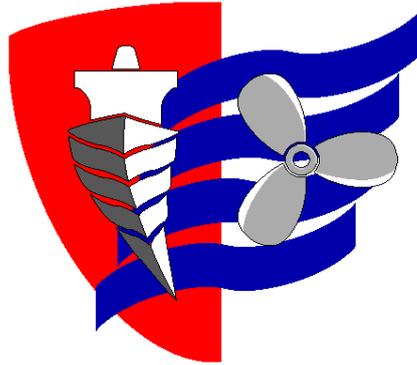


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Proyecto Fin de Carrera*

**INSTALACIÓN DE UNA PLANTA INCINERADORA EN  
UN BUQUE LNG**

*(Incinerator plant installation in a LNG ship)*

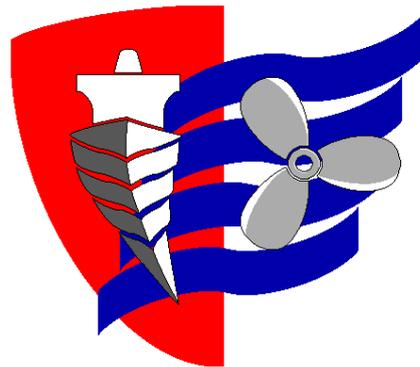
Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO NAVAL.  
ESPECIALIDAD EN PROPULSIÓN  
Y SERVICIOS DEL BUQUE**

Autora: Laura Espeso Haya

Octubre – 2014

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



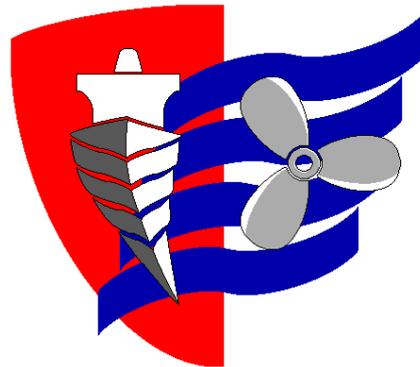
**ÍNDICE**

<b>1. MEMORIA</b>	<b>7</b>
<b>1.1. OBJETO</b>	<b>7</b>
1.1.1. DESTINATARIO	7
1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO	7
<b>1.2. ALCANCE</b>	<b>7</b>
<b>1.3. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
1.3.1. EVOLUCIÓN DE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	7
<b>1.4. NORMAS Y REFERENCIAS</b>	<b>8</b>
1.4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	8
1.4.2. BIBLIOGRAFÍA	9
<b>1.5. REQUISITOS DE DISEÑO</b>	<b>10</b>
1.5.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL BUQUE	10
1.5.2. SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE	10
1.5.3. NORMATIVA RELEVANTE	11
<b>1.6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES</b>	<b>12</b>
1.6.1. ALTERNATIVAS DESCARTADAS	12
1.6.2. SOLUCIÓN ADOPTADA	12
<b>1.7. RESULTADO FINAL</b>	<b>13</b>
1.7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	13
1.7.2. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DEL INCINERADOR	17
1.7.3. SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN A BORDO	23
1.7.4. CONEXIONES DE TUBERÍAS	24
<b>1.8. CÁLCULOS</b>	<b>25</b>
1.8.1. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A BORDO	25
1.8.2. PRODUCCIÓN DE LODOS	25
1.8.3. VOLUMEN DEL TANQUE DE LODOS	26
1.8.4. POTENCIA DE LA BOMBA DOSIFICADORA DE LODOS	26
1.8.5. CAPACIDAD DEL VENTILADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN	28
<b>1.9. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS</b>	<b>32</b>
<b>1.10. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>32</b>
1.10.1. MANTENIMIENTO DIARIO	32
1.10.2. MANTENIMIENTO SEMANAL	32
1.10.3. MANTENIMIENTO MENSUAL	32

1.10.4. SEMESTRAL _____	33
1.10.5. ANUAL _____	33
<b>1.11. SISTEMAS CONTRAINCENDIOS EN EL LOCAL DEL INCINERADOR _____</b>	<b>34</b>
1.11.1. EQUIPOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS _____	34
1.11.2. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGUA NEBULIZADA _____	34
1.11.3. EQUIPOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y ALARMAS _____	35
<b>2. PLANOS _____</b>	<b>37</b>
<b>2.1. ÍNDICE DE PLANOS _____</b>	<b>37</b>
<b>3. PLIEGO DE CONDICIONES _____</b>	<b>39</b>
<b>3.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES _____</b>	<b>39</b>
3.1.1. CONDICIONES GENERALES _____	39
3.1.2. REGLAMENTOS Y NORMAS _____	40
3.1.3. MATERIALES _____	40
3.1.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL _____	41
3.1.5. ORGANIZACIÓN _____	42
3.1.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS _____	43
3.1.7. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO _____	44
3.1.8. VARIACIONES DEL PROYECTO _____	45
3.1.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS _____	45
3.1.10. MODIFICACIONES _____	46
3.1.11. OBRA DEFECTUOSA _____	46
3.1.12. MEDIOS AUXILIARES _____	46
3.1.13. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS _____	47
3.1.14. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS _____	47
3.1.15. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS _____	47
3.1.16. CONTRATACIÓN DEL ASTILLERO _____	48
3.1.17. CONTRATO _____	48
3.1.18. RESPONSABILIDADES _____	48
3.1.19. RESCISIÓN DEL CONTRATO _____	49
<b>3.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS _____</b>	<b>49</b>

3.2.1. MEDICIONES Y VALORACIONES DE LAS OBRAS _____	49
3.2.2. ABONO DE LAS OBRAS _____	50
3.2.3. PRECIOS _____	50
3.2.4. REVISIÓN DE PRECIOS _____	50
3.2.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS _____	51
3.2.6. PENALIZACIONES POR RETRASOS _____	51
3.2.7. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO _____	51
3.2.8. FIANZA _____	51
3.2.9. GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DEL ASTILLERO _____	52
3.2.10. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA _____	52
3.2.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD _____	52
3.2.12. RESPONSABILIDAD POR DAÑOS _____	52
3.2.13. DEMORAS _____	53
<b>3.3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS _____</b>	<b>54</b>
3.3.1. NORMAS A SEGUIR _____	54
3.3.2. PERSONAL _____	54
3.3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS _____	55
3.3.4. ADMISIÓN Y RETIRADA DE MATERIALES _____	55
3.3.5. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS _____	55
<b>3.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD _____</b>	<b>56</b>
3.4.1. ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS TRABAJOS A REALIZAR _____	56
3.4.2. RELACIÓN DE EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL 63	
3.4.3. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES _____	64
3.4.4. MODO DE ACTUAR EN CASO DE EMERGENCIA Y TELÉFONOS _____	64
3.4.5. OTRAS CONSIDERACIONES _____	65
<b>4. PRESUPUESTO _____</b>	<b>67</b>
<b>4.1. PARTIDA DE MATERIALES _____</b>	<b>67</b>
<b>4.2. PARTIDA DE PERSONAL _____</b>	<b>67</b>
<b>4.3. PRESUPUESTO TOTAL _____</b>	<b>68</b>

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



**MEMORIA**

# **1. MEMORIA**

## **1.1. OBJETO**

### **1.1.1. DESTINATARIO**

El destinatario del presente proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentará como Proyecto Fin de Carrera al objeto de obtener el título de Ingeniero Técnico Naval, especialidad Propulsión y Servicios del Buque.

### **1.1.2. OBJETO DEL PROYECTO**

El objetivo de este proyecto es la instalación de una planta incineradora en el buque Cádiz Knutsen, un buque LNG que por su tipología requiere de dicha instalación a fin de evitar almacenajes de residuos a bordo, peligrosos e innecesarios, a la vez que se colabora para evitar la contaminación marítima.

## **1.2. ALCANCE**

En el presente proyecto se abordarán los cálculos de dimensionamiento de la planta incineradora, la elección de la mejor planta incineradora según las necesidades y su instalación a bordo, haciendo también mención a su mantenimiento como parte fundamental para conservar la instalación en las mejores condiciones posibles y a las medidas contra incendios a tomar.

## **1.3. ANTECEDENTES**

### **1.3.1. EVOLUCIÓN DE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

La principal publicación internacional que previene la contaminación marítima por los buques es el Convenio Internacional para la prevención de la Contaminación por los Buques (MARPOL).

El Convenio MARPOL fue adoptado el 2 de noviembre de 1973 en la OMI, pero no entró en vigor hasta 1978 cuando se adoptó el Protocolo de 1978, en respuesta a una serie de accidentes de petroleros en 1976-1977, que

hicieron reaccionar a los Estados y hacer que ratificasen el Protocolo, dando lugar al conocido Marpol 73/78.

El Convenio actualmente incluye seis anexos, se indican a continuación señalando la fecha de entrada en vigor de cada uno:

- Anexo I Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos (que entró en vigor el 2 de octubre 1983).
- Anexo II Reglamento para el Control de la contaminación por sustancias nocivas líquidas a granel (que entró en vigor el 2 de octubre 1983).
- Anexo III Prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos (que entró en vigor el 1 de julio de 1992).
- Anexo IV prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques (entró en vigor el 27 de septiembre de 2003).
- Anexo V prevenir la contaminación por basuras de los buques (en vigor desde 31 de diciembre 1988).
- Anexo VI Prevención de la Contaminación del Aire por los buques (que entró en vigor el 19 de mayo de 2005).

A lo largo de estos años se han ido añadiendo al convenio algunas interpretaciones con el fin de evitar dudas en la aplicación de la normativa.

## **1.4. NORMAS Y REFERENCIAS**

### **1.4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS**

Las normativas contempladas para la realización del presente proyecto son:

- Marpol 73/78. Edición refundada 2002.
- Resolution IMO MEPC 76 (40). Standard specification for shipboard incinerators.

- Norma UNE 157001 "Criterios generales para la realización de proyectos".
- Norma UNE 123001 "Chimeneas- cálculo y diseño".
- Norma UNE 27-560-76 "Tubos de acero para construcción naval".
- Reglamentación de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas.

#### 1.4.2. BIBLIOGRAFÍA

En este apartado se enumeran las publicaciones, documentos e informaciones consultados, que han sido utilizadas como apoyo para la elaboración de este proyecto:

- TeamTec Marine Products (web). [www.teamtec.no](http://www.teamtec.no) [Consulta 2014].
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (web). [www.magrama.com](http://www.magrama.com) [Consulta 2014].
- Organización Marítima Internacional (web). [www.imo.org](http://www.imo.org) [Consulta 2014].
- Delitek (web). [www.delitek.no](http://www.delitek.no) [Consulta 2014].
- Unitecno Engineering Solutions (web). [www.unitecno.es](http://www.unitecno.es) [Consulta 2014]
- Pérdidas de carga en tuberías (web). [www.miliarium.com](http://www.miliarium.com) [Consulta 2014]
- OTERO SAN MIGUEL, H. 2008 *Cálculo y diseño de una planta incinerador en un buque de pasaje.*

## 1.5. REQUISITOS DE DISEÑO

### 1.5.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL BUQUE

A continuación se detallan las características principales sobre el buque:

- Eslora total: 284,38m
- Eslora entre perpendiculares: 271m
- Manga de trazado: 42,5 m
- Puntal a cubierta principal: 25,4 m
- Calado de diseño: 11,4 m
- Velocidad en servicio: 19,5 nudos max
- Tripulación: 36 personas
- Potencia propulsora: 28.000 kW a 83 rpm
- Arqueo bruto: 90835 GRT

### 1.5.2. SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE

Este buque tiene como elemento principal de propulsión una turbina de vapor que se alimenta de dos calderas las cuales pueden funcionar tanto con fueloil como con gas, aprovechando el tipo de mercancía que transporta este buque. A continuación se detallan algunas características de ambos elementos.

- Turbina principal de vapor

Fabricante: Kawasaki H.I.

Modelo: UA-400

Rendimiento:

Máximo: 28.000 kW

Normal: 25.200 kW

Velocidad de la hélice: 83 rpm

Condiciones del vapor: 60 bar, sobrecalentado a 510°C

- Calderas

Fabricante: Mitsubishi

Modelo: Mitsubishi MB-4E

Evaporación máxima: 65.000 kg/h

Evaporación normal: 50.000 kg/h

Condiciones del vapor: 61,8 kg/cm<sup>2</sup> sobrecalentado a 515°C

Consumos (evaporación normal):

Fueloil: 3.641 kg/h

Gas: 2.974 kg/h

Quemadores: 3 combinados fuel/gas

### 1.5.3. NORMATIVA RELEVANTE

También se ha tenido en cuenta la normativa del MARPOL respecto a los productos que se pueden incinerar:

- Los trapos aceitosos pueden ser quemados en el incinerador en cantidades pequeñas.
- Los recipientes que fueron utilizados para los aceites o productos químicos deben ser almacenados a bordo y se descargarán en tierra.
- La ceniza de incinerador debe estar a bordo en la ubicación de un sitio especial si se está a menos de 12 millas de la costa, de lo contrario la ceniza puede verterse al agua, siempre se debe llevar un registro de las cantidades.

Regla 16 del Anexo VI prohíbe la incineración de los siguientes:

- Convenio MARPOL 73/78 Anexo I, los residuos de carga II, III, incluyendo embalaje.
- Los bifenilos policlorados (PCB).
- Basura, tal como se define en el anexo V, que contiene más que trazos de metales pesados.
- Productos de petróleo refinado que contengan compuestos halogenados.

- Cloruros de polivinilo (PVC), salvo en los incineradores de que se hayan expedido certificados de homologación de la OMI.

La regla 16 exige también que la temperatura de salida de los gases sea controlada en todo momento.

## **1.6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES**

### **1.6.1. ALTERNATIVAS DESCARTADAS**

Ante el problema que se plantea con el tratamiento de los residuos, se plantean varias soluciones, con el fin de encontrar la que mejor se adapte a las necesidades del buque, teniendo en cuenta los problemas que puedan presentarse en cuanto a espacio disponible a bordo o disponibilidad económica.

- **Triturador de basura.**

Un triturador de basura, parece en principio una buena solución, ya que permite reducir los residuos a un tamaño mucho menor del original, teniendo que disponer de un espacio más reducido para su almacenamiento hasta llegar a puerto. Como inconvenientes aparecen tanto el almacenamiento de estos residuos, aunque sea en menor cantidad, pero sigue produciéndose una descomposición de los restos de comida, que pueden afectar negativamente si no se almacenan en el lugar correcto y por otro lado, seguimos sin darle una salida a los lodos.

Con el fin de encontrar una solución que abarque el tratamiento de todos los residuos, descartamos esta opción.

- **Incinerador de residuos sólidos.**

Una solución más completa que la del triturador, sería un incinerador para residuos sólidos, de esta manera descartamos el problema de descomposición que se nos producía al almacenar los residuos triturados.

### **1.6.2. SOLUCIÓN ADOPTADA**

La solución finalmente adoptada es la instalación de una planta incineradora que incluya un compactador de basuras y cuyo incinerador permita la quema

de lodos y de residuos sólidos, por ser la que más solución aporta a los problemas que se generan a bordo.

El incinerador que se ha decidido instalar en este buque es de la compañía TeamTec, debido a su reconocimiento por las Sociedades de Clasificación y su cumplimiento con las normativas internacionales sobre incineradores. Respecto al modelo, se ha elegido el OGS 200C, es uno de los más pequeños que ofrece esta compañía, pero los requerimientos del buque no hacen necesaria una mayor inversión en un equipo más potente o con más capacidad.

## **1.7. RESULTADO FINAL**

### **1.7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

Los tres elementos principales que forman parte de la instalación que se va a realizar a bordo son; una zona de almacenamiento de basura, un compactador de basuras y el incinerador, estos dos últimos se ubicarán en una zona identificada como sala de incinerador.

- **Zona de almacenamiento de basuras.**

A bordo del buque se debe identificar una zona, que sea segura y cómoda, para el almacenamiento de los residuos hasta su posterior tratamiento. Lo más cómodo será situarlo cercano al compactador de basuras. En este caso vamos a ubicarlo justo frente a la zona de compactación e incineración, en un área en la que simplemente se dispondrá de unos cubos de basura identificados para cada tipo de residuos: residuos sólidos, cartón y papel, plásticos, vidrios, trapos usados, etc.

Esta zona se empleará tanto para almacenar los residuos que se tratarán a bordo como los que solo se almacenarán hasta llegar a puerto debido a sus características que imposibilitan su tratamiento a bordo.

- **Compactador de basuras.**

El compactador de basuras es un equipo cuya única misión es compactar los residuos, es decir, reducir su tamaño. Lo que hace que su almacenaje

resulte más cómodo, ya que ocupa menos. También lo podemos utilizar para los residuos cuyo vertido al mar esté permitido, ya que facilitaremos su descomposición.

La mayoría de residuos se pueden compactar, excepto los plásticos y los residuos voluminosos o muy duros.

En este caso se ha optado por instalar un modelo de la casa Delitek, el DT-200MC, por tratarse de un equipo adecuado para las necesidades que se nos presentan y por contar con una instalación y un mantenimiento muy simples. A continuación vemos una imagen del equipo:



Figura 1. Compactador de basura DT-200MC.

- **Incinerador.**

El incinerador está diseñado para quemar residuos sólidos y lodos de la sala de máquinas con el uso de gasoil para ayudar a la combustión si es necesario. El equipo es capaz de quemar 50 litros de lodos por hora o 400

litros por carga de residuos sólidos compactados. Una combinación de ambos permite un máximo de 400 Kcal/hora.

El incinerador está formado por cuatro partes principales:

- Cámara de combustión con quemador de gasoil, quemador de lodos, calentador de combustible y panel de control.
- Ventilador de gases de combustión.
- Regulador de tiro para la salida de los gases de combustión.
- Tanque de lodos con bomba de circulación y calentador.

La cámara de combustión es una cámara circular, equipada con una compuerta de alimentación de bisagra y una puerta de cenizas, las cuales pueden abrirse solo mientras el incinerador no esté quemando. La compuerta de alimentación tiene seguridad anti-llama y puede ser usada durante la operación. Para cargar una gran cantidad de residuos, la compuerta puede abrirse como una puerta antes de empezar la incineración y los residuos se colocan dentro de la cámara. Una vez terminado el proceso, el sistema de control evitará que las puertas se abran antes de que se alcance la correcta temperatura de enfriamiento.

La basura se quema por el calor radiante del quemador, los restos de materia de partículas en el flujo de gas se neutralizan por el quemador haciendo que el proceso de incineración sea ecológicamente seguro. Como los gases salen de la cámara, el aire de refrigeración extraído de la parte inferior de la carcasa se mezcla para llevar la temperatura hasta aproximadamente 310 ° C antes de la descarga. Por eficiencia, la salida de gas de combustión se encuentra en la parte superior de la cámara de combustión.

El proceso de incineración se controla por el PLC (Controlador Lógico Programable) y es analizado por un foto resistor. Las temperaturas también son monitoreadas y reguladas automáticamente por el sistema de control PLC.

Hay dos mirillas en la compuerta para permitir al operador observar la cantidad de basura en la cámara y el funcionamiento del sistema.

La cámara de combustión es de acero y está aislada con bloques refractarios especialmente diseñados. El material refractario está hecho de un cemento de alta calidad bajo de alúmina, que ofrece un buen choque térmico y evita la acumulación de escoria. Una carcasa de acero doble con una cámara de aire de refrigeración forma el exterior de la cámara de combustión.

La cámara de combustión está equipada con un quemador de gasoil de dos etapas y una boquilla de atomización con vapor o aire para los lodos. El quemador de gasóleo tiene dos etapas que son reguladas por el PLC. Además hay una tercera etapa para la quema de lodos usando vapor de agua o aire comprimido para atomizar. El quemador de lodos permite que las partículas de hasta 4 mm puedan pasar a través, siendo supervisado por el PLC.

El panel de control eléctrico está instalado en el incinerador y contiene fusibles, arrancadores, PLC y panel de operador. El panel del operador tiene una pantalla LCD y teclas para seleccionar los modos de los quemadores.

El propósito del ventilador de gases de combustión es transportar el gas de combustión de la cámara de combustión y crear una presión negativa en la cámara de combustión. El mismo ventilador aspira aire a temperatura ambiente a través de la cámara de refrigeración. El gas caliente desde el horno se diluye con el aire de refrigeración a la salida de gas de combustión en la cámara de combustión con el fin de reducir la temperatura a aproximadamente 310° C.

La válvula automática de gas de combustión se ajusta el flujo de gas en el conducto de gas de combustión y se controla desde el panel de control eléctrico que detecta la presión negativa en la cámara y regula el amortiguador para dar la presión deseada.

Las funciones del tanque de lodos del incinerador son como un tanque de servicio diario para el lodo. El aceite de desecho se suministra al incinerador desde el tanque de servicio por la bomba de circulación, antes de llegar a la

cámara de combustión hay una válvula cerrada que hace que vuelva al tanque, asegurando así una temperatura uniforme en toda la carga de aceite de residuos y una buena mezcla de los lodos y el agua. El tanque de lodos cuenta con dos válvulas de drenaje, una de ellas para agua, que va directo al tanque de agua de sentinas y otro para lodos, que se envían al tanque de lodos del buque. El tanque cuenta con un sistema de seguridad que parará la bomba de circulación y el calentador si el nivel de lodos está por debajo del mínimo. El calentador, controlado por un termostato, mantendrá la temperatura de los lodos entre 60-90° C.

También hay un tanque de servicio de gasóleo y una bomba de alimentación al incinerador. El tanque de servicio GO se llena con la bomba de trasiego de GO.

#### 1.7.2. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DEL INCINERADOR

Como hemos comentado el equipo que se instalará será el modelo OGS 200C de la compañía TeamTec, cuyas características principales son las siguientes:

Dimensiones principales (LxWxH mm)	1697x1900x1960
Peso total	3305 kg
Dimensiones de la compuerta de alimentación (WxH mm)	400x1188
Dimensiones de la esclusa de alimentación	320x320
Capacidad térmica del incinerador	400.000 Kcal/h 465 kW
Capacidad del quemador de lodos	53 l/h
Capacidad de residuos sólidos	400 l por carga
Carga continua de residuos sólidos	55 kg/h
Presión negativa	10-28 mmca
Tª de la carcasa exterior sobre la Tª ambiente	15°C
Tª de trabajo de la cámara de combustión	850-1150°C
Tª máx. de la cámara de combustión	1200°C
Tª gases de combustión	250-350°C
Viscosidad máxima de combustible	13 cSt a 40°C
Consumo de combustible trabajando a media carga	10/28 l/h
Consumo eléctrico del quemador de combustible	2 kW
Consumo eléctrico total	10 kW
Capacidad del soplador de aire del quemador	1500 m³/h
Vapor o aire comprimido requerido (atomizar lodos)	20 m³/h 7 bar



Figura 2. Foto de catálogo del incinerador.

A continuación se detallan los componentes que forman la instalación, lo primero que vemos es un esquema general del incinerador.

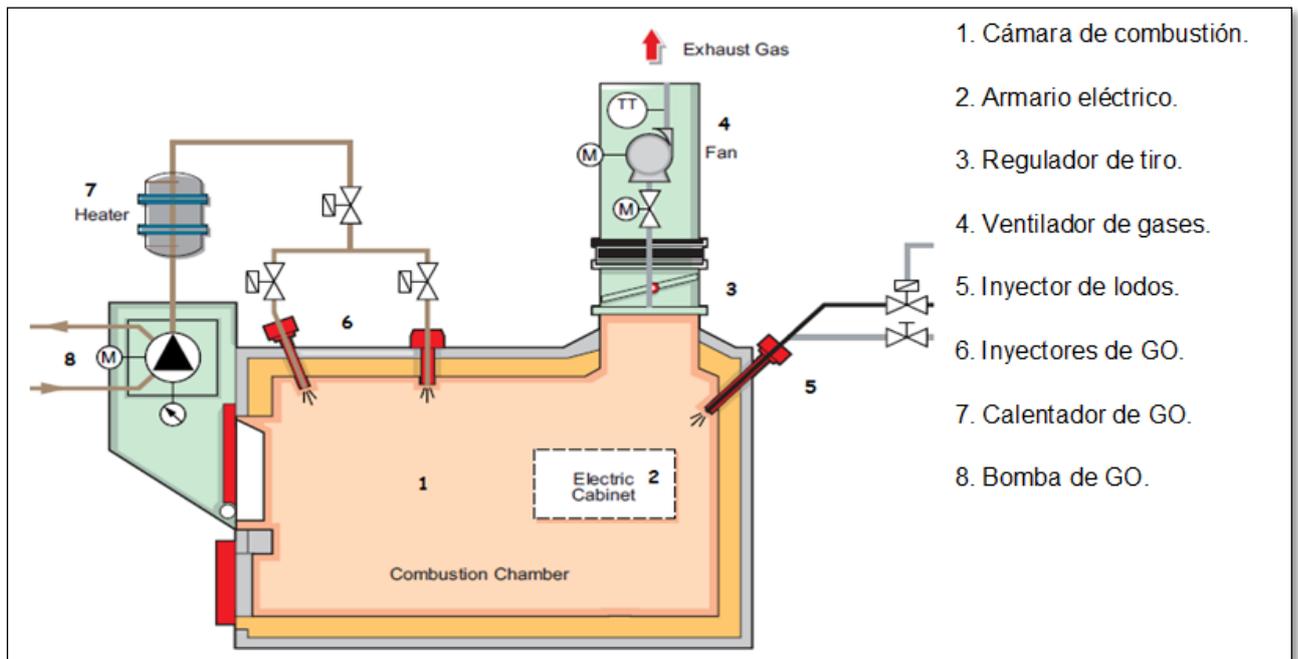


Figura 3. Esquema general del incinerador.

Hay dos elementos que vamos a acoplar a la instalación que son propios del buque, pero que debemos tener en cuenta a la hora de montaje, como son:

- Bomba de trasiego de GO del buque.

Se trata de una bomba de tornillos auto aspirante, el modelo BT-HM38D2-F de la casa Azcue, con una capacidad de 2,5m<sup>3</sup>/h a 6 bar.



Figura 4. Bomba de trasiego de GO.

- Bomba de trasiego de lodos del buque.

Es una bomba de husillo excéntrico, se trata del modelo KL30S-60.0 de la casa Azcue y tiene una capacidad de 15m<sup>3</sup>/h a 4kg/cm<sup>2</sup>.

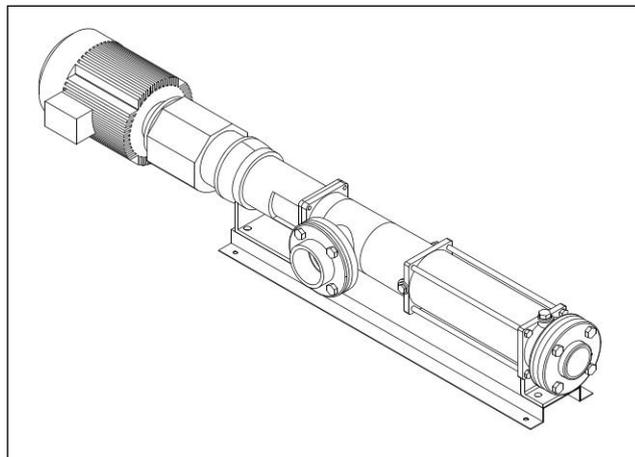


Figura 5. Bomba de trasiego de lodos.

- Panel de operador.

Las características técnicas son:

Pantalla	LCD 240x64 pixel. Monocromo. Retro iluminada
Tamaño de la pantalla	4filas de 20 caracteres u 8 filas de 40 caracteres
Capacidad de memoria	128 Kb.
Tipo de memoria	Memoria flash
PLC comunicación	RS-422 25-pin.
Puerto de impresora	RS-232 9-pin.
Dimensions (W x H x D)	211,5 x 198 x 75
Peso	1.5 kg
Tª funcionamiento	0 - 50°C
Fuente de alimentación	24VDC (20-30VDC)
Consumo de energía	100mA
Protección	IP 65

Desde el panel de operador se controla todo el funcionamiento del incinerador así como las distintas fases de operación y datos numéricos como pueden ser las temperaturas de la cámara, las presiones etc.



Figura 6. Panel de operador.

- Bomba dosificadora de lodos.

La instalación cuenta con una bomba dosificadora de lodos, situada debajo del tanque de lodos, es una bomba que cuenta con un motor (0,36 kW - 220V - 1370 rpm).

Su función es pasar lodos desde el tanque hasta el incinerador cuando sea requerido, de una forma regulada para evitar problemas en el quemador de lodos.

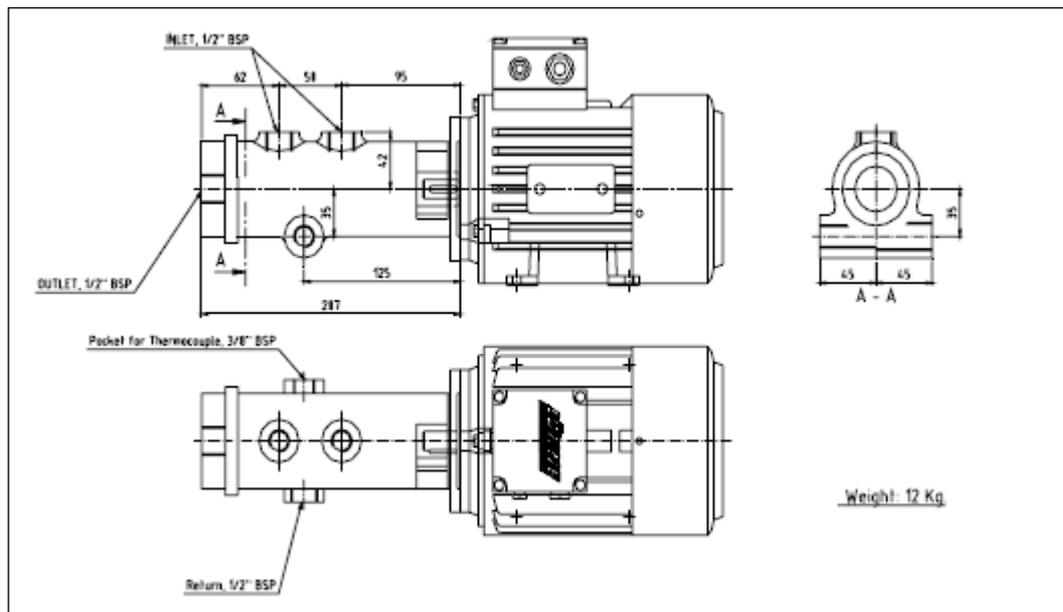


Figura 7. Esquema de la bomba dosificadora de lodos.

- Quemador de lodos.

Lo más importante respecto al quemador de lodos, es su limpieza, ya que cualquier obstrucción que sufra, repercutirá en el funcionamiento del equipo, para ello hay que seguir los siguientes pasos:

Hay que revisar el quemador de lodos con frecuencia, mínimo cada mes, y si es necesario, habrá que limpiarlo, para ello hay que:

- Aflojar los tornillos de fijación (A), y la tuerca (B) y sacar el tubo externo (C).
- Limpiar las tuberías interna y externa (C y D).
- Después de la limpieza hay que volver a montar el quemador de lodos en el orden inverso.

- Verificar que el tubo interno (D) se centra en el tubo externo (C) y ajustar con tornillos de fijación (A) si es necesario.

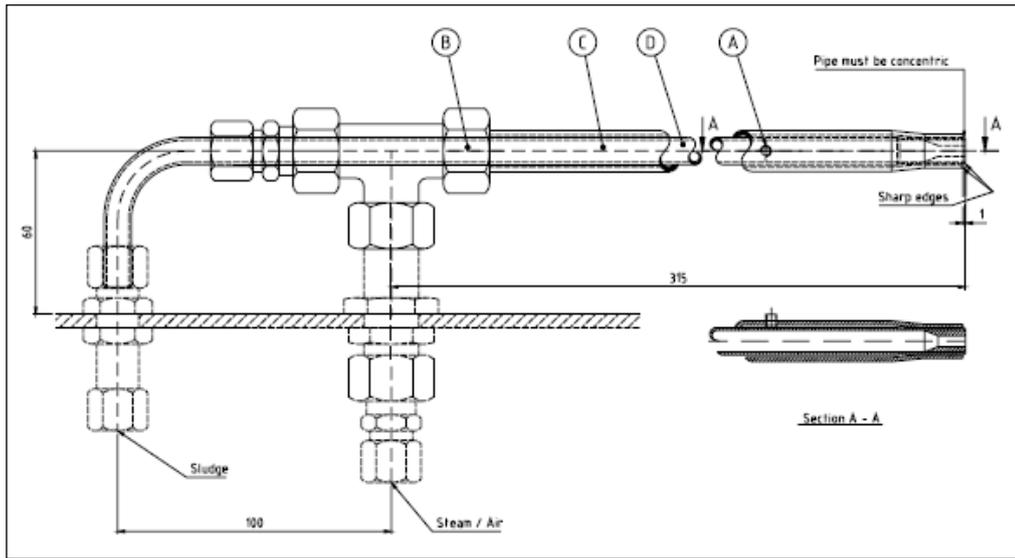


Figura 8. Esquema del quemador de lodos.

- Válvula de lodos.

La última parte del circuito de lodos antes de llegar al quemador, es la válvula de lodos, que junto con la bomba dosificadora, ayuda a regular la cantidad de lodos que llegan al quemador.

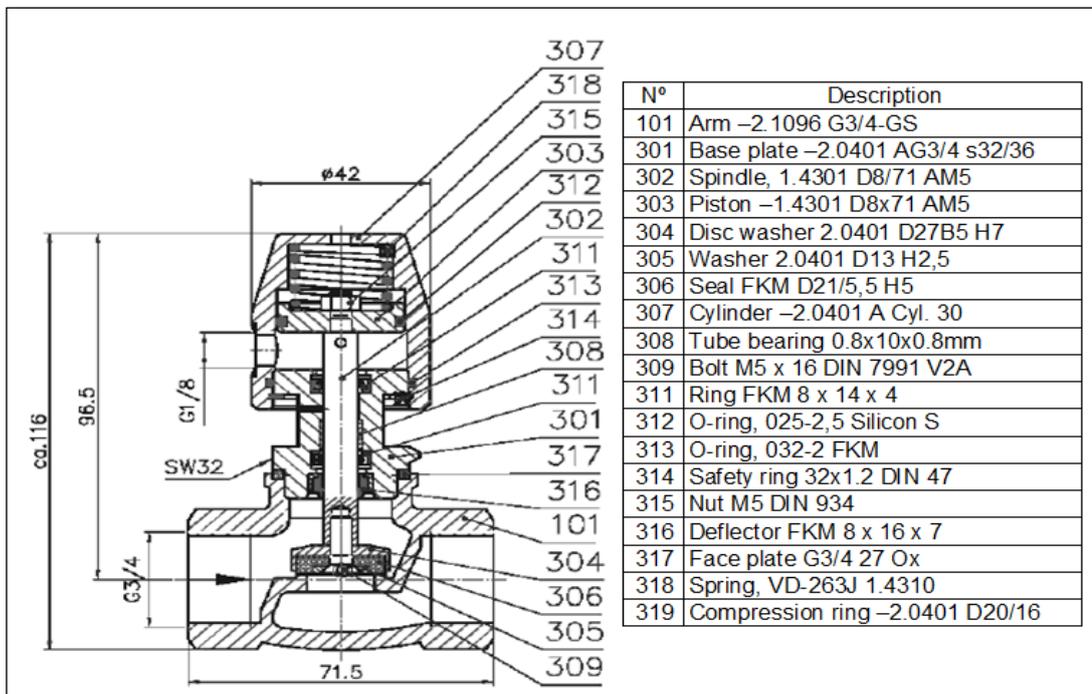


Figura 9. Esquema de la válvula de lodos.

- Bomba de combustible del quemador.

El mismo bloque incinerador, como veíamos anteriormente, cuenta con una bomba de combustible integrada, que hace que llegue el combustible a los quemadores, por ello está conectada con el tanque de servicio de combustible para el incinerador.

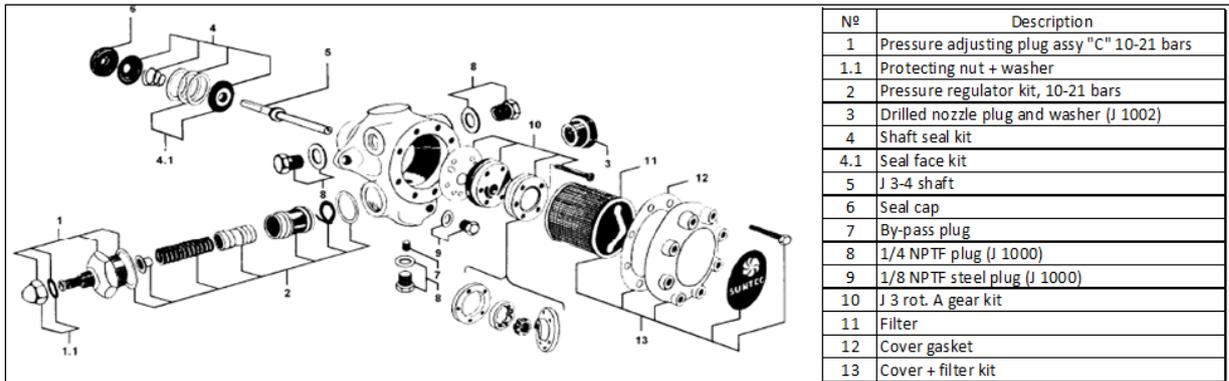


Figura 10. Esquema de la bomba de combustible del quemador.

### 1.7.3. SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN A BORDO

Debido al diseño del buque, se dispone de suficiente espacio en la cubierta de control de la sala de máquinas para instalar todos los elementos de la planta incineradora.

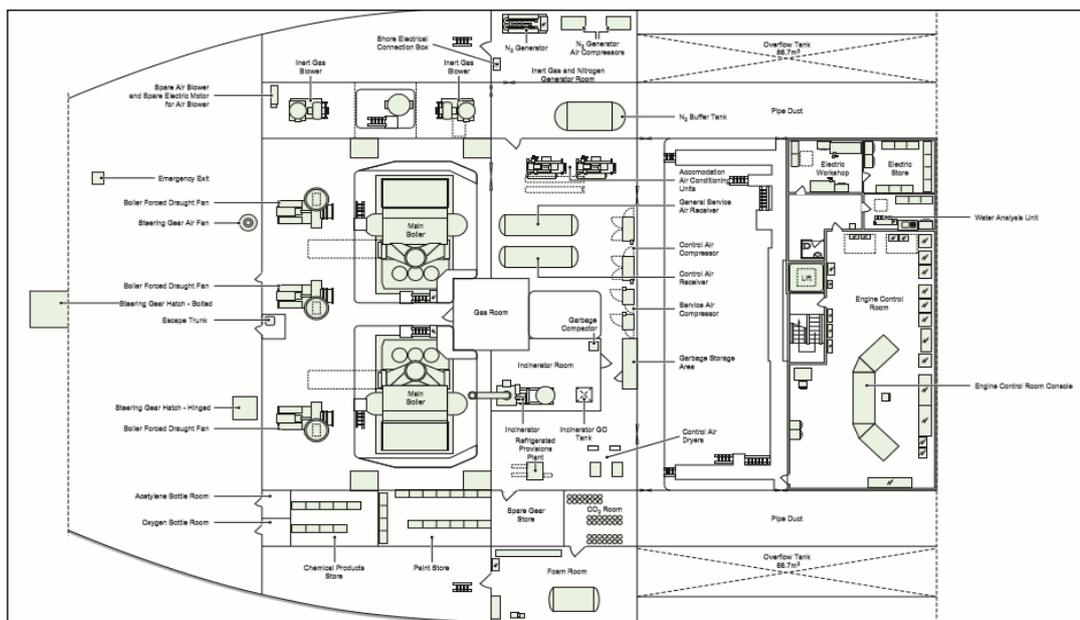


Figura 11. Visión general de la sala de máquinas.

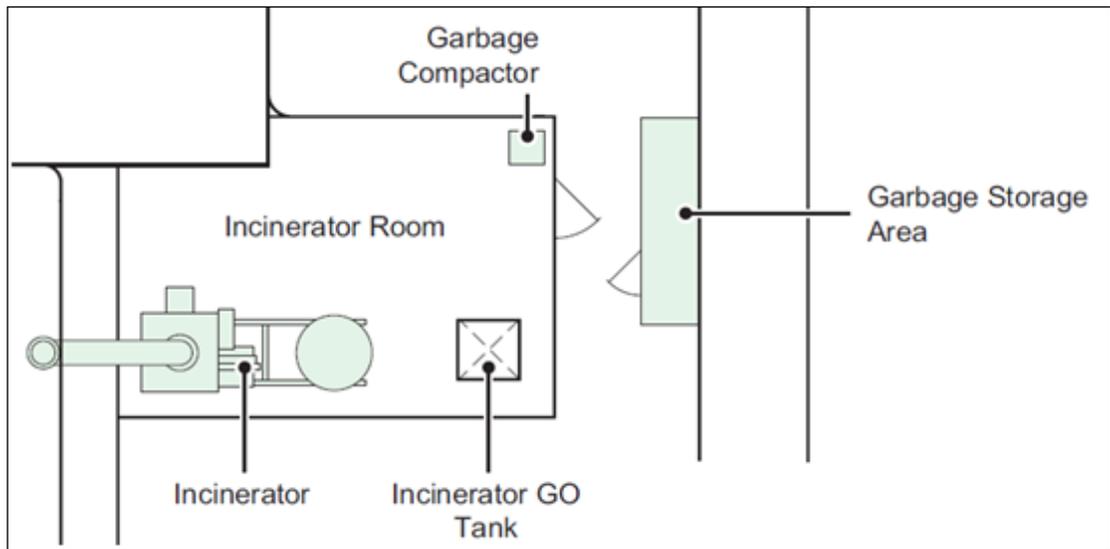


Figura 12. Detalle del área del incinerador en la sala de máquinas.

#### 1.7.4. CONEXIONES DE TUBERÍAS

- Tubería de conexión de vapor o aire: 15 DN
- Tubería de conexión del combustible: 15 DN
- Tubería de conexión de lodos: 25 DN
- Tubería de salida de los gases de combustión: 300 DN

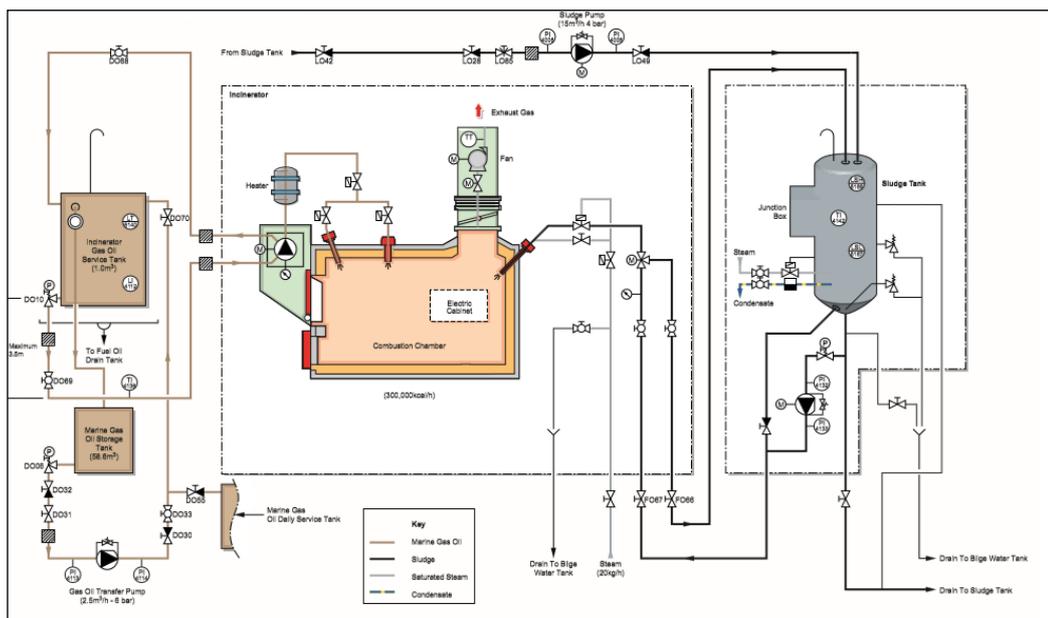


Figura 13. Esquema del incinerador con todos los elementos.

## 1.8. CÁLCULOS

### 1.8.1. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A BORDO

Para el cálculo de los residuos sólidos a bordo, tendremos en cuenta la tripulación habitual a bordo del buque, en este caso contamos con 36 personas.

Con el fin de hacer un cálculo lo más aproximado a la realidad posible, se ha consultado información del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y se concluye que actualmente se maneja una media de producción de residuos sólidos urbanos por habitante en España de 1,1 kilos/día.

$$\text{Residuos} = 1'1 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 36 \text{ tripulantes} = 39'6 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Como las rutinas diarias a bordo difieren de las habituales en tierra, tomaremos como valor 40 kg/día como el total de residuos sólidos producidos por la tripulación.

### 1.8.2. PRODUCCIÓN DE LODOS

Como hemos visto en el apartado de sistema propulsor, este buque cuenta con dos calderas que funcionan tanto con gas como con FO, cuando el funcionamiento es con gas no se producen lodos, por lo que centraremos los cálculos en el funcionamiento de las calderas con FO, dejando constancia de que hay otros elementos a bordo, como pueden ser algunos generadores que también funcionan con combustible, pero la cantidad de lodos que generan es despreciable.

Según las especificaciones de las calderas, tienen un consumo de FO para un funcionamiento a ritmo normal de evaporación de 3.641 kg/h.

$$\text{Consumo FO} = 3.641 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} = 87.384 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ t}}{1.000 \text{ kg}} = 87,384 \frac{\text{t}}{\text{día}}$$

Vamos a tomar como valor medio de los diferentes tipos de FO una densidad de 0,85 t/m<sup>3</sup>.

$$\text{Consumo FO (m}^3\text{)} = \frac{87,384 \text{ t}}{0,85 \text{ t/m}^3} = 102,8 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

La cantidad de lodos que se producen, es considerada según el MARPOL de un 0,015 del consumo de combustible.

$$\text{Lodos} = 102,8 \times 0,015 = 1,54 \text{m}^3$$

El volumen máximo de lodos producidos a bordo es de 1,54 m<sup>3</sup>/día.

### 1.8.3. VOLUMEN DEL TANQUE DE LODOS

La capacidad de almacenaje que debe tener un tanque de lodos, como mínimo, viene determinado por el MARPOL en su Anexo I, regla 17, apartado 1, interpretación 8.1, de lo que se obtiene que el tanque de almacenamiento de lodos debe tener un volumen de 2 m<sup>3</sup> ya que se trata de un buque que cuenta con incinerador de lodos y su arqueo bruto es superior a 4.000 t.

### 1.8.4. POTENCIA DE LA BOMBA DOSIFICADORA DE LODOS

La bomba que suministra los lodos al incinerador, es la bomba dosificadora, que recordamos se encuentra situada debajo del tanque de lodos y cuenta con un motor de potencia 0,36kW. Antes de realizar la instalación debemos comprobar que esta bomba tiene suficiente potencia para desarrollar su normal funcionamiento.

Nuestro fin es calcular la potencia mínima a suministrar por la bomba:

$$P = \gamma \cdot Q \cdot \Delta p$$

$\gamma$ = peso específico de los lodos (N/m<sup>3</sup>)

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$\Delta p$ = Pérdidas de carga totales

- Peso específico de los lodos

$$\gamma = \rho \cdot g = 960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9417,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$\rho$ = densidad de los lodos      g= gravedad

- Caudal

$$Q = s \cdot v = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v = \frac{\pi \cdot (0,0273 \text{ m})^2}{4} \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,927 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

s= sección D= diámetro interior de la tubería v= velocidad por la tubería

- Pérdidas de carga (fórmula de Darcy-Weisbach)

$$\Delta p = f \cdot \frac{L_t}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

f= Coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción lo obtendremos con el número de Reynolds, si este fuese menor a 2000 tendríamos un flujo laminar, por lo que no necesitaríamos emplear el diagrama de Moody, sino una fórmula simple que vemos a continuación:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad \nu = \frac{\rho}{\mu}$$

$\rho$ =Densidad  $\mu$  = Viscosidad

$$Re = v \cdot D \cdot \frac{\rho}{\mu} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,0273 \text{ m} \cdot \frac{960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,72 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}} = 18,2 < 2000 \text{ flujo laminar}$$

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{18,2} = 3,516$$

Para calcular la longitud total de la tubería necesitamos la longitud de la tubería recta según plano y una tabla que nos facilite la relación L/D de los accesorios de tuberías, como en nuestro caso son los codos de 90° y las válvulas, que tomaremos un valor estándar por encima de la media de cada tipo de válvulas y en cada posición posible.

$L_t$ = Longitud total de la tubería

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3$$

$L_1$ = Longitud de la tubería recta

$$L_1 = 1,25 \text{ m}$$

$L_2$ = Longitud equivalente de los codos

$$L_2 = N^{\circ} \text{ codos} \cdot D \cdot L_e / D = 2 \cdot 0,0273 \cdot 27 = 1,47 \text{ m}$$

$L_3$ = Longitud equivalente de las válvulas

$$L_3 = N^{\circ} \text{ válvulas} \cdot D \cdot L_e / D = 5 \cdot 0,0273 \cdot 160 = 21,84 \text{ m}$$

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3 = 1,25 + 1,47 + 21,84 = 24,56 \text{ m}$$

$$\Delta p = f \cdot \frac{L_t}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 20,68 \cdot \frac{24,56 \text{ m}}{0,0273 \text{ m}} \cdot \frac{(0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot 0,1 = 23,7$$

$$P = \gamma \cdot Q \cdot \Delta p = 9417,6 \cdot 2,927 \cdot 10^{-4} \cdot 23,7 = 65,32 \text{ W} = 0,065 \text{ kW}$$

La conclusión de este cálculo es que la bomba instalada tiene una potencia más que suficiente para suministrar lodos desde el tanque hasta el incinerador.

#### 1.8.5. CAPACIDAD DEL VENTILADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN

Los gases de la combustión salen por el conducto de humos del incinerador hasta llegar a la chimenea general del buque, ayudados por un ventilador, lo que debemos determinar antes de su instalación es si la presión que suministra el ventilador para que todos los gases salgan, es suficiente para llevarlos hasta lo más alto de la chimenea, para ello calcularemos las pérdidas de carga que se producen hasta la salida de los gases.

$$\Delta p = \Delta p_{\text{incinerador}} + \Delta p_{\text{gases}} \cdot \left( \frac{\gamma_{\text{gases}}}{\gamma_{\text{agua}}} \right) - T$$

Siendo "T" el tiro térmico (o natural) provocado por la diferencia de densidad entre el gas en el interior de la chimenea y el aire exterior.

La caída de presión del incinerador la conocemos por la ficha técnica de la casa constructora, en este caso:

$$\Delta p_{\text{incinerador}}^{\text{máx.}} = 28 \text{ mmca}$$

La caída de presión de los gases, la tenemos que dividir en tres partes, desde el incinerador hasta la válvula, la válvula como accesorio y por último el tramo hasta la salida de gases de la chimenea.

$$\Delta p_{\text{gases}} = (\Delta p_1 + \Delta p_v + \Delta p_2) f_s$$

“fs” es un factor de seguridad que es necesario considerar para tener en cuenta los siguientes factores:

- Imperfecciones en la construcción de la chimenea (medidas transversales, rugosidad media, resistencia térmica y falta de estanquidad).
- Efectos de condiciones atmosféricas adversas.
- Anormalidades en el funcionamiento del generador de calor (exceso de aire superior al previsto y sobrecargas).
- Las imperfecciones en la construcción se reducen al mínimo con el empleo de chimeneas prefabricadas, cuya calidad queda garantizada por el fabricante.

Para chimeneas metálicas construidas “in situ” se toma el valor  $f_s = 1,3$ .

Volvemos a emplear la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$\Delta p_1 = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$L = 2,5\text{m}$  según planos del buque

$D = \text{DN } 300$  lo que supone un  $D_{\text{int}} = 0,3097\text{m}$  según tabla de DN

$Q = 8000 \text{ m}^3/\text{h}$  según especificaciones del fabricante

$$v = \frac{Q}{s} = \frac{8000 \text{ m}^3/\text{h}}{\frac{\pi \cdot (0,3097\text{m})^2}{4}} = 106198,33 \frac{\text{m}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 29,49 \text{ m/s}$$

Para calcular el coeficiente de fricción recurrimos en primer lugar al número de Reynolds:

$$Re = D \cdot v \cdot \frac{\rho}{\mu}$$

$\rho$  = Densidad de los gases (350°C) = 0,753 kg/m<sup>3</sup>

$\mu$  = Viscosidad de los gases = 1,81.10<sup>-5</sup> kg/m.s

$$Re = 0,3097 \cdot 29,49 \cdot \frac{0,753}{1,81 \cdot 10^{-5}} = 3,79 \cdot 10^5$$

El factor de fricción “f” puede obtenerse, de forma exacta, de la ecuación de Colebrook o, también, con suficiente precisión, mediante ecuaciones aproximadas de solución directa en función de la rugosidad de la superficie interior r (mm), del diámetro hidráulico D (m) y del número de Reynolds Re (adimensional). Una expresión muy simple, válida para rugosidades (ficticias) entre 0,5 mm y 5 mm y números de Reynolds entre 3000 y 1000000, es la siguiente indicada en la norma UNE 132.100:

$$f = 0,118 \frac{r^{0,25}}{D^{0,4}}$$

Del capítulo C-7 de la norma UNE 123.001 se toma como rugosidad media (ficticia) de la chimenea el valor 0,75 mm.

$$f = 0,118 \frac{0,75^{0,25}}{309,7^{0,4}} = 0,01121$$

Así para el primer tramo de 2,5 m:

$$\Delta p_1 = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,01121 \cdot \frac{2,5m}{0,3097m} \cdot \frac{(29,49m/s)^2}{2 \cdot 9,81m/s^2} = 4.1407 \text{ m. c. gases}$$

Para calcular la pérdida sufrida en la válvula, utilizaremos un coeficiente de las tablas de pérdidas de carga en accesorios, que nos indica que para una válvula de compuerta se considera K=0,2

$$\Delta p_v = k \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,2 \cdot \frac{(29,49m/s)^2}{2 \cdot 9,81m/s^2} = 8,865 \text{ m. c. gases}$$

En relación al último tramo de la salida de gases, calculamos para una longitud total de 37,5 metros (según plano serían 33,5m, pero le sobredimensionamos 4 m), al tener el mismo diámetro de salida que de entrada, el coeficiente de fricción es el mismo.

$$\Delta p_2 = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,01121 \cdot \frac{37,5m}{0,3097m} \cdot \frac{(29,49m/s)^2}{2 \cdot 9,81m/s^2} = 60,17m.c.gases$$

$$\begin{aligned} \Delta p_{gases} &= (\Delta p_1 + \Delta p_v + \Delta p_2) f_s = (4,1407 + 8,865 + 60,17) \times 1,3 = \\ &= 95,129 m.c.gases \end{aligned}$$

El tiro térmico (o natural) provocado por la diferencia de densidad entre el gas en el interior de la chimenea y el aire exterior está dado, en Pa, por la siguiente ecuación:

$$T = g H (\rho_e - \rho_h)$$

La magnitud H, que es la altura eficaz, representa la distancia vertical entre la salida de humos del incinerador (su eje, si la boca es vertical) y la boca de salida de la chimenea (40 m)

$\rho_e$  y  $\rho_h$  son las densidades del aire exterior y de los humos

g es la aceleración de la gravedad: 9,81 m/s<sup>2</sup>

Sustituyendo:

$$T = g H (\rho_e - \rho_h) = 9,81 \times 40(1,2 - 0,753) = 175,4 Pa = 17,54 mmca$$

Volviendo a la fórmula que describimos al principio:

$$\Delta p = \Delta p_{incinerador} + \Delta p_{gases} \cdot \left( \frac{\gamma_{gases}}{\gamma_{agua}} \right) - T$$

$$\gamma_{gases} = \rho \cdot g = 0,753 \cdot 9,81 = 7,38693$$

$$\gamma_{agua} = \rho \cdot g = 1000 \cdot 9,81 = 9810$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= \Delta p_{incinerador} + \Delta p_{gases} \cdot \left( \frac{\gamma_{gases}}{\gamma_{agua}} \right) - T = 28 + 97601 \cdot \frac{7,38693}{9810} - 17,54 \\ &= 82,092 mmca \end{aligned}$$

La presión suministrada por el ventilador según los datos del fabricante es de 150 mmca, por lo que es suficiente para expulsar los gases al exterior aún instalando el incinerador a 36 metros de la salida de gases.

## **1.9. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS**

El orden de prioridad en la información será:

- 1) Planos.
- 2) Pliego de condiciones.
- 3) Presupuesto.
- 4) Memoria.

## **1.10. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento del incinerador se debe hacer según las instrucciones del fabricante, tanto para conseguir un buen funcionamiento del sistema como para conservar la garantía del producto. Para ello se deberá llevar un control de los distintos mantenimientos que se realizan, que son los siguientes:

### **1.10.1. MANTENIMIENTO DIARIO**

- a. Comprobar el estado de la cámara de combustión. Quitar todas las cenizas y la escoria una vez terminada la incineración.
- b. Las entradas de aire del fondo de la cámara de combustión deben estar siempre limpias.
- c. Comprobar la presión del combustible. Su valor normal es 16 bar.
- d. Comprobar la presión de los lodos. Su valor normal es 0,2 bar.

### **1.10.2. MANTENIMIENTO SEMANAL**

- a. Limpiar el foto resistor del quemador.
- b. Comprobar que las entradas de aire a la cámara de combustión y las entradas del aire de refrigeración no estén obstruidas.

### **1.10.3. MANTENIMIENTO MENSUAL**

- a. Comprobar las correas y su tensión del ventilador de los gases de combustión.
- b. Comprobar el estado del refractario.

- c. Comprobar los quemadores de combustible.
- d. Comprobar el quemador de lodos.
- e. Lubricar todas las piezas móviles.
- f. Comprobar el parachispas (si está instalado) y limpiar si es necesario.

#### 1.10.4. SEMESTRAL

- a. Comprobar y limpiar si hace falta el filtro de la bomba de combustible.
- b. Comprobar y limpiar si hace falta el filtro de la línea de combustible.
- c. Comprobar el rotor y el estator de la bomba de dosificación de lodos.
- d. Cambiar la grasa en los rodamientos del ventilador.
- e. Comprobar visualmente el termopar de la cámara de combustión.

#### 1.10.5. ANUAL

- a. Comprobar la pintura. Asegurarse de que no está rayada o quebrada.
- b. Comprobar los sistemas de control y alarma de acuerdo con el "Test de funcionamiento y dispositivos de seguridad" del manual de instrucciones.
- c. Comprobar todos los dispositivos de seguridad y calibrar si es necesario.
- d. Comprobar si hay fugas en las válvulas del sistema de combustible.
- e. Comprobar si hay fugas en la válvula solenoide del sistema de combustible.
- f. Cambiar los inyectores de los quemadores de combustible.

## 1.11. SISTEMAS CONTRAINCENDIOS EN LA PLANTA INCINERADORA

### 1.11.1. EQUIPOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Todo el local del incinerador (representado con rayas amarillas en la figura 12) tiene un sistema de agua nebulizada, que veremos a continuación. También tenemos un extintor de agua nebulizada en la zona de almacenamiento de basuras. Como vemos en la figura 14, se dispone de un sistema completo de extinción por CO<sub>2</sub> y un extintor de 9Kg de polvo seco.

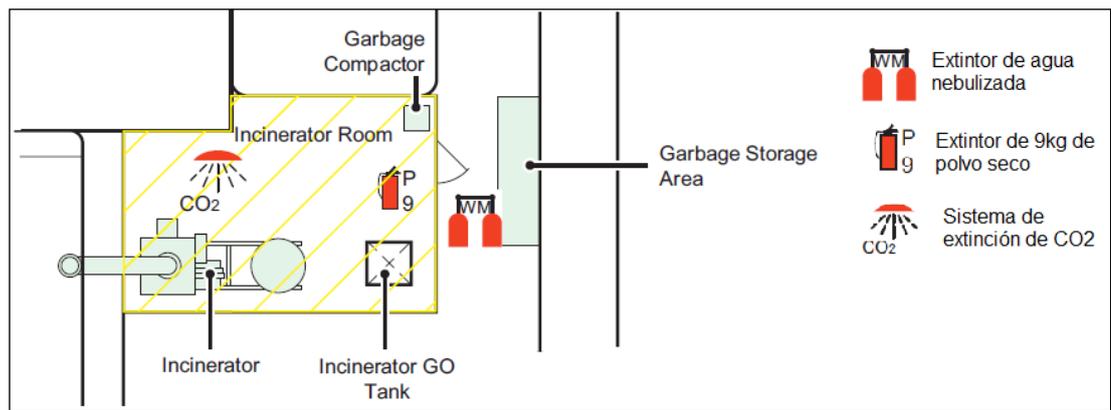


Figura 14. Equipos de extinción de incendios.

### 1.11.2. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS CON AGUA NEBULIZADA

El sistema de agua nebulizada, tiene como función la extinción de incendios en espacios reducidos, intentando evitar en la medida de lo posible daños sobre la instalación, ya que al ser nebulizada la cantidad de agua es menor que si fuesen salidas de incendios convencionales.

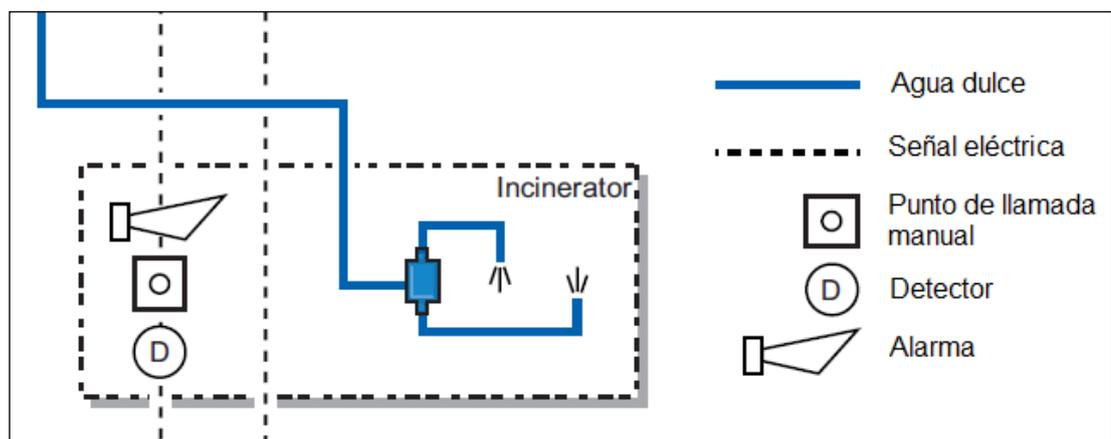


Figura 15. Sistema de extinción de incendios con agua nebulizada.

### 1.11.3. EQUIPOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y ALARMAS

En la zona en la que se instala el incinerador, nos encontramos con diferentes alarmas y sistemas de detección, como son los de gases, humos y temperatura, también se instalarán dos detectores de humos en la zona de almacenamiento de basuras.

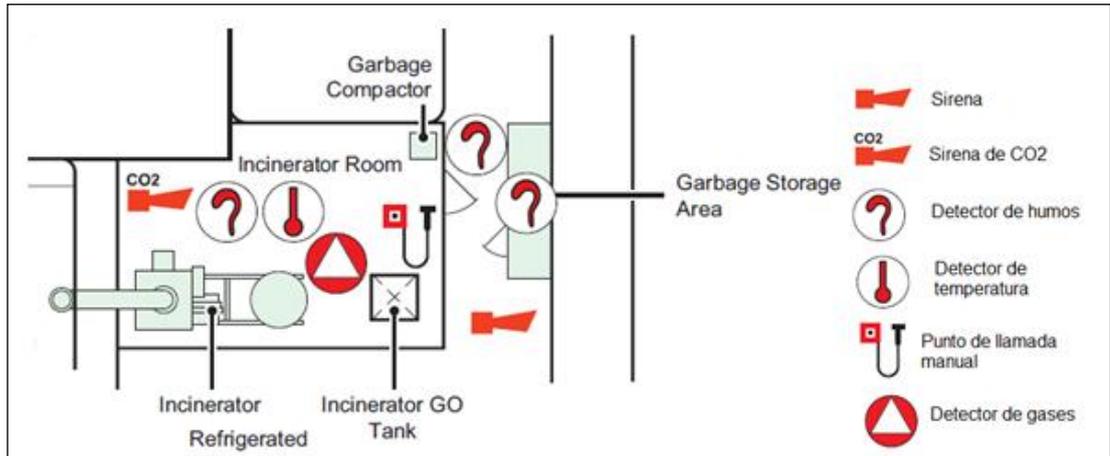
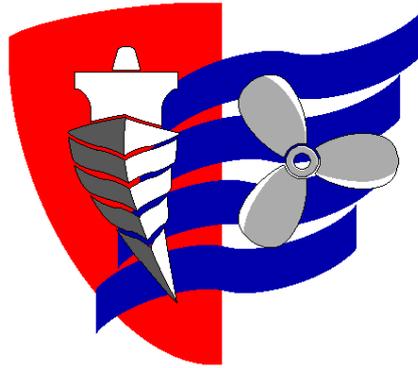


Figura 16. Equipos de detección de incendios y alarmas.

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



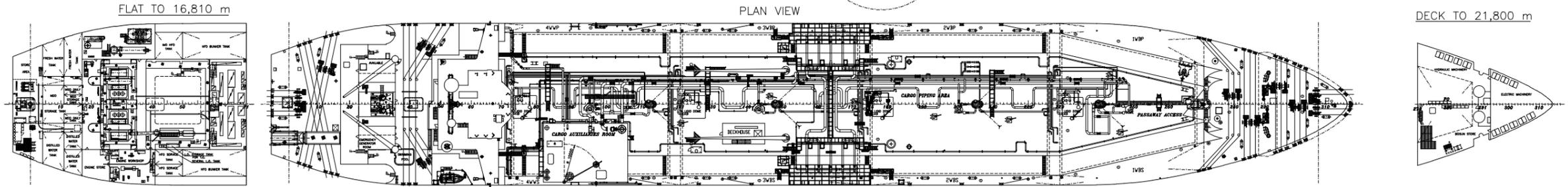
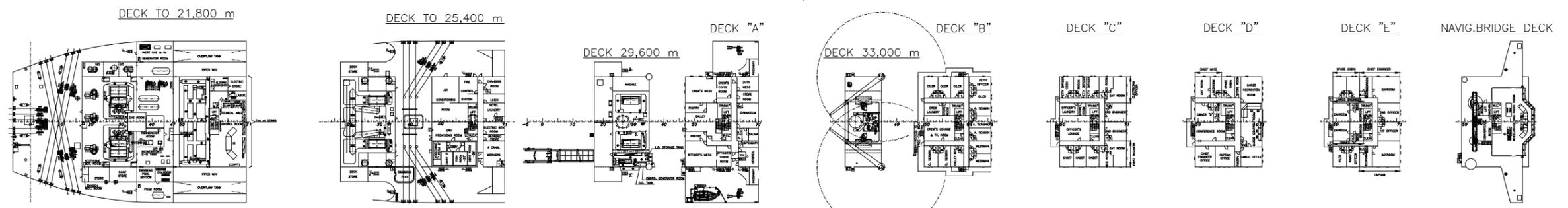
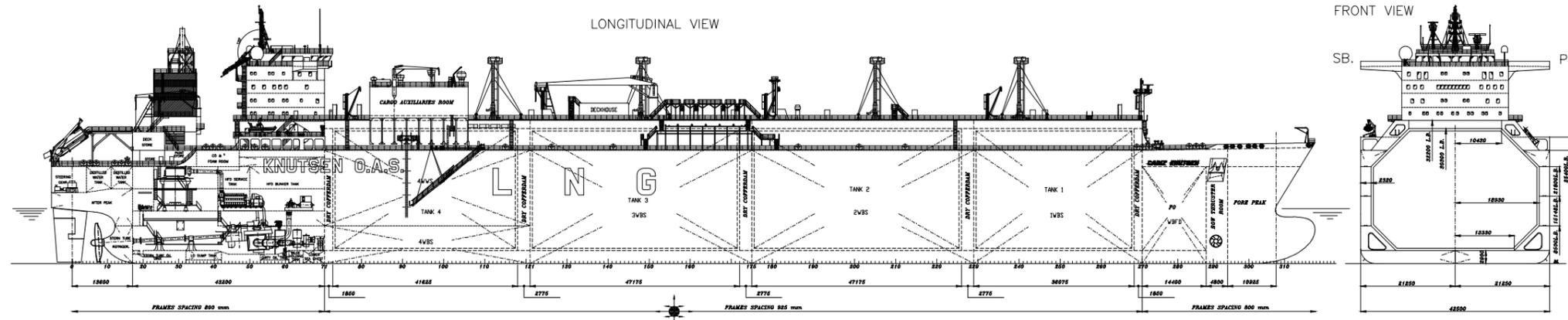
**PLANOS**

## **2. PLANOS**

### **2.1. ÍNDICE DE PLANOS**

Los planos que acompañan este proyecto pretenden dar una visión de la instalación que se llevará a cabo, en algunos de ellos se ha representado alguna instalación que no influye directamente en el proyecto, pero que debe convivir con nuestra instalación, como es el caso de la salida de gases o los diferentes tanques de lodos de los que dispone el buque.

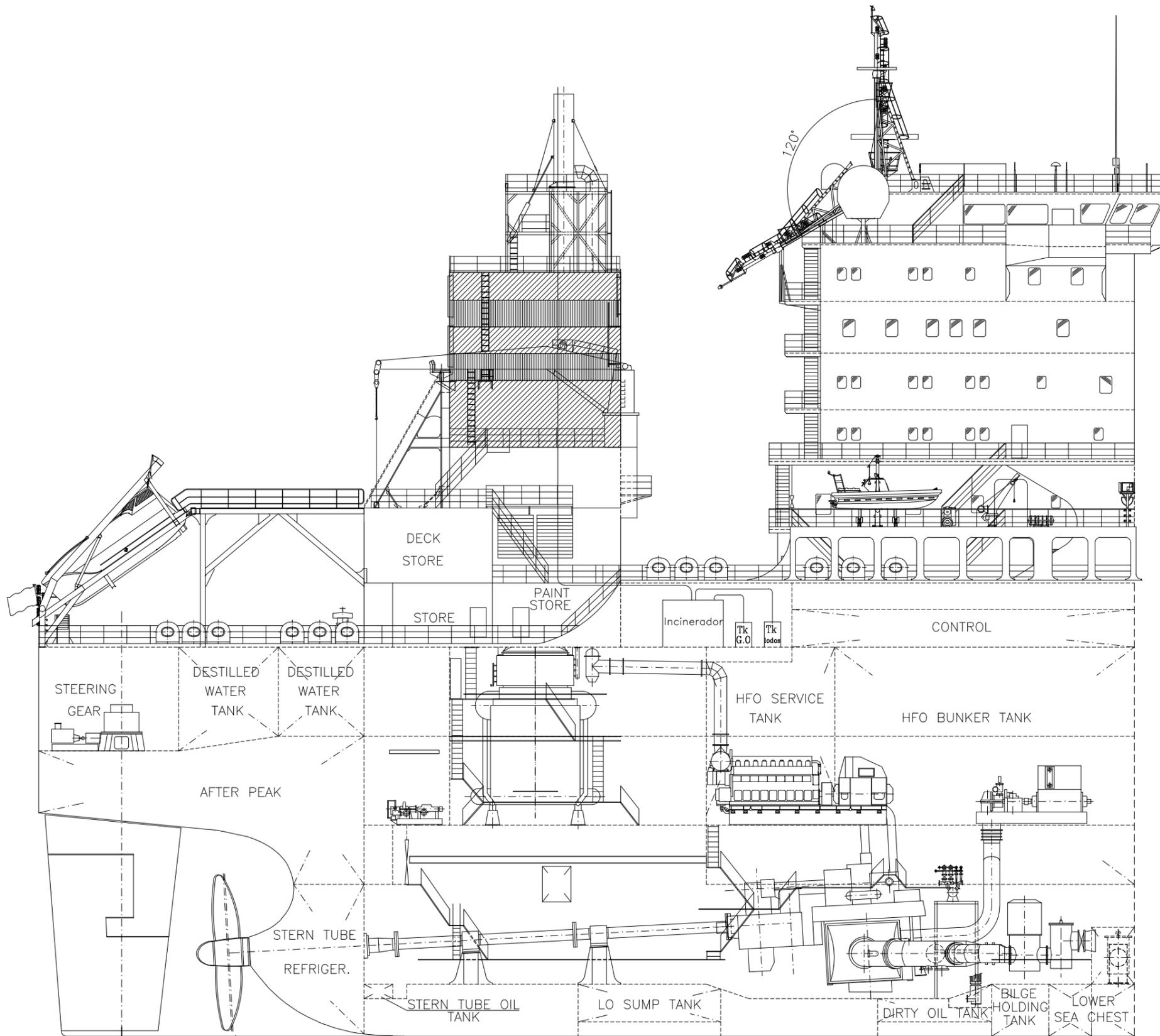
1. Disposición general del buque.
2. Cubiertas general.
3. Cubierta control de máquina.
4. Salida de gases.
5. Trasiego de lodos.
6. Incinerador.
7. Esquema incinerador.



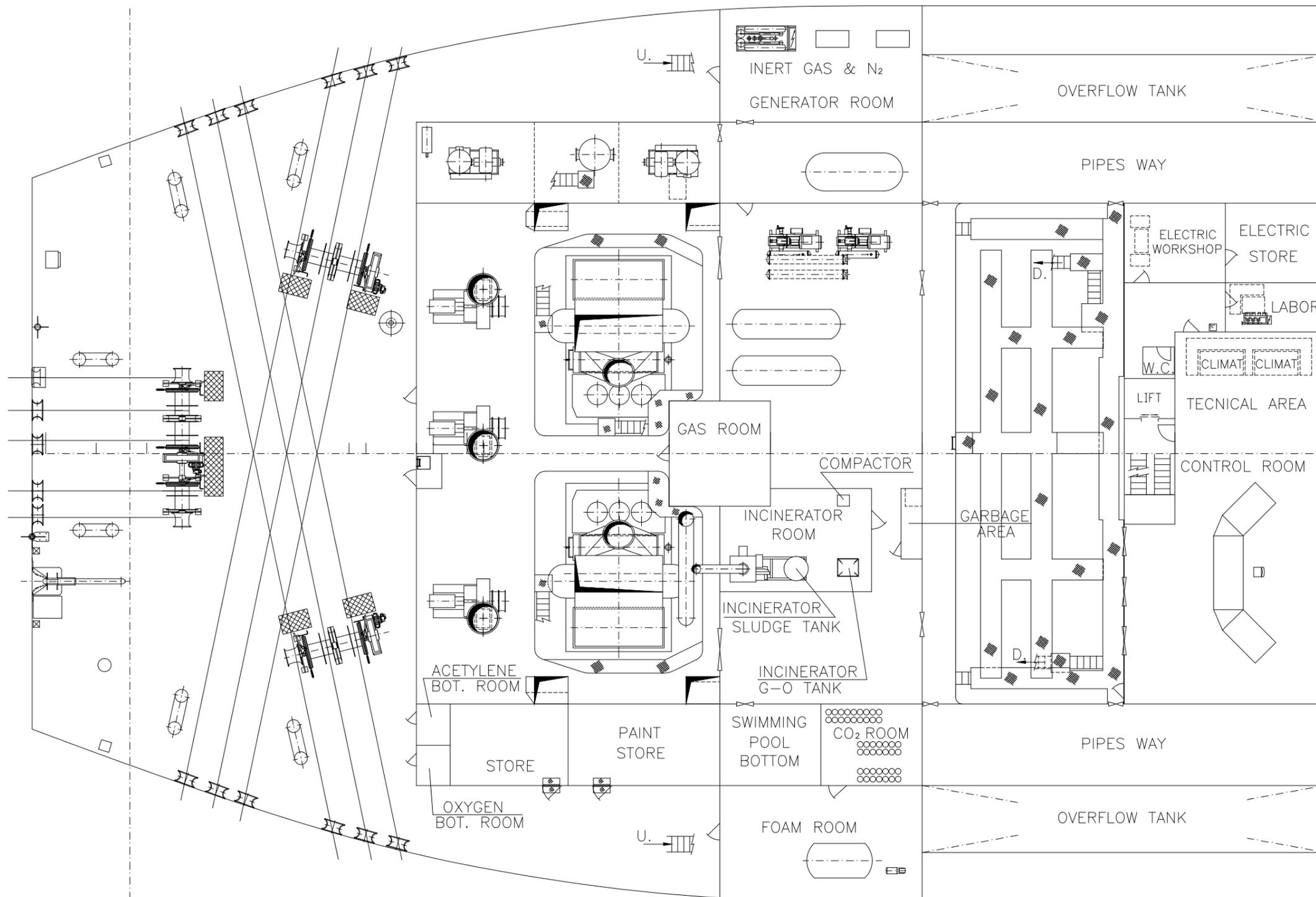
**MAIN DIMENSIONS**

LENGTH OVERALL	284,379 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	271,000 m
BREADTH MOULDED	42,500 m
DEPTH TO MAIN DECK	25,400 m
DESIGN DRAUGHT	11,400 m

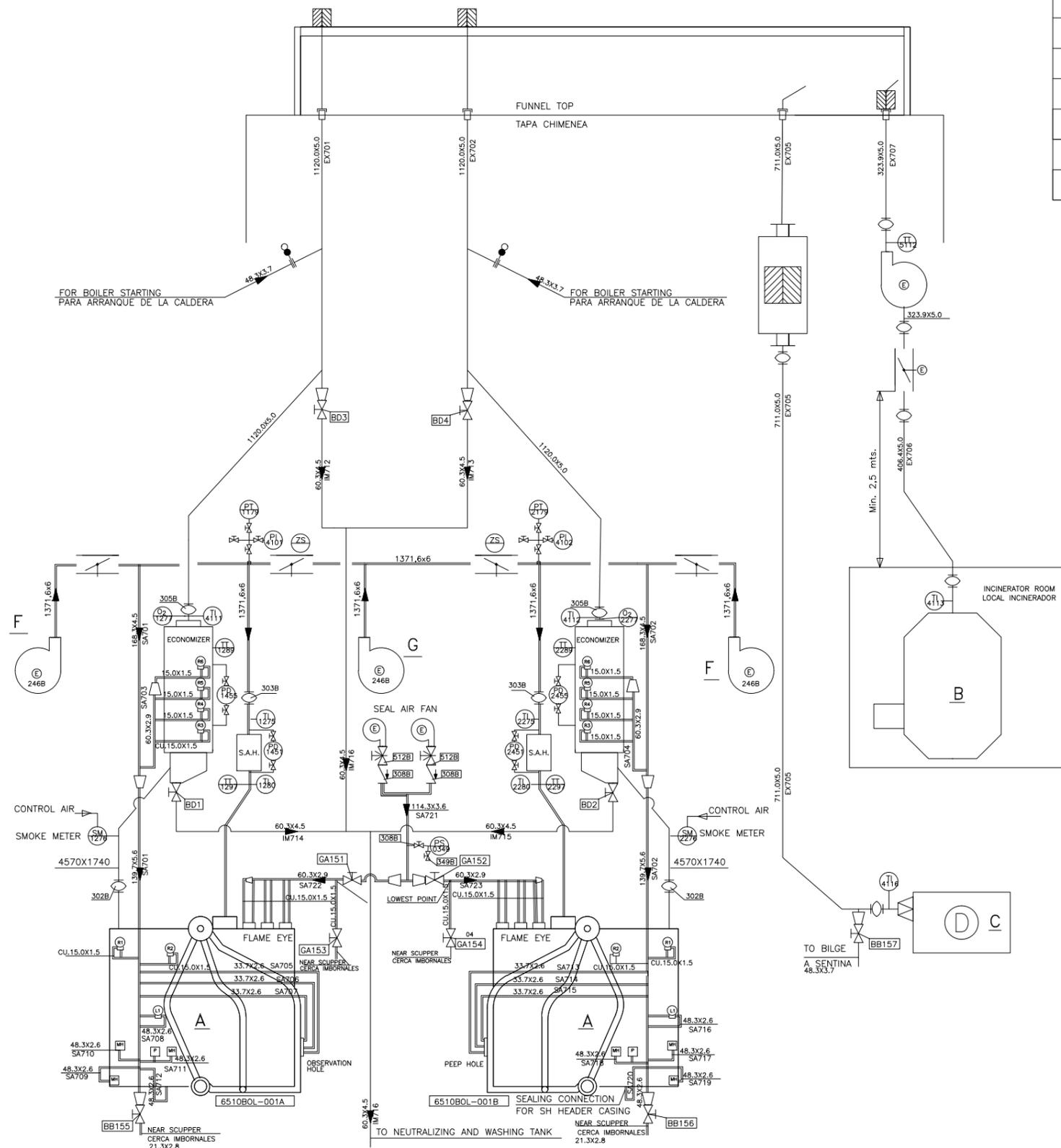
<i>Escuela Técnica Superior de Náutica</i>		Ingeniero: Laura Espeso Haya	
Proyecto: Instalación de un incinerador en un buque LNG		Referencia Plano   General 001	
Escalas 1:1250	Plano General	Firmado Laura E. Fecha Octubre 2014	El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.
			Hoja No. 001



Escalas		Cubiertas		Firmado		El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.		Ingeniero:	
								Laura Espeso Haya	
1:250		General		Laura E.		Fecha		Referencia	
								002	
1:250		General		Laura E.		Fecha		Plano	
								002	
1:250		General		Laura E.		Fecha		Cubiertas	
								002	
1:250		General		Laura E.		Fecha		General	
								002	
1:250		General		Laura E.		Fecha		Hoja No.	
								002	



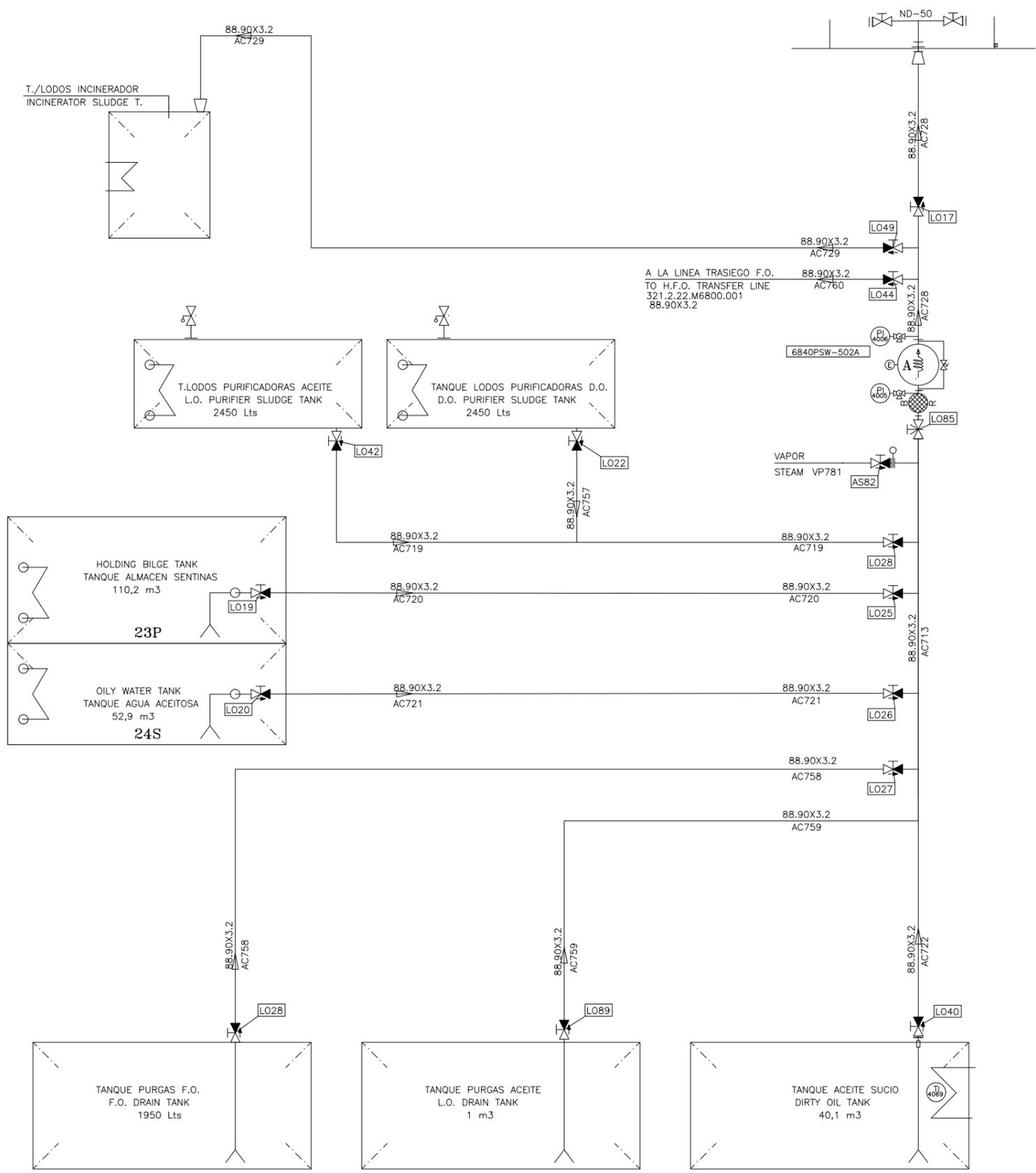
<i>Escuela Técnica Superior de Náutica</i>		Ingeniero: Laura Espeso Haya
Proyecto: Instalación de un incinerador en un buque LNG		Referencia Plano   Control 003
Escalas 1:175	Cubierta Control Maquina	Firmado Laura E. Fecha Octubre 2014
El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.		Hoja No. 003



MARK	No.	DESCRIPTION	TECHNICAL DATA			
A	2	MAIN BOILER CALDERA PRINCIPAL	65 Tns/H			
B	1	INCINERATOR INCINERADOR	300.000 Kcal/h			
C	1	AUXILIARY ENGINE MOTOR AUXILIAR	3.150 Kw.	720 r.p.m.		
D	1	EMERGENCY GENERATOR ENGINE GENERADOR DE EMERGENCIA	550 Kw	1800 r.p.m.		
E	1	DIESEL DRIVEN AIR COMPRESSOR COMPRESOR DIESEL DE AIRE	8 m3/h	30 bar		
F	2	BOILER FORCED DRAFT FAN VENTILADOR DE TIRO FORZADO	1220 m3/min	SINGLE SPEED	550 mm.Ag.	
G	1	STAND-BY EMERG. FORCED DRAFT FAN VENT. TIRO FORZADO DE RESERVA Y EMERG.	1220 m3/min	TWO SPEED	550 mm.Ag.	

————— GAS EXHAUST OUTLET  
 SALIDA DE GAS EXHAUSTACION  
 ————— AIR INLET  
 ENTRADA AIRE

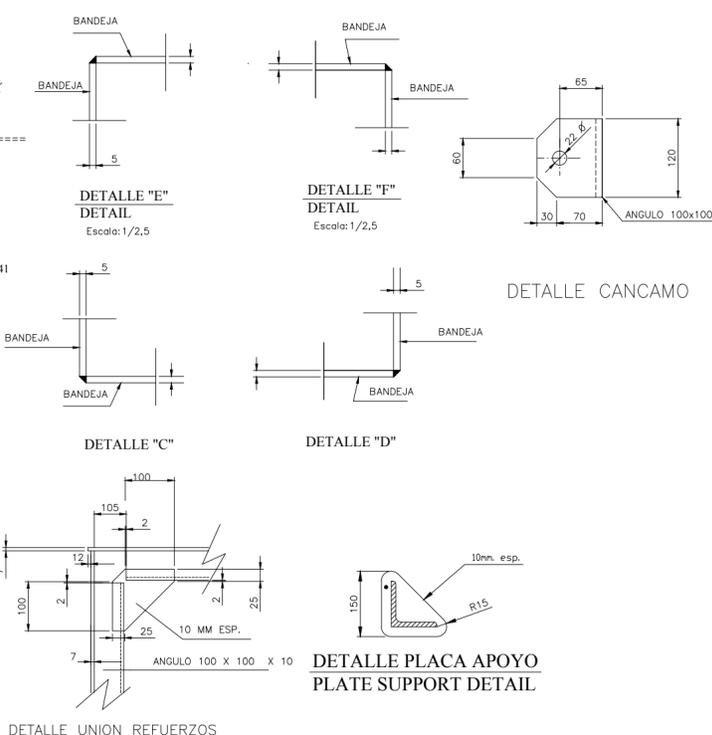
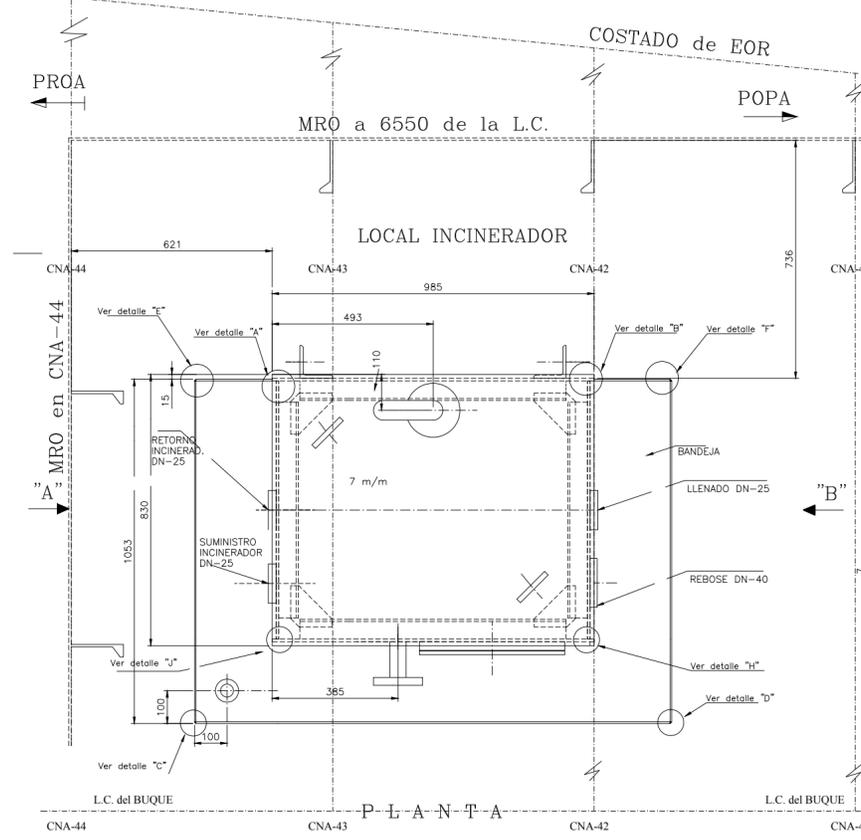
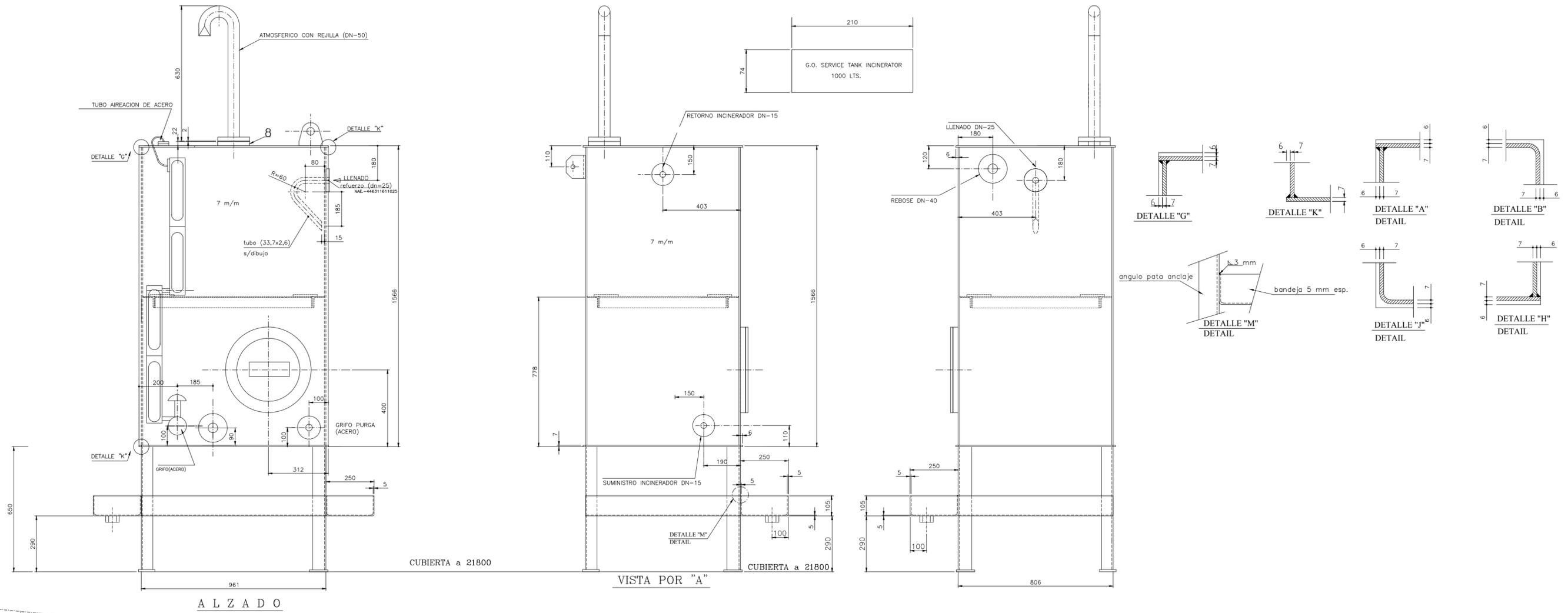
<i>Escuela Técnica Superior de Náutica</i>		Ingeniero: Laura Espeso Haya	
Proyecto: Instalación de un incinerador en un buque LNG		Referencia Plano   Salida gases 004	
Escalas -/-	Esquema Gases	Firmado Laura E. Fecha Octubre 2014	El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.
			Hoja No 004



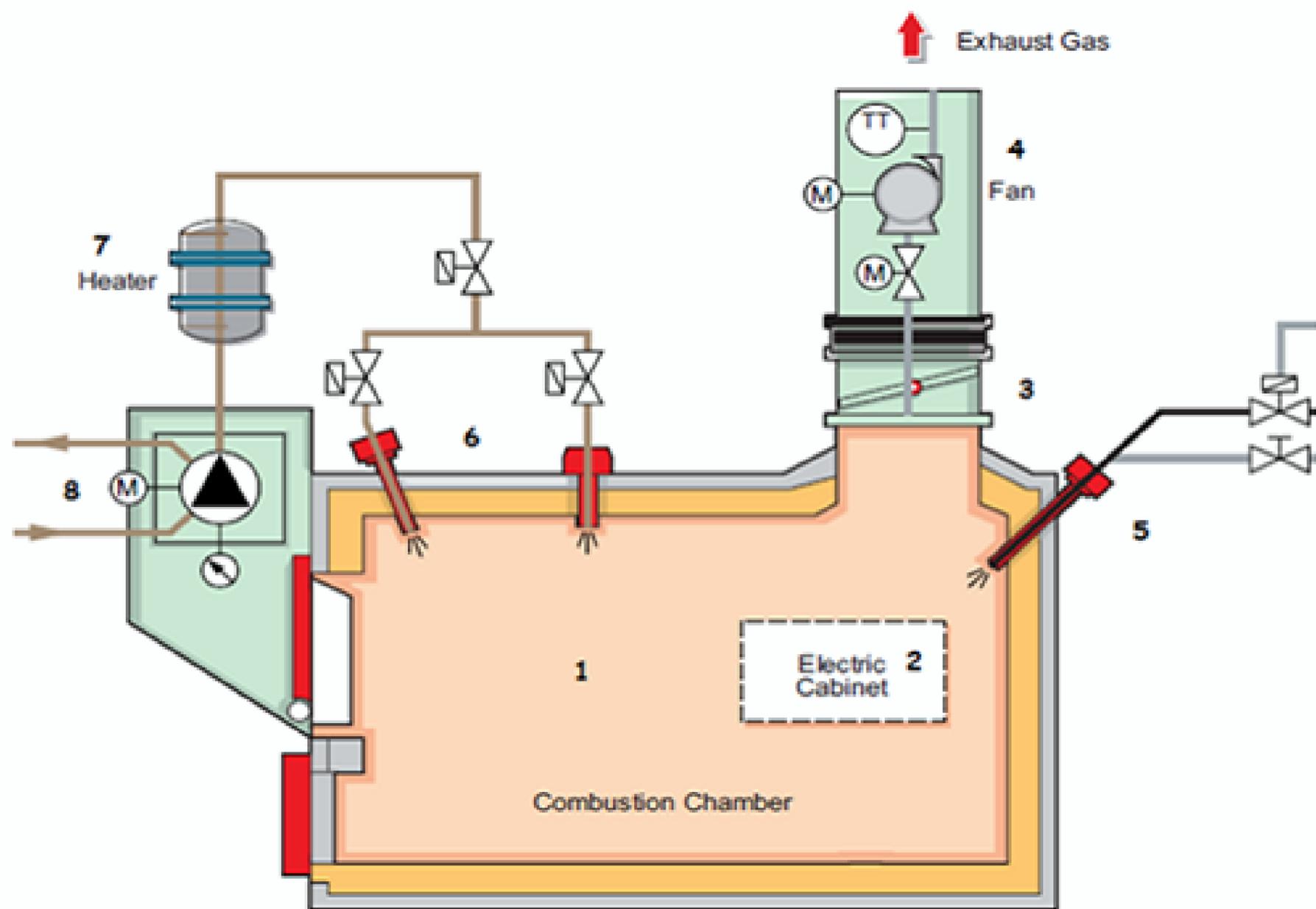
A LA LINEA TRASIEGO F.O.  
TO H.F.O. TRANSFER LINE  
321.2.22.M6800.001  
88.90X3.2

MARK	DESCRIPTION	TECHNICAL DATA		
A	1	BOMBA LODOS SLUDGE PUMP	15 m3/h	4 bar

<i>Escuela Técnica Superior de Náutica</i>		Ingeniero: Laura Espeso Haya	
Proyecto: Instalación de un incinerador en un buque LNG		Referencia	
		Plano 005	Esquema trasiego de lodos
Escalas -/-	Esquema Tanques	Firmado Laura E. Fecha Octubre 2014	El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.
			Hoja No. 005



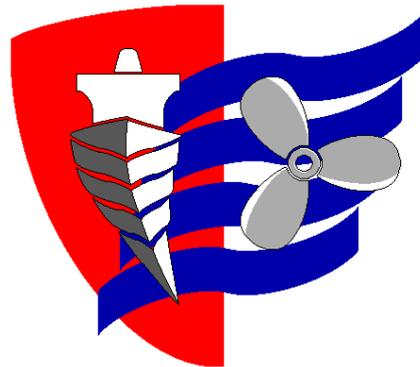
<i>Escuela Técnica Superior de Náutica</i>		Ingeniero: Laura Espeso Haya	
Proyecto: Instalación de un incinerador en un buque LNG		Referencia Plano Incinerador 006	
Escalas -/-	Incinerador	Firmado Laura E. Fecha Octubre 2014	El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.
			Hoja No. 006



1. Cámara de combustión.
2. Armario eléctrico.
3. Regulador de tiro.
4. Ventilador de gases.
5. Inyector de lodos.
6. Inyectores de GO.
7. Calentador de GO.
8. Bomba de GO.

<i>Escuela Técnica Superior de Náutica</i>			Ingeniero: Laura Espeso Haya	
Proyecto: Instalación de un incinerador en un buque LNG			Referencia Plano   Incinerador 007	
Escalas -/-	Esuema Incinerador	Firmado Laura E. Fecha Octubre 2014	El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Naval.	
			Hoja No. 007	

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



**PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

##### **3.1.1. CONDICIONES GENERALES**

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir al Astillero, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de la instalación

El Astillero está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

##### Mandos y responsabilidades:

###### *Jefe de obra:*

El contratista dispondrá a pie de obra de un técnico cualificado, quien ejercerá como Jefe de Obra, controlará y organizará los trabajos objeto del contrato siendo el interlocutor válido frente a la propiedad.

###### *Vigilancias:*

El contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

###### *Limpieza:*

El contratista mantendrá en todo momento el recinto de la obra libre de acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros debiendo retirarlos a medida que estos se produzcan.

El contratista estará obligado a eliminar adecuadamente y por su cuenta en un vertedero autorizado los desechos que se produzcan durante los trabajos a ejecutar.

Al abandonar el trabajo cada día deberá dejarse el puesto y las zonas de trabajo ordenadas.

Al finalizar la obra, esta se entregara completamente limpia, libre de herramientas andamiajes y materiales sobrantes.

Será por cuenta del contratista el suministro, la distribución y el consumo de todas las energías y fluidos provisionales que sean necesarios para el correcto y normal desarrollo de los trabajos objeto de su oferta.

*Subcontratación:*

El contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas, en todo caso el contratista responderá ante la Dirección Facultativa de Obra y la Propiedad de la labor de sus subcontratistas como si fuese labor propia.

La propiedad podrá recusar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

Durante la ejecución de las obras, la Propiedad podrá recusar a cualquiera de los subcontratistas que no realice las obras adecuadamente, tanto en calidad como en plazo, lo que notificará por escrito al Contratista. Este deberá sustituir al subcontratista sin que dicho cambio pueda originar derecho a compensación alguna en cuanto a precio o plazo de la obra.

### 3.1.2. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito internacional, como nacional o autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

### 3.1.3. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, así como todas las relativas a la

conservación de los mismos atendiendo a las particularidades de un medio hostil como es el marino.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en cualquier documento del proyecto, aún sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Astillero que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.

#### 3.1.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El Director de Obra de acuerdo con el Astillero dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Astillero.

##### Control de calidad:

Correrá por cuenta del contratista el control de Calidad de la obra de acuerdo a la legislación vigente. El control de calidad comprenderá los siguientes aspectos:

- Control de materias primas.
- Control de equipos o materiales suministrados a obra.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

Una vez adjudicada la oferta el contratista enviara a la DF el Programa Garantía de Calidad de la obra.

Todos los materiales deberán ser, como mínimo, de la calidad y características exigidas en los documentos del proyecto.

Si en cualquier momento durante la ejecución de las obras o durante el periodo de garantía, la Dirección del Proyecto detectase que algún material o unidad de obra no cumple con los requisitos de calidad exigidos, podrá exigir al contratista su demolición y posterior reconstrucción. Todos los costes derivados de estas tareas serán por cuenta del Contratista, quien no tendrá derecho a presentar reclamación alguna por este concepto.

#### Muestras:

El contratista deberá presentar para su aprobación, muestras de los materiales a utilizar con la antelación suficiente para no retrasar el comienzo de la actividad correspondiente, la dirección del proyecto tiene un plazo de tres días para dar su visto bueno o para exigir el cambio si la pieza presentada no cumpliera todos los requisitos. Si las muestras fueran rechazadas, el contratista deberá presentar nuevas muestras, de tal manera que el plazo de aprobación por parte de la dirección de obra no afecte al plazo de ejecución de las obras. Cualquier retraso que se origine por el rechazo de los materiales será considerado como imputable al Contratista.

#### 3.1.5. ORGANIZACIÓN

El Astillero actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas y en general, a todo cuanto legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Astillero a quien le corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Astillero, sin embargo, deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes de éste en relación con datos extremos.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares que el Astillero considere oportuno llevar a cabo y que no estén

reflejados en el presente, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, corriendo a cuenta propia del Astillero.

### 3.1.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva al Astillero, se comprobarán en presencia del Director de Obra, de un representante del Astillero y del armador del barco, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose el correspondiente Acta de Comprobación del Reglamento.

Dicho Acta, reflejará la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el Acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

En el plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, el Astillero presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que sobre el particular especifique el Director de Obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a la dirección de lo mencionado anteriormente.

Cuando del programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por el Astillero y el Director de Obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

El Astillero estará obligado a notificar por escrito o personalmente de forma directa al Director de Obra la fecha de comienzo de los trabajos.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego. Como mínimo deberán ser decepcionadas las obras dentro del plazo establecido para ello en la planificación de este pliego.

El contratista presentará un plan de trabajos detallado, ajustado al plazo pactado, que se desglosará en tareas y tiempos de ejecución, que deberá

ser aprobado por la Propiedad, dicho plan se incorporará como anexo al contrato, formando parte integrante del mismo.

Si se observase un retraso en el cumplimiento del plan detallado aprobado por la propiedad, la DF podrá solicitar que se tomen las medidas oportunas para recuperar dicho retraso. El coste de estas medidas de recuperación será soportado por el Contratista.

Si ocurriera un evento que se considere de acuerdo a la normativa española como causa de fuerza mayor, el contratista deberá notificar a la Dirección Facultativa tal circunstancia en el plazo máximo de dos días hábiles desde que este ocurra, indicando la duración prevista del problema y su incidencia en los plazos de ejecución de la obras (no se considerará causas de fuerza mayor los días de lluvia, agua, hielos, nevadas y fenómenos atmosféricos de naturaleza semejante).

Si el contratista cumple con la notificación del párrafo anterior, y toma las medidas oportunas para reducir al máximo la incidencia del evento de fuerza mayor, la DF autorizará la ampliación de los plazos de ejecución en el tiempo que dure la misma causa.

El incumplimiento de los plazos parcial o total de la terminación de las obras dará derecho a la Propiedad a aplicar las penalizaciones establecidas.

Cuando el Astillero, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Astillero, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

### 3.1.7. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del proyecto corresponde al Técnico Director de Obra. El Astillero está obligado a someter a éste a

cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de darle solución lo antes posible.

El Astillero se hace responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. El Astillero está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aún cuando no se halle explícitamente reflejado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto. El Astillero notificará por escrito o en persona directamente al Director de Obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de las mismas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de Obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

### 3.1.8. VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra sin variación del importe contratado.

### 3.1.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Astillero tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra específicas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en el mismo no figuren explícitamente mencionadas dichas complementarias, todo ello son variación del importe contratado.

### 3.1.10. MODIFICACIONES

El Astillero está obligado a realizar las obras que se encarguen resultantes de las posibles modificaciones del proyecto, tanto en aumento como en disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de los mismos se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Astillero y que ha sido tomado como base del contrato.

El Director de Obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo a su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra.

El Astillero no podrá, en ninguna circunstancia, hacer alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización expresa del Director de Obra. Tendrá obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresadas en este documento.

### 3.1.11. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el Astillero halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el Proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Director de Obra podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Astillero obligado a aceptar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas del Astillero la parte mal ejecutada cuantas veces sean necesarias sin que ello sea motivo de una reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### 3.1.12. MEDIOS AUXILIARES

Serán por cuenta del Astillero todos los medios y maquinarias auxiliares que sean necesarias para la ejecución de la Obra. En el uso de los mismos, estará obligado a cumplir todos los Reglamentos de Seguridad e Higiene en

el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección adecuados para sus operarios.

En el caso de rescisión por incumplimiento de contrato por parte del Astillero, podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la dirección de obra hasta la finalización de los trabajos.

En cualquier caso, todos los medios auxiliares quedarán en propiedad del Astillero una vez finalizada la obra, pero no tendrá derecho a reclamación alguna por desperfectos a que en su caso haya dado lugar.

### 3.1.13. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del Astillero la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### 3.1.14. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que, de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el Astillero, podrá este concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, previo conocimiento por escrito al Director de Obra. Los gastos derivados de la subcontratación correrán a cargo del Astillero.

### 3.1.15. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Director de Obra y la propiedad en presencia del Astillero, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

De no ser admitidas, se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Astillero para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional, sin que esto suponga gasto alguno para la propiedad.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando de la fecha de la recepción provisional, o bien el que establezca el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este periodo, queda a cargo del Astillero la conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Astillero de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudieran derivarse de defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

#### 3.1.16. CONTRATACIÓN DEL ASTILLERO

El conjunto de las instalaciones que realizará el Astillero que se decida una vez estudiado el proyecto y comprobada su viabilidad.

#### 3.1.17. CONTRATO

El contrato se formalizará mediante contrato privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Astillero como el propietario deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

#### 3.1.18. RESPONSABILIDADES

El Astillero elegido será el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas del proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el Director de Obra haya examinado y reconocido las obras.

El Astillero es el único responsable de todas las contravenciones que se cometan (incluyendo su personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que, por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Astillero es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto su personal y por lo tanto, de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### 3.1.19. RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Quiebra del Astillero
2. Modificación del Proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa.
4. Suspensión de las obras ya iniciadas.
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.
7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
8. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

## **3.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS**

### 3.2.1. MEDICIONES Y VALORACIONES DE LAS OBRAS

El Astillero verificará los planos y efectuará las mediciones correspondientes. En caso de hallar anomalías reclamará al Director de Obra y éste lo comunicará a la parte interesada.

El Astillero se pondrá de acuerdo con el Director de Obra y la parte interesada, volviendo a verificar las anomalías y en su caso se tomarán las medidas oportunas. Tal fin pretende asegurar la continuidad de las obras, sin que falte material para su ejecución y evitando de esta forma posibles retrasos.

### 3.2.2. ABONO DE LAS OBRAS

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras realizadas. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

### 3.2.3. PRECIOS

El Astillero presentará, al formalizarse el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integren el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto se fijará su precio entre el Director de Obra y el Astillero, antes de iniciar la obra, y se presentará al propietario para su aceptación o no.

### 3.2.4. REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el Astillero tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se

aplicará a juicio del Director de Obra alguno de los criterios oficiales aceptados.

### 3.2.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si por cualquier circunstancia se hiciese necesaria la determinación de algún precio contradictorio, el Director de Obra lo formulará basándose en los que han servido para la formación del presupuesto de este proyecto, quedando el Astillero obligado, en todo caso aceptarlos.

### 3.2.6. PENALIZACIONES POR RETRASOS

Por retrasos en los plazos de entrega de las obra, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

Estas cuantías podrán, bien ser cobradas a la finalización de las obras, bien ser descontadas de la liquidación final.

### 3.2.7. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriormente expuestas, o bien por el acuerdo de ambas partes, se abonarán al Astillero las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato, llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación, el periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de la nueva adjudicación.

### 3.2.8. FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Astillero deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de la obra realizada.

De no estipularse la fianza en el contrato, se entiende que se adoptará como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Astillero se negase a realizar por su cuenta los trabajos por ultimar la obra en las condiciones contratadas o atender la garantía, la propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con

cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Astillero en un plazo no superior a treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

### 3.2.9. GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DEL ASTILLERO

El Astillero tiene la obligación de montar y conservar por su cuenta el adecuado suministro de elementos básicos como agua, energía eléctrica y cuanto uso personal para las propias obras ser preciso.

Son gastos por cuenta del Astillero, los correspondientes a los materiales, mano de obra y medios auxiliares que se requieren para la correcta ejecución de la obra.

### 3.2.10. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Correrán por cuenta del Astillero los gastos derivados de la conservación de la obras durante el plazo de garantía. En este periodo, las obras deberán estar en perfectas condiciones, condición indispensable para la recepción definitiva de las mismas.

El Astillero no podrá reclamar indemnización alguna por dichos gastos, que se suponen incluidos en las diversas unidades de obra.

### 3.2.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Astillero deberá cumplir en todo momento las leyes y regulaciones relativas a seguridad e higiene en el trabajo. El incumplimiento de éstas, será objeto de sanción, siguiendo las especificaciones redactadas en el contrato, donde vendrán reflejadas las distintas cuantías en función de la falta detectada.

### 3.2.12. RESPONSABILIDAD POR DAÑOS

La propiedad tiene concertada una póliza de responsabilidad civil por daños causados a terceros, en el que figura el Astillero como asegurado. Este

seguro garantiza la responsabilidad civil de los daños causados accidentalmente a terceros con motivo de la sobras.

En dicha póliza queda garantizada la responsabilidad civil que pueda serle exigida al Astillero por daños físicos y materiales causados a terceros por los empleados del mismo.

Queda no obstante excluida toda prestación que deba ser objeto del seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social, a los cuales, en ningún caso, esta póliza podrá sustituir o complementar.

Igualmente quedan excluidas las sanciones de cualquier tipo, tanto las multas, como los recargos en las indemnizaciones exigidas por la legislación laboral.

### 3.2.13. DEMORAS

Al encargarse el trabajo, se fijará por ambas partes, el programa con la fecha de inicio y de terminación.

El Astillero pondrá los medios necesarios para ello, que deberán ser aceptados por la propiedad.

Solo se considerarán demoras excusables los retrasos o interrupciones imputables a causas de fuerza mayor, tales como huelgas generales, catástrofes naturales etc.

En el caso de que el Astillero incurra en demoras no excusables, le serán aplicadas las siguientes sanciones:

Por retraso en la incorporación del personal y otros medios necesarios para la finalización del trabajo: desde un 1% hasta un máximo de 5% por día de retraso.

Por retraso en la finalización de los trabajos o retrasos en los trabajos intermedios que expresamente se indiquen: desde un 1% de la facturación de estos encargos con un tope de un 5% por cada día de retraso.

Por incumplimiento en la limpieza y orden de las instalaciones: 300€ la primera vez, aumentando en otros 300€ las sucesivas hasta un máximo de tres veces, a partir de la cual se procederá a restituir por la propiedad las condiciones de limpieza y orden, cargando el coste al Astillero.

### **3.3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS**

#### **3.3.1. NORMAS A SEGUIR**

Las obras a realizar estarán de acuerdo y se guiarán por las siguientes normas además de lo descrito en este pliego de condiciones:

Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, del 25 de Noviembre.

Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato que se trate.

Ordenanzas Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del 9/3/71 del Ministerio de Trabajo.

Normas UNE.

Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Normas de la compañía suministradora de los materiales.

Lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos.

#### **3.3.2. PERSONAL**

El Astillero tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes al Director de Obra.

El Astillero tendrá en la obra, además del personal que requiera el Director de Obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Astillero, estará obligado a separar

de la obra a aquel personal que a juicio del Director no cumpla con sus obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obras de mala fe.

### 3.3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Describiremos de la forma más completa posible, las condiciones que deben de cumplir los materiales que se emplearán en la construcción del proyecto, siendo los más adecuados para su correcto resultado final.

### 3.3.4. ADMISIÓN Y RETIRADA DE MATERIALES

Todos los materiales empleados en este proyecto, y de los cuales se hará mención, deberán ser de la mejor calidad conocida dentro de su clase.

No se procederá al empleo de los materiales sin que estos sean examinados y aceptados en los términos que prescriben las respectivas condiciones estipuladas para cada clase de material. Esta misión será efectuada por el Director de Obra.

Se cumplirán todos los análisis, ensayos y pruebas con los materiales y elementos de obra que ordene el Director de Obra.

### 3.3.5. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno el Director de Obra, podrá encargar y ordenar análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oportunos o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en el pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio que el Director de Obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del Astillero.

### **3.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El proceso constructivo de la obra se ajustará, en la medida de lo posible, a las partidas que se describen en la Memoria de este proyecto y en el orden en que se establecen cumpliendo siempre con las medidas preventivas adecuadas.

A continuación se presenta un Estudio Básico de los Riesgos existentes en la ejecución de este proyecto.

#### **3.4.1. ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS TRABAJOS A REALIZAR**

##### **○ Caídas al mismo nivel**

Objetos abandonados en los pisos (tornillos, piezas, herramientas, materiales, trapos, recortes, escombros, etc.), cables, tubos y cuerdas cruzando la zona de paso (cables eléctricos, mangueras, cadenas, etc.), alfombras y moquetas sueltas, pavimento con desniveles, resbaladizo e irregular, agua, aceite, grasa y detergentes.

##### Prevención:

Las zonas de trabajo deberán ser lo suficientemente amplias para el tránsito del personal, mirando que el mismo esté libre de obstáculos a fin de evitar torceduras, contusiones y cortes.

Todas las herramientas, piezas y restos de objetos se almacenarán en lugares destinados para ello y no se dejarán nunca en la zona de paso de otros trabajadores o terceras personas.

Bajo ningún concepto se dejarán nunca sin estar debidamente protegidos, tapados o acordonados con barandillas rígidas, resistentes y de altura adecuada.

Se utilizará calzado de seguridad con suelas antideslizantes, y punteras y plantillas de acero.

- **Caídas a distinto nivel**

Escaleras de peldaños, escalas fijas de servicio, escalas de mano, altillos, plataformas, pasarelas, fosos, muelles de carga, estructuras y andamios, zanjias, aberturas en piso, huecos de montacargas, etc.

Prevención:

Es obligatorio utilizar el arnés de seguridad adecuado para todo trabajo en altura, efectuado desde lugares que no dispongan de protección colectiva (bordes del hueco del ascensor).

Se dispondrán líneas de vida sujetas a puntos fijos, sólidos y resistentes a los que atar los mosquetones de los cinturones de seguridad durante todos los trabajos a realizar en las condiciones descritas anteriormente.

No se arrojarán herramientas ni materiales al interior de la excavación. Se pasarán de mano en mano o utilizando una cuerda o capazo para estos fines.

Será balizado el perímetro de bordes de desniveles que no estén protegidos (por no superar la profundidad de 2 metros).

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente y normas de seguridad.

Los accesos a los al foso o partes inferiores del hueco del ascensor se realizarán mediante escaleras de mano en perfectas condiciones, siempre que la disposición del trabajo lo permita, o en su caso por las escaleras normales del buque, nunca saltando al foso para bajar o escalando por la construcción para subir.

- **Caídas de objetos de cotas superiores, materiales desplomados, manipulados o desprendidos**

Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, mercancías almacenadas, tabiques, escaleras, hundimientos por sobrecarga, etc.

### Prevención:

No se colocarán materiales, herramientas, etc., en la proximidad de máquinas o aparatos que por su situación, puedan ser atrapados por los mismos y/o que puedan caer desde altura a cotas inferiores.

Los trabajadores no pasarán ni permanecerán bajo otros operarios trabajando, ni bajo cargas suspendidas.

Las cargas suspendidas serán guiadas con cuerdas hasta el lugar de recibido.

Antes de utilizar cualquier aparato de elevación de cargas (camión grúa) se comprobará:

- a) El buen estado de los elementos de sujeción (cuerdas, cables, cadenas, eslingas y ganchos), los cuales indicarán la carga máxima que soportan, al igual que el propio aparato de elevación.
- b) Que la carga a elevar y/o transportar no excede el límite de carga, ni del aparato de elevación, ni de los elementos de sujeción.
- c) Que la carga está correctamente eslingada y/o contenida completamente en recipiente apropiado.

Cuando se maneje cualquier aparato de elevación de cargas se tendrá siempre presente lo siguiente:

- a) Revisar el trayecto a realizar por la carga y asegurarse de que todos los operarios de la zona afectada por el desplazamiento de la mencionada carga son advertidos.
- b) No avanzar con la carga si no se ve perfectamente la zona de avance de la misma.

Está completamente prohibido pasar cargas suspendidas sobre los trabajadores, así como balancear las cargas.

- **Golpes y/o cortes por objetos o herramientas**

Lesión por un objeto o herramienta que se mueve por fuerzas diferentes a la de la gravedad. Se incluyen golpes con martillos y otras herramientas de uso habitual o esporádico utilizadas por los operarios.

### Prevención:

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo, y en especial las salidas y vías previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de forma que esa sea posible utilizarlas sin dificultad en todo momento.

Los manuales de instrucciones de todas las máquinas y portátiles se encontrarán a disposición de los trabajadores que las manejen.

No se anularán los dispositivos de seguridad de las máquinas herramientas (radiales, taladros, sierras, etc.).

Todas las herramientas que se utilicen estarán en perfecto estado de uso y conservación. Se revisarán periódicamente, inspeccionando cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, partes cortantes y/o susceptibles de proyección.

Se utilizarán guantes contra agresiones mecánicas para cualquier operación de corte y para el manejo de piezas con aristas cortantes.

- **Atrapamientos en operaciones de carga**

Elementos tales como partes en rotación y traslación de máquinas, equipos, instalaciones u objetos y procesos.

### Prevención:

Para el tránsito por las instalaciones se presentará la máxima atención al movimiento de las máquinas utilizando los pasillos y zonas de paso lo suficientemente alejados de las mismas ya que, aunque estén paradas, podrían ponerse en movimiento de forma inesperada.

Durante las operaciones de manipulación mecánica de cargas sólo permanecerán en la zona los trabajadores imprescindibles para recibir el material.

La zona de recepción de materiales y/o piezas pesadas estará señalizada en su perímetro para evitar que personas ajenas a la citada operación atraviesen la zona de izado.

Se prohíbe la permanencia y/o tránsito de trabajadores bajo cargas suspendidas o bajo el radio de acción de máquinas de elevación.

En el caso de que la carga, por sus dimensiones, deba ser guiada, la guía se realizará con cuerdas, además, la operación deberá ser supervisada por el encargado.

Las labores de mantenimiento, limpieza o sustitución de útiles (brocas, discos, etc.) de la maquinaria se realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante, con ella parada y desconectada de la fuente de alimentación.

- **Atropellos por máquinas en movimiento**

Comprende los atropellos de personas por vehículos (a la hora de recepcionar el material), así como los accidentes de vehículos en los que el trabajador lesionado va sobre el mismo.

Prevención:

Deberán adoptarse medidas de organización para evitar que se encuentren trabajadores a pie de la zona de trabajo de equipos de trabajo automotores.

- **Contactos térmicos**

Accidentes debidos a las temperaturas extremas que tienen los objetos que entran en contacto con cualquier parte del cuerpo, incluyéndose líquidos y sólidos calientes.

En el caso supuesto que este tipo de causa o riesgo se presente conjuntamente con exposición a temperaturas extremas, prevalecerá ésta última.

Prevención:

Deberán seguirse escrupulosamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante del equipo de soldadura de plásticos técnicos, teniendo especialmente en cuenta las señales de advertencia relativas a las partes calientes de la máquina.

- **Contactos eléctricos (cables de alimentación, cables de máquinas, cuadros eléctricos, motores)**

Riesgo de daño por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica (cables de alimentación, cables de máquinas, cuadros eléctricos, motores, etc.).

Prevención:

Toda instalación provisional y equipos eléctricos cumplirán la normativa vigente. En todo caso se evitará que los cables estén en el suelo o en zonas húmedas y en general donde puedan ser dañados.

Los conductores eléctricos, enchufes y tomas serán revisados periódicamente y sustituidos en cuanto se observe deterioro en su aislamiento. Se revisarán periódicamente las protecciones contra contactos directos e indirectos de máquinas e instalaciones, corrigiéndose de inmediato cualquier deficiencia.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros y/o ladrones y/o alargadores, etc., sin la utilización de clavijas macho-hembra en perfectas condiciones de conservación.

Siempre se utilizarán conductores y enchufes de intemperie. Las clavijas permanecerán elevadas del suelo, especialmente en zonas húmedas o mojadas. Se evitará el abuso de ladrones.

A la hora de conectar un equipo a la red eléctrica cerciorarse de que es a la toma adecuada a la tensión que necesita el equipo.

Los conductores eléctricos no se situarán en zonas por las que circules o puedan circular vehículos. Si resulta imprescindible que atraviesen dichas zonas, estarán protegidos.

Se suspenderán los trabajos con herramientas eléctricas en régimen de lluvias. Si el lugar de trabajo está mojado se utilizarán portátiles de baterías en vez de herramientas conectadas a la red.

La instalación eléctrica que forma parte de los trabajos contratados será realizada por un instalador autorizado. La manipulación y operaciones en los cuadros eléctricos están reservadas exclusivamente al personal especializado y autorizado.

Se procederá a verificar el corte de corriente de las zonas de trabajo ateniéndose a alguno de los procedimientos de seguridad consistentes en tarjetas de corte.

- **Incendio y/o explosión**

Accidentes generados por los efectos del fuego y sus consecuencias (efectos calóricos, térmicos, humos, etc.), debido a la propagación del incendio por no disponer de medios adecuados para su extinción.

Acciones que dan lugar a lesiones causadas por la onda expansiva o efectos secundarios de deflagraciones, explosiones, detonaciones, etc.

Prevención:

Se dispondrá de un extintor de incendios de eficacia (polvo polivalente) y carga apropiada en función de los materiales combustibles en la obra.

Se avisará a los bomberos de cualquier anomalía que pueda ser origen de un incendio o una explosión.

- **Ruido**

Posibilidad de lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles.

Prevención:

Se utilizarán cascos o tapones anti ruido en los trabajos de más de 90dB, como por ejemplo, la utilización de radiales.

- **Sobreesfuerzos**

Comprende o engloba los riesgos capaces de generar accidentes debidos a la utilización inadecuada de cargas, cargas excesivas, fatiga física y movimientos mal realizados por los operarios con posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas.

Prevención:

No se transportarán manualmente cargas superiores a 25 kg. Por parte de un solo trabajador. Durante la manipulación manual de cargas se adoptarán posturas correctas, manteniendo siempre la espalda recta.

- **Agentes químicos**

Están contruidos por materia inerte no viva y puede estar presente en el aire o en el ambiente de trabajo de diversas formas. Exposición a polvos minerales o vegetales, gases, humos y vapores, nieblas, etc., son algunos de los ejemplos.

Prevención:

En el caso de utilización, se dispondrá de las fichas de datos de seguridad de los productos químicos a utilizar, las cuales permanecerán a disposición de los trabajadores que manipulen dichos productos.

Los envases de los productos químicos estarán correctamente etiquetados.

Los trabajadores utilizarán los equipos de protección personal indicados en dichas etiquetas y/o fichas de datos de seguridad.

### 3.4.2. RELACIÓN DE EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

Casco de seguridad: casco contra agresiones mecánicas; categoría II LD 440 Vac; característica según la norma UNE-EN 397 sobre cascos de protección.

Botas de seguridad: categoría II SR + P + WRU + SUELA ANTIDESLIZANTE + EMPEINE REFORZADO.

Equipos anti caídas: arnés anti caídas y sus dispositivos de amarre y sujeción; categoría III; características según la norma UNE-EN 354; mosquetón ovalado asimétrico, según especificaciones UNE-EN 362, de 10x120 mm de longitud, con cierre y bloqueo automático, apertura de 17mm de diámetro). Norma UNE-EN 361 especificaciones sobre EPI,s contra caídas. Arnese: arnés anti caída con punto de enganche en zona dorsal, hombreras y perneras regulables.

Gafas anti impactos: gafas anti impactos con montura integral (365.2 I 1 F N); categoría II; características según norma CE-EN 166; resistente a impactos de partículas a alta velocidad y baja energía; anti vaho.

Protectores auditivos: orejeras adaptables al casco de seguridad o tapones. Categoría II; características según normas UNE-EN 352-2 y UNE-EN 358.

Guantes de cuero contra agresiones mecánicas: categoría II; características según normas UNE-EN 388 y 407; mecánica 3221: abrasión – nivel 3, corte –

nivel 2, desgarró – nivel 2, perforación – nivel 1; térmica 410240: combustibilidad – nivel 4, calor contacto – nivel, calor convectivo - nivel 0, calor por radiación – nivel 2, pequeñas salpicaduras metal – nivel 4, grandes cantidades de metal – nivel 0.

### 3.4.3. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Todo el personal participante en estos trabajos habrá de conocer los riesgos contenidos en este Estudio Básico de Seguridad y Salud, así como las medidas preventivas que han de tomarse.

Para ello, serán formados e informados previamente al inicio de la obra.

### 3.4.4. MODO DE ACTUAR EN CASO DE EMERGENCIA Y TELÉFONOS

Los trabajadores deben ser instruidos y ser conocedores de cómo actuar en caso de emergencia.

Si se produce un accidente se actuará con serenidad, socorriendo primero a los heridos que presenten asfixia o hemorragia intensa y siguiendo las siguientes pautas:

Se avisará inmediatamente a la ambulancia – Servicios Médicos y/o a las Bomberos, o a Vigilancia según sea la necesidad por la naturaleza del accidente o emergencia, indicándose de manera clara y precisa el lugar al que deben acudir, el número de heridos y la causa de la lesión. Las personas implicadas se situarán, y harán lo mismo que sus compañeros si están heridos, en un lugar seguro. Se actuará siempre de forma que no cunda el pánico y a ser posible se despejará la zona donde ocurra la emergencia.

Se saldrá al encuentro de los servicios que se avisen para informarles dónde deben actuar y para indicarles las particularidades de la obra o de la instalación, tales como si hay gas o humos, si hay cables eléctricos con tensión, si hay fosos o huecos en el suelo o al vacío o cualquier otro peligro inesperado.

En caso de accidente o incidente se avisará inmediatamente a los técnicos de seguridad y a los gestores del contrato.

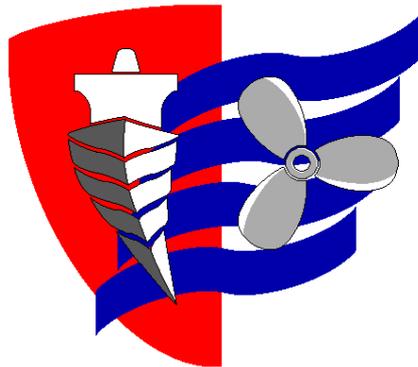
#### 3.4.5. OTRAS CONSIDERACIONES

Si la empresa contratista principal subcontrata a otros la realización de trabajos u obras, deberá vigilar el cumplimiento por parte de dichos subcontratistas de toda la normativa de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular las exigencias y medidas de prevención y protección recogidas en su plan específico de seguridad, debiendo facilitar a los subcontratistas toda la información por ella recibida, asegurándose de que la misma sea transmitida a los trabajadores de los subcontratistas como si fuesen propios.

Cuando durante el desarrollo de los trabajos en cualquier fase de la obra, se presenten situaciones de riesgo o peligro que hagan necesario la aplicación de medidas preventivas diferentes a las contempladas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, tal circunstancia se pondrá en conocimiento de los responsables de factoría, recogiendo las medidas adicionales de prevención que resulten necesarias en un documento complementario del Plan de Seguridad y Salud del contratista, las cuales serán trasladadas en todos los casos a los trabajadores afectados.

Los trabajadores de la empresa contratista principal y de las empresas subcontratadas tendrán en vigor los reconocimientos médicos periódicos pertinentes de acuerdo con lo establecido por el servicio de Vigilancia de la Salud. Dichos reconocimientos médicos serán específicos para cada puesto de trabajo.

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



**PRESUPUESTO**

## 4. PRESUPUESTO

### 4.1. PARTIDA DE MATERIALES

A continuación se detallan los principales materiales a emplear en la instalación total de la planta incineradora.

Material	Precio/uds(€)	Unidades	Total (euros)
Incinerador TeamTec OGS200C		1	60.000,00 €
Tanque de almacenamiento lodos		1	2.000,00 €
Compactador de basuras		1	6.000,00 €
Tubería de acero DN 15	5	13	65,00 €
Tubería de acero DN 25	6	18	108,00 €
Tubería de acero DN 300	50	36	1.800,00 €
Codos 90 DN 15	1	18	18,00 €
Codos 90 DN 25	1,5	2	3,00 €
Codos 90 DN 300	10	2	20,00 €
Válvulas DN 15	25	16	400,00 €
Válvulas DN 25	30	5	150,00 €
Material diverso (tornillería, pintura..)			200,00 €
			<b>70.764,00 €</b>

### 4.2. PARTIDA DE PERSONAL

Para realizar la instalación la empresa fabricante cuenta con un taller de confianza que será quien realice la instalación (un encargado de obra y tres operarios), posteriormente un técnico de la casa TeamTec realizará todos los test a la instalación para garantizar que todo queda en buen estado y en correcto funcionamiento y por último un técnico instructor explicará a los tripulantes que se considere oportuno el funcionamiento de la instalación.

Personal	Precio/hora (€)	Nº personas	Horas	Total (euros)
Encargado de obra	30	1	50	1.500,00 €
Operarios	25	3	50	3.750,00 €
Técnico instructor	35	1	16	560,00 €
Técnico de TeamTec	40	1	8	320,00 €
				<b>6.130,00 €</b>

### 4.3. PRESUPUESTO TOTAL

Al presupuesto de materiales y empleados, tendremos que sumarle los impuestos, las gestiones de licencias y trámites y los honorarios de proyectista.

<b>Concepto</b>	<b>Total (euros)</b>
Partida de material	70.764,00 €
Partida de personal	6.130,00 €
Total	76.894,00 €
IVA (21%)	16.147,74 €
Gastos de licencias y trámites (10%)	7.689,40 €
Honorarios Proyectista	3.000,00 €
	<b>103.731,14 €</b>

El presupuesto total del proyecto es de CIENTO TRES MIL SETECIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

Santander, Octubre de 2014