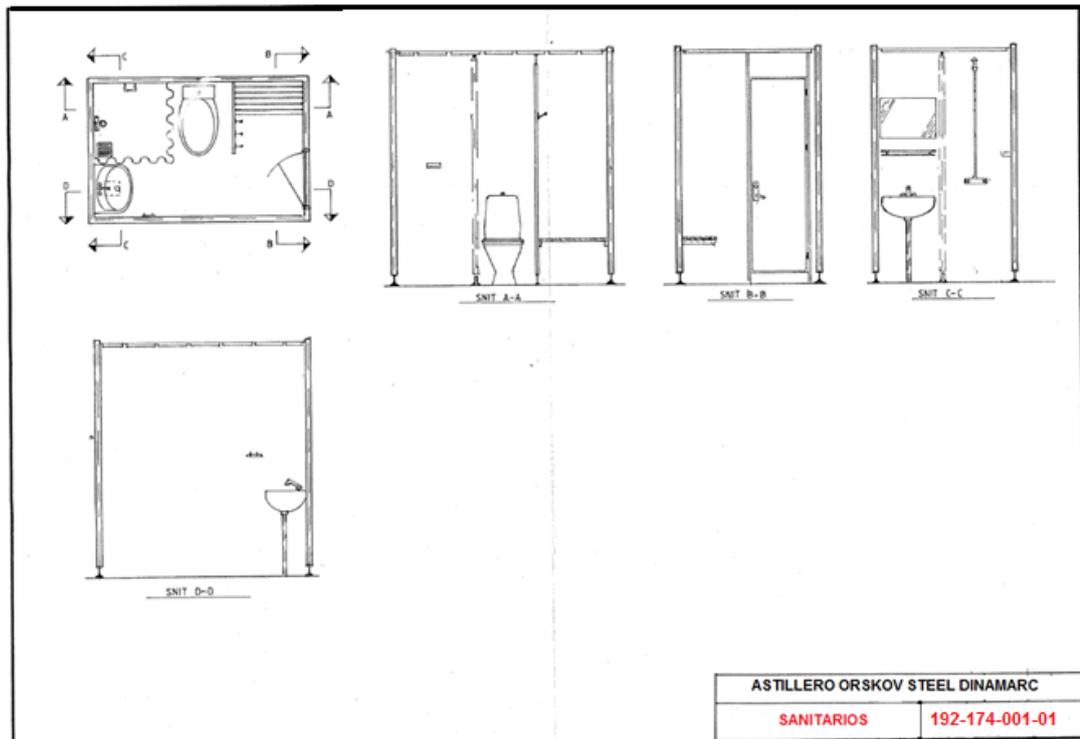


### 3.2.13 PLANO DE LA BOCINA

A continuación describiremos el plano de la bocina







Plano: Sanitarios

Construcción numero: 192

Subgrupo: 174

Código detallado: 001

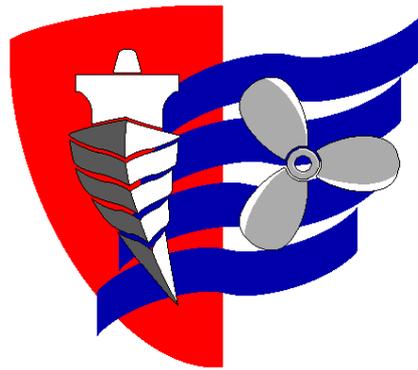
Revisión: 01

Para el subgrupo y el código detallado se obtiene del Código SFI detallado que hemos nombrado anteriormente, los sanitarios pertenece al grupo general n° 1.

Y para la revisión he puesto 1, al tratarse de la primera modificación.

La numeración del plano quedaría así: **192-174-001-01**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

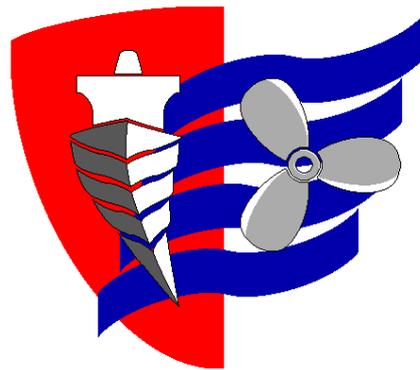


**4 CONCLUSIONES**

## **Conclusiones**

1. Un sistema de clasificación como el SFI hará una contribución sustancial a estandarizado y el orden de la información sobre los buques y dar lugar a mejora de la comunicación tanto dentro de una empresa y sus relaciones exteriores.
2. El SFI puede ser el denominador común entre las funciones de envío y las operaciones de compra, mantenimiento, contabilidad, archivo, etc.
3. El uso del sistema SFI hace que la comunicación de los astilleros, arquitectos navales, proveedores marinos, la armada y los armadores sea fácil.
4. Gracias a este sistema de codificación, las especificaciones para la construcción nueva, reparación, materiales y subcontratación serán más consistentes en formato.

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE NAUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**5 BIBLIOGRAFIA**

## **Bibliografía**

Spectec. <http://www.spectec.net/default.asp> [consultado en octubre 2015]

<http://www.scribd.com/doc/203388137/SFI-Group-System> [consultado en octubre 2015]

Código SFI. <http://www.pdfdocuments.com/sfi-codes-ships.pdf> [consultado en octubre 2015]

## **RESPONSABILIDAD DEL TRABAJO**

### **“AVISO:**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Master de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Master así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”