ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

*Trabajo Fin de Máster*

# DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN UN BUQUE DE PASAJE

(*Design and installation of a sewage plant in a RO-PAX ship*)

Para acceder al Título de

**MÁSTER EN INGENIERÍA MARINA**

Autor: Elías Agudo Gómez

Directora: Belén Río Calonge

Julio-2016

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

*Trabajo Fin de Máster*

# DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN UN BUQUE DE PASAJE

(*Design and installation of a sewage plant in a RO-PAX ship*)

Para acceder al Título de

**MÁSTER EN INGENIERÍA MARINA**

Julio-2016

# ÍNDICE

Resumen ..... 6

Summary ..... 6

Palabras clave ..... 7

Keywords ..... 7

1. Memoria ..... 6

1.1. General ..... 6

1.1.1. Título ..... 6

1.1.2. Destinatario ..... 6

1.1.3. Objeto del proyecto o planteamiento del problema ..... 6

1.1.4. Sistema de codificación del proyecto ..... 6

1.1.5. Normativa ..... 8

1.2. Datos principales del barco ..... 9

2. Diseño y cálculos ..... 11

2.1. Planificación ..... 11

2.1.1. Principios fundamentales ..... 13

2.1.2. Requisitos higiénicos y medioambientales ..... 15

2.1.3. Estructura de un sistema de desagüe ..... 16

2.2. Tuberías ..... 18

2.2.1. Líneas de achique ..... 18

2.2.2. Línea de descarga ..... 42

2.3. Cálculo de la capacidad de aire ..... 59

2.3.1. Capacidad de aire para las agua negras ..... 59

2.3.2. Capacidad de aire para las aguas grises ..... 60

2.4. Selección de elementos ..... 61

2.4.1. Retretes ..... 61

2.4.2. Planta de tratamiento de aguas residuales ..... 64
2.4.3. Separadores de grasas y aceites ..... 68
3. Planos ..... 71
4. Presupuesto ..... 74
4.1. Material ..... 74
4.2. Personal ..... 76
4.3. Presupuesto de ejecución del material (PEM) ..... 76
4.4. Presupuesto general de ejecución de la obra ..... 76
5. Pliego de Condiciones ..... 79
5.1. Pliego de Condiciones generales ..... 79
5.1.1. Condiciones generales ..... 79
5.1.2. Reglamentos y normas ..... 80
5.1.3. Materiales ..... 80
5.1.4. Ejecución de las obras ..... 80
5.1.5. Modificaciones ..... 82
5.1.6. Obra defectuosa ..... 83
5.1.7. Medios auxiliares ..... 83
5.1.8. Subcontratación de obras ..... 84
5.1.9. Recepción de las Obras ..... 84
5.1.10. Contrato ..... 84
5.1.11. Responsabilidades ..... 85
5.1.12. Rescisión del contrato ..... 85
5.2. Pliego de Condiciones Económicas ..... 86
5.2.1. Abono de las obras ..... 86
5.2.2. Precios ..... 86
5.2.3. Penalizaciones por retrasos ..... 87

5.2.4. Liquidación en caso de rescisión del contrato ..... 87
5.2.5. Fianza ..... 87
5.2.6. Conservación de las obras durante el plazo de garantía ..... 88
5.2.7. Demoras..... 88
5.3. Pliego de condiciones facultativas ..... 89
5.3.1. Normas a seguir ..... 89
5.3.2. Personal ..... 89
5.3.3. Condiciones de los materiales empleados ..... 90
5.3.4. Admisión y retirada de materiales ..... 90
5.3.5. Reconocimientos y ensayos previos ..... 90
6. Bibliografía..... 92
6.1. Normativa ..... 92

## RESUMEN

En este proyecto se va a diseñar y calcular la instalación completa de los desagües tanto de las habilitaciones como de los espacios de carga como de la zona de pasaje de un buque RO-PAX con capacidad para un máximo de 70 tripulantes y 1200 pasajeros.

Se seleccionará una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con los requisitos del MARPOL Anexo IV Regulaciones 8(1)(b) y 9.1.1. de la Resolución MEPC-2 (IV) de IMO, CE Directivas 96/98/EC y 98/85/EC.

El proyecto se calcula y diseña de acuerdo a la normativa UNE-EN ISO 15749 que trata los sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Esta normativa se divide en cuatro apartados. En el estudio de este proyecto, al tratarse de un buque de pasaje, se seleccionará un planta de vacío por lo que se utilizarán los apartados uno, tres y cuatro de la norma titulados respectivamente: diseño del sistema de desagüe sanitario, tuberías de desagüe para sistemas de vacío y tuberías de evacuación de aguas residuales.

El proyecto se diseña como obra nueva y el presupuesto total para el conocimiento del cliente asciende a 208422,1 euros.



## SUMMARY

In this project, a full installation of drains on the passenger area and the cargo area is going to be designed and calculated for a RO-PAX vessel for 70 crew and 1200 passengers.

The sewage treatment plant is going to be selected in accord with the requirements of IMO Resolution MEPC-2 (IV), MARPOL Annex IV Regulations 8(1)(b) and 9.1.1, and EC Directives 96/98/EC and 98/85/EC.

The project is calculated and designed in accord to normative UNE-EN ISO 15749 about drainage systems on ships and maritime structures. This normative is divided in four sections. In the study of this project, because it deals with a passenger ship, a vacuum system is going to be selected, so sections one, three and four are going to be used, named each one: design of

sanitary drainage system, drain piping for vacuum systems and sewage drain system.

The project is designed as a new build and the full budget to the client's information is 208422.1 euro.

## PALABRAS CLAVE

Aguas grises, aguas negras, Marpol IV, aguas residuales.

## KEYWORDS

Grey water, black water, Marpol IV, sewage

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# MEMORIA

# 1. MEMORIA

## 1.1. GENERAL

### 1.1.1. TÍTULO

Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje.

### 1.1.2. DESTINATARIO

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

### 1.1.3. OBJETO DEL PROYECTO O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este proyecto se ha diseñado y calculado la instalación completa de los desagües, tanto de la habilitación como de los espacios de carga como de la zona de pasaje del Martin i Soler, un buque RO-PAX con capacidad para un máximo de 70 tripulantes y 1200 pasajeros, para la correcta selección de una planta de tratamiento de aguas residuales que opere por vacío.

### 1.1.4. SISTEMA DE CODIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de esta sección es definir el sistema de codificación que se utilizará en el presente proyecto para la codificación de documentos. Esto permitirá una mayor facilidad para el control y seguimiento de la documentación emitida.

El código de documentos queda definido por la siguiente estructura:

Tabla 1. Estructura de la codificación del proyecto.

| PROYECTISTA | TIPO DE DOCUMENTO | Nº PROCESO | Nº SUBPROCESO | ORIGEN DOCUMENTO |
|---|---|---|---|---|
| KKK | LL | N | X | Z |

Tabla 2. Nomenclatura utilizada para la definición de los documentos.

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| KKK | Código del proyectista para clasificación de sus trabajos según tabla 3 |
| LL | Identifica el tipo de documento según tabla 4 |
| N | Identifica el proceso al que pertenece el documento según tabla 5 |
| X | Identifica el subproceso dentro de cada proceso según tabla 5 |
| Z | Indica la procedencia del documento; P: propio; M:Modificado; E: externo |

Tabla 3. Identificación de proyectos a realizar por el propio proyectista.

| CÓDIGO | PROYECTO INDIVIDUAL |
|---|---|
| 001 | Trabajo fin de máster, modelo para futuros proyectos profesionales |

Tabla 4. Tipo de documento.

| CÓDIGO | TIPO DE DOCUMENTO |
|---|---|
| 10 | Memoria |
| 20 | Diseño y cálculos |
| 30 | Planos |
| 40 | Pliego de condiciones |
| 50 | Presupuesto |
| 60 | Bibliografía |

Tabla 5. Listado de procesos y subprocesos.

| CÓDIGO | PROCESOS Y SUBPROCESOS |
|---|---|
| 10 | Memoria Técnica<br>1.1. General<br>1.2. Datos principales del barco |
| 20 | Diseño y cálculos<br>2.1. Planificación<br>2.2. Tuberías<br>2.3. Cálculo de la capacidad de aire<br>2.3. Selección de elementos |
| 30 | Planos |
| 40 | Presupuesto<br>4.1. Material a emplear y coste |
| 50 | Pliego de Condiciones<br>5.1. Pliego de Condiciones generales<br>5.2. Pliego de Condiciones económicas<br>5.3. Pliego de Condiciones facultativas |
| 60 | Bibliografía |

### 1.1.5. NORMATIVA

La normativa que regula el diseño de la instalación de un desagüe sanitario en un buque es la siguiente:

UNE-EN ISO 15749-1: Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Parte 1: Diseño del sistema de desagüe sanitario.

UNE-EN ISO 15749-3: Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Parte 3: Desagüe sanitario, tuberías de desagüe para sistemas por vacío.

UNE-EN ISO 15749-4: Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Parte 4: Desagüe sanitario, tuberías para la evacuación de aguas residuales.

En nuestro caso, dado que el desagüe de sanitarios se realiza por sistema de vacío aplicaremos la reglamentación UNE-EN ISO 15749-1, UNE-EN ISO 15749-3 y UNE-EN ISO 15749-4.

## 1.2. DATOS PRINCIPALES DEL BARCO

Las características del buque Martin i Soler son las siguientes:

-Nombre: Martín i Soler

-Bandera: Santa Cruz de Tenerife

-Armador: Eurolíneas Marítimas S.A.

-Empresa: Baleària

-Tipo de buque: Ro-Ro PassangerShip

-Lugar de fabricación: Astilleros H.J. Barreras, Vigo

-Fecha de fabricación: Entrega el 5 Junio 2008

-Clasificación: Bureau Veritas -Número IMO: 9390367

-Indicativo de llamada: E.B.Z.T.

-Arqueo Bruto: 24614 G.T.

-Peso muerto: 4370 Tm

-Eslora total: 165,30 m

-Eslora entre perpendiculares: 161,50 m

-Manga de trazado: 25,60 m

-Puntal a la cubierta Nº 3 (Ppal.): 8,50 m

-Nº de cubiertas: 10

-Calados: De diseño; 5,50 m. A plena carga: 5,70 m

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# DISEÑO Y CÁLCULOS

# 2. DISEÑO Y CÁLCULOS

## 2.1. PLANIFICACIÓN

Los sistemas de desagüe se deben diseñar y construir de acuerdo con las estipulaciones contenidas en la Norma ISO 15749-1. Primeramente clasificaremos el tipo de aguas de desecho a bordo, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 6. Clasificación de las aguas de desecho.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-1.*

| Origen | | Tipo de aguas de desecho |
|---|---|---|
| **Achiques sanitarios** | | |
| Aseos generales | Bidés, retretes, urinarios | aguas negras |
| | Desagües[a] | aguas negras o grises |
| Zonas hospitalarias | Todas las unidades de achique (incluyendo las instalaciones de lavabos y baños, así aguas negras como las descargas de los desagües) | aguas negras |
| Lavabos y cuartos de baño | Bañeras, duchas, lavabos, lavamanos, desagües[a] | aguas grises o negras |
| Cocinas, despensas | Fregaderos, lavaderos, desagües, electrodomésticos | aguas grises |
| Otros espacios | Centrales de aire acondicionado (si hay desagües de agua de condensación sobre cubierta), lavanderías, pasillos, espacios para provisiones refrigeradas, piscinas, jacuzzis | aguas grises |
| [a] Las aguas de desecho procedentes de desagües inmediatamente adyacentes a retretes o urinarios se clasifican como aguas negras (véase el apartado 3.3). | | |

El buque al que hace referencia este proyecto cuenta con diez cubiertas en la superestructura, denominadas de la siguiente forma:

Habilitación

- Cubierta 9
- Cubierta 8
- Cubierta 7

Garajes

- Cubierta 5
- Cubierta 4

- Cubierta 3

Sala de Máquinas

- Cubierta 2

- Cubierta 1

En el apartado de planos se detallan estas disposiciones, pudiendo observar la situación de los desagües correspondientes tanto a aguas grises como a aguas negras en cada una de las cubiertas.

Los sistemas de desagüe se deben diseñar y construir de acuerdo con las estipulaciones contenidas en la Norma ISO 15749-1.

Al hacer el diseño de una planta de tratamiento se ha de considerar las cantidades mínimas de agua de desecho por persona  y día de acuerdo con la tabla siguiente.

Tabla 7. Cantidad mínima de agua de desecho.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-1.*

| Tipo de buque | Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Planta sin vacío | | Planta con vacío | |
| | Aguas negras | Aguas negras y grises | Aguas negras | Aguas negras y grises |
| Buques de pasaje | 70 | 230 | 25 | 185 |
| Buques de alta mar exceptuando los de pasaje | 70 | 180 | 25 | 135 |
| Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables. | | | | |
| NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considera las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación. | | | | |

Como ya se mencionó en apartado anterior, el Martín i Soler es un buque RO-RO PAX en el que se desea instalar una planta de desagüe por vacío, con una habilitación de 30 camarotes de tripulación, 80 camarotes de pasaje, 1 aseo puente, 14 aseos públicos.

De acuerdo a la tabla anterior, la cantidad mínima de aguas negras es de 25 litros por persona y día, y la de aguas negras y grises de 185 litros por persona y día, por lo tanto:

Qn= 750 l/día

Qng= 5550 l/día

Donde:

Qn= Cantidad mínima aguas negras por día.

Qng=Cantidad mínima aguas negras y grises por día.

### 2.1.1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

El equipo a instalar como se trata de un buque RO-PAX se trata de una planta de vacío debe cumplir los siguientes cometidos:

Primero generar un circuito de vacío en los colectores de las aguas fecales negras del buque, tratar y descargar estas aguas según la normativa del MARPOL Anexo IV Regulaciones 8(1)(b) y 9.1.1. de la Resolución MEPC-2 (VI) de IMO, CE Directivas 96/98/EC y 98/85/EC.

Y segundo generar un circuito de vacío en los colectores de aguas grises del buque, acumularlas, desinfectarlas y descargarlas automáticamente.

Los movimientos verticales del buque pueden dar lugar a esfuerzos locales elevados, debido a la gran masa de líquido contenido en la planta de tratamiento. Por esta razón, se debe disponer un soporte adecuado a la unidad, evitando así una deformación o rotura por flexión.

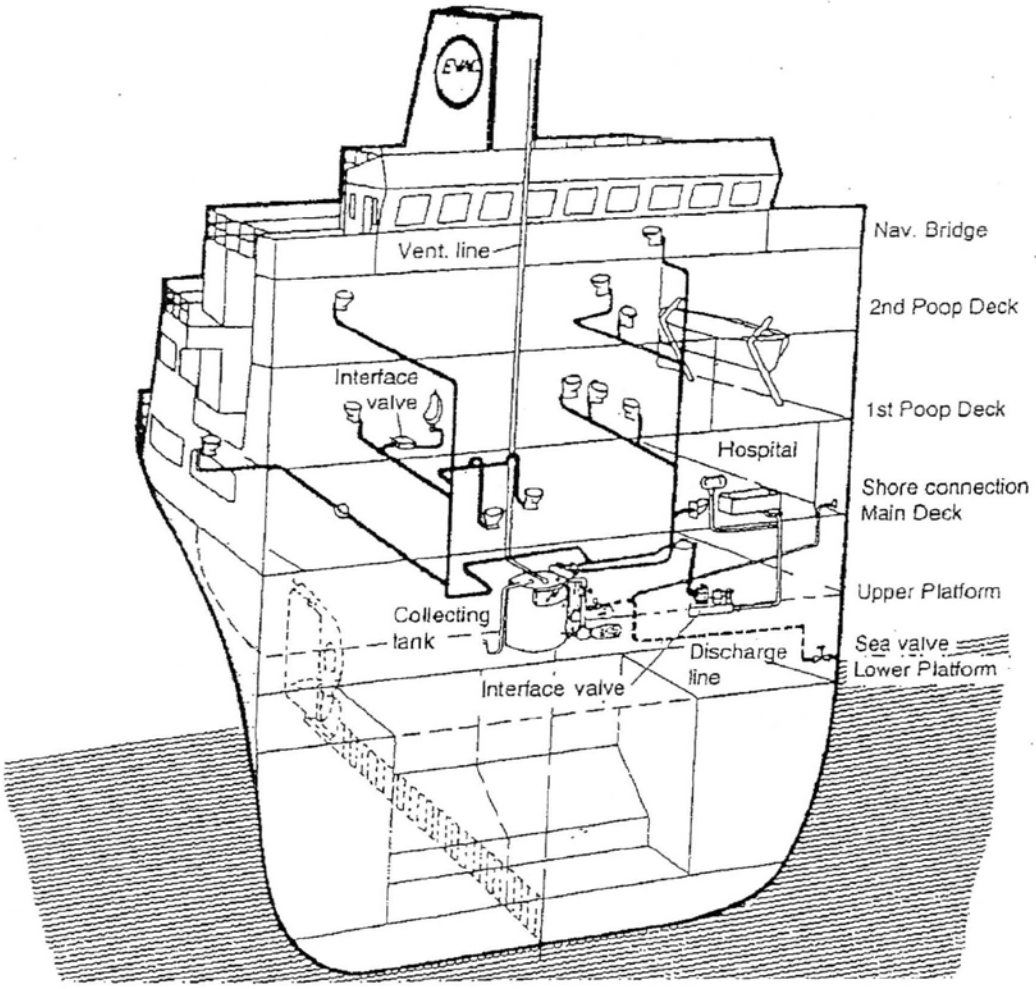



Figura 1. Ejemplo de un sistema de desagüe.

*Fuente: https://hubslide.com/mohammud-hanif-dewan-ieng-imareng-mimarest-mrina/marpol-annex-iv-and-sewage-treatment-plant-s56d821568d070ead0eb33d43.html*

El sistema sanitario de aguas residuales por vacío utiliza éste para transportar las aguas residuales desde las tazas y otros sanitarios hasta la planta de tratamiento.

El vacío se produce por la recirculación de las aguas residuales a través de uno o más eyectores, normalmente instalados en la propia planta.

Las tazas son conectadas directamente a la tubería de vacío a través de una válvula de descarga situada en su parte posterior. Cuando se pulsa el dispositivo en una de las tazas, la válvula de descarga se abre brevemente para vaciar ésta y extraer el aire circundante al interior del sistema. Otra válvula que actúa en sincronización con la anterior permite limpiar la taza y

restaurar la reserva de agua después de que la válvula de descarga esté cerrada. Se utiliza aproximadamente un litro de agua por cada operación.

Otros elementos sanitarios como urinarios y duchas son drenados por gravedad a unidades intermedias conocidas como válvulas de aguas grises. Esta unidad está compuesta por un pequeño tanque conectado al sistema de tuberías de vacío a través de una válvula de descarga. La válvula de descarga abre automáticamente cuando el volumen de líquido en el tanque alcanza un determinado nivel.

### 2.1.2. REQUISITOS HIGIÉNICOS Y MEDIOAMBIENTALES

El apartado 5 de la norma UNE EN ISO 15749-1 trata este tema.

Respecto a los ruidos la norma dice que la planta se debe diseñar y construir de manera que origine el mínimo ruido posible y que no se produzca una transmisión de ruidos a través de la misma. Si es necesario, esto se debe asegurar por medio de un aislamiento acústico que permita que no se sobrepasen los niveles máximos de sonido permitidos en los alojamientos.

En lo que se refiere a olores dice que la planta se diseñará de forma que no produzca problemas con los olores con las correspondientes líneas de ventilación si fueran necesarias.

Y respecto a las consideraciones higiénicas lo divide en tres apartados:

1. Trazado de las líneas por separado
2. Descarga en tanques colectores
3. Descarga en plantas de tratamiento de aguas negras

Se debe hacer líneas de trazado por separado por razones higiénicas. Las aguas grises y las negras se deben conducir separadamente. Cada tipo de aguas de desecho requiere su propio sistema de líneas de achique.

El punto 2 de descarga en tanques colectores la norma dice que las líneas de desagüe de las aguas negras y grises pueden mezclarse en una línea de descarga común (desagüe principal) cuando las aguas de desecho descargan en tanques colectores, inmediatamente antes de alcanzar estos tanques. En los sistemas de achique sanitario con un tanque colector común para aguas

grises y negras, se debería instalar un cierre hidráulico en la tubería de aguas grises cerca del tanque. En este caso, y para asegurar un buen funcionamiento del equipo sanitario, se recomienda instalar una tubería de ventilación.

Y el punto 3 de descarga en plantas de tratamiento de aguas negras, la norma dice que las descargas de las aguas de desecho en plantas de tratamiento deben cumplir los requisitos indicados por el fabricante de las mismas.

Se recomienda instalar un tanque mezclador y homogeneizador a la entrada de la planta de tratamiento de las aguas de desecho para asegurar el paso a la planta de tratamiento sin problemas de impacto.

### 2.1.3. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE DESAGÜE

El punto 6 de la norma UNE EN ISO 15749-1 trata de la estructura de un sistema de desagüe y lo divide en tres apartados:

- Descripción
- Componentes del sistema principal
- Resistencia a la corrosión

DESCRIPCIÓN:

Las aguas de desecho se transportan desde los desagües a través de las líneas de achique.

Estas líneas llevan las aguas de desecho a un tanque colector o a una planta de tratamiento de aguas residuales.

Las líneas de derivación conectadas a estas líneas de achique llevan las aguas de desecho directamente a descargas en el casco de acuerdo con la Norma ISO 15749-4.

Las aguas de desecho se transportan desde el tanque colector y/o la planta de tratamiento de aguas residuales hasta el punto de descarga, a través de las tuberías de descarga de aguas de desecho.

En casos excepcionales, y después de que las aguas de desecho se hayan purificado en la planta de tratamiento de aguas residuales, estas se descargan

a tanques de retención y se almacenan allí antes de descargarse por la borda o trasvasarse a instalaciones externas de recogida (por ejemplo a una base de tierra) o de descargarse a través del sistema de agua de lastre.

COMPONENTES DEL SISTEMA PRINCIPAL:

Según la norma un sistema de desagüe puede constar de los siguientes componentes:

- Líneas de achique
- Líneas de ventilación (para líneas de achique, tanques colectores y plantas de tratamiento de aguas negras)
- Tanque intermedio (solamente si es necesario)
- Unidad generadora de vacío (para las líneas de achique en un sistema de vacío)
- Tanque colector
- Tanque de mezcla y homogeneización;
- Tanque de almacenamiento de desechos;
- Bombas para descargar las aguas de desecho y los desechos, bien a unas instalaciones externas de recogida (por ejemplo en tierra) o bien a una planta de tratamiento de aguas negras;
- Líneas de descarga de aguas negras y un tanque de retención, si procede.

Para el buque objeto de estudio, Martín i Soler, los componentes necesarios para la realización de la instalación serán los siguientes:

- Líneas de achique
- Líneas de ventilación
- Líneas de descarga de aguas negras y grises
- tanque de almacenamiento y retención
- Planta de tratamiento de aguas residuales; incluyendo en esta última componentes como: la unidad generadora de vacío, los tanques

colectores, de mezcla y homogeneización, así como las bombas para descargar las aguas de desecho y los desechos.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Las tuberías, codos, accesorios y demás componentes del sistema deben ser resistentes a aguas de desecho agresivas y a sus sustancias corrosivas.

## 2.2. TUBERÍAS

El diseño de las tuberías se va a dividir en las líneas de achique y las líneas de descarga.

La línea de achique es el término general que se aplica a todas las tuberías que transportan aguas de desecho del sistema de achique sanitario, conduciéndolas desde los desagües al tanque colector o a la planta de tratamiento de aguas negras.

Y el punto de descarga es el punto en donde terminan las tuberías de recogida de aguas negras y se traspasan las aguas de desecho fuera del buque, como por ejemplo una salida de descarga al exterior de las aguas de desecho en el costado, o salidas para descarga a una unidad externa de recogida.

### 2.2.1. LÍNEAS DE ACHIQUE

El punto 7 de la norma UNE EN ISO 15749-1 trata de las líneas de achique, y lo subdivide en tres apartados:

- Requisitos
- Recorrido de las líneas
- Diseño

REQUISITOS:

Dentro de los requisitos de la líneas de achique, está el material de las tuberías. El material de la tubería debe ser adecuado para el transporte de aguas residuales en condiciones de vacío (tuberías bajo presión). Se debe considerar el fuego, la corrosión y aspectos de mantenimiento.

La norma dice que dependiendo de la instalación y teniendo en cuenta los reglamentos de las sociedades de clasificación, las tuberías, accesorios, etc. se deben fabricar de:

- Acero (también como tuberías de acero con juntas abocardadas).
- Hierro dúctil y hierro maleable.
- Acero inoxidable (también como una tubería con juntas abocardadas).
- Aleaciones cobre/níquel (también como una tubería con juntas abocardadas), o se puede emplear cloruro de polivinilo sin plastificar (PVC-U).

Las tuberías de plástico se deben aprobar de acuerdo con la Resolución IMO A.753 (18), excepto que las propiedades de baja propagación de llama y emisión de humos pueden quedar solamente a la discreción de la sociedad de clasificación.

Según la norma las tuberías, codos y accesorios de las líneas de achique deben poder soportar las temperaturas de trabajo que figuran en la tabla.

Tabla 8. Temperaturas de trabajo.

*Fuente: Norma UNE EN ISO 15749-1*:2004.

| **Tipo de línea de acuerdo con el apartado 5.1.1** | **Temperatura de trabajo, operación continua** °C |
|---|---|
| tubería de acero | hasta 100 |
| tubería de acero con juntas abocardadas | hasta 60 |
| tubería de acero inoxidable con juntas abocardadas | hasta 100 |
| tuberías de CuNi1OFel,6Mn con juntas abocardadas | hasta 100 |
| tuberías de CuNi1OFel,6Mn | hasta 100 |

| | |
|---|---|
| tuberías de PVC-U | hasta 60 |

En la tabla siguiente se muestran diferentes materíales de la tubería en función de su uso.

Tabla 9. Diferentes materiales de tuberías de achique.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

| Material | PEH | PVC | Acero | Acero Inox |
|---|---|---|---|---|
| Uso: | Acomodación hasta 75mm (DN65) | Acomodación hasta 75mm (DN65) | Cra. de Maquinas u otras áreas calientes. Se debe usar para diam. por encima de DN 65/80 * | Acomodación y Cra. de Maquinas |
| Presión mínima | PN 10 | PN 10 | PN 10 | PN 10 |

PEH= Polietileno de alta densidad

PVC= Cloruro de Polivinilo sin plastificar

En la tabla siguiente se muestra el tamaño mínimo de tuberías en función del diámetro y la pared de la tubería.

Tabla 10. Mínimo tamaño de tubería (d x s).

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

| N° de inodoros de vacio | Tamaño Mínimo de Tubo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Conexión DN | PEH d x s (mm) | PVC d x s (mm) | Acero d x s (mm) | Acero Inox. d x s (mm) |
| 3 | 40 | 50 x 3,0 | 50 x 2,4 | 48,3 x 2,6 | 50 x 1,0 |
| 25 | 50 | 63 x 5,8 | 63 x 3,0 | 60,3 x 2,9 | 50 x 1,0 |
| 100 | 65 | 75 x 6,9 | 75 x 3,6 | 76,1 x 2,9 | 75 x 1,0 |

d = Diámetro exterior

s = Espesor del tubo

La norma UNE EN ISO 15749-3 nos da los diámetros nominales para las tuberías de achique en función del material, en la siguiente tabla se muestran los valores:

Tabla 11. Diámetros nominales para las tuberías de achique.

*Fuente: Norma UNE EN ISO 15749-3*:2004.

| **Tipo de tubería** | **Tuberías de acero y CuNiFe** | **Tuberías de PVC-U y de macho y casquillo** |
|---|---|---|
| Diámetro nominal, NB | 40 | 40 |
| | 50 | 50 |
| | 100 | - |

Para las tuberías de acero, la tabla siguiente muestra los diámetros exteriores y el espesor de las paredes.

Tabla 12. Dimensiones de las tuberías de acero.

*Fuente: Norma UNE EN ISO 15749-3*:2004.

| **Diámetro nominal, NB** | **Diámetro exterior, *d* (mm)** | **Espesor de las paredes, *Smin* (mm)** |
|---|---|---|
| 40 | 48,3 | 2,3 |
| 50 | 60,3 | 2,3 |
| 100 | 114,3 | 3,2 |

La estimación de la tubería se basa en el supuesto de que en aseo de camarote se produce 1 uso/hora de pico. Para aseos públicos la estimación asciende a 15 usos/hora. Se incrementa un 25 % por pérdidas.

*Normalmente el nº máximo de aseos en una línea principal está limitado a 50-60 para fácil mantenimiento.

**Cuando se utilizan tuberías de acero galvanizado se recomienda un tamaño de la tubería de elevación DN 40 (42x1.5).

***Tamaño normal DN 70

Las conexiones deben ser completamente estancas. Las uniones no deben reducir el área interior de la tubería y deben ser lisas.

Para el cálculo de los diámetros nominales de las tuberías de conexión, así como el número de mecanismos de vacío de las líneas de achique se aplica la siguiente tabla.

Tabla 13. Medidas de las tuberías.

*Fuente: Norma UNE EN ISO 15749-3*:2004.

| **Tuberías** | **Diámetro nominal,** | **Numero de mecanismos de** |
|---|---|---|
| Ramales simples | 40 | 2 |
| Ramales colectores | 50 | 2 a 32 |
| Ramales de elevación | 40 | 1 a3 |
| Colectores múltiples | 50 | 32 máx. |
| * Retretes operados por vacío (con mecanismos integrados) y válvulas de vacío. | | |

CONEXIÓN HDPE A HDPE:

Las tuberías pueden ser unidas por soldadura a tope o manguito eléctrico. En la soldadura manual, el interior del tubo debe ser chaflanado antes de soldar. La temperatura de calentamiento, tiempo de compresión, deben ser las que indique el fabricante. Esta soldadura se usa principalmente en la construcción de piezas prefabricadas.

La unión con manguito eléctrico, se usa en lugares de acceso difícil.

CONEXIÓN PVC-U A PVC-U:

Las tuberías de PVC-U deben unirse con manguitos de pegar.

La norma nos dice las medidas para tuberías PVC-U.

Tabla 14. Medidas de las tuberías de PVC-U.

*Fuente: Norma UNE EN ISO 15749-3*:2004.

| **Diámetro nominal,** NB | **Diámetro exterior,** *d* mm | **Espesor de las paredes,** $s_{mín.}$ mm |
|---|---|---|
| 40 | 50 | 3,7 |
| 50 | 63 | 4,7 |

CONEXIÓN ACERO CON ACERO

Las tuberías deben unirse por soldadura o por bridas

SOPORTE DE TUBERÍAS:

La norma da unos valores indicativos para calcular el número de soportes que requieren las tuberías de la instalación, esto se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla 15. Espacio de los soportes para tuberías.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-1:2004.*

| **Diámetro Nominal DN** | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio máximo (m).** | 2 | | | | 3 | | | |

En el espaciado entre soportes, hay que tener en cuenta que el soporte ha de ser estable.

Las tuberías plásticas deben montarse al soporte de acero con una camisa elástica, o por medio de un soporte plástico, de tal manera que la vibración o posible movimiento térmico no rompa la tubería.

Las tuberías deben soportarse en todos los puntos donde haya un cambio de dirección, bifurcaciones, retretes, o penetraciones de cubierta.

Los tubos rectos de acero deben soportarse cada 2,5 m y los de plástico cada 1,5 m.

En el diseño óptimo de tubería, el sistema de vacío da muchos beneficios y flexibilidad porque no depende de la gravedad. La conexión a través de tuberías de bajada es la mejor forma a largo plazo en cuanto a funcionabilidad

y mantenimiento, aunque los equipos sanitarios (retretes y cajas d vacío) pueden ser conectados a tuberías de elevación.

Respecto a la tubería horizontal, hay que tener en cuenta que las tuberías deben correr hacia abajo en la dirección del caudal u horizontalmente, pero nunca con una inclinación constante hacia arriba.

Nunca deben reducirse los diámetros en la dirección del caudal.

Las curvas deben hacerse con un radio largo de curvatura. Para tubería plástica, el radio mínimo deber ser 2 x d, o una curva de 90º hecha con 2 codos de 45º. Para tubería de acero, el radio mínimo de curvatura será 3 x d.

Las derivaciones en T o Y no son permitidas.

Las tuberías de derivación deben ser conectadas a la tubería principal con un ángulo de 45º entre las 2 direcciones de caudal.

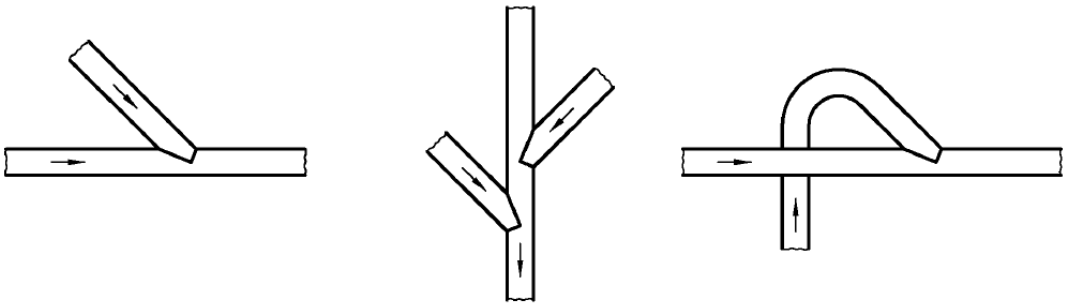


Figura 2. Tuberías de alimentación.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-3:2004.*

La tubería de derivación debe conectarse a la principal por la parte superior de ésta última.

Respecto a las elevaciones, para evitar contra flujos, la tubería vertical debe elevarse por encima de la horizontal.

La tubería de elevación debe ser recta, sin cambios de dirección. Además debe ser conectada a la horizontal con un ángulo de 45º y en un punto por encima de la línea central de esta última.

El diámetro de la tubería de elevación no debe ampliarse en la zona de elevación.

Se recomienda que la misma tubería horizontal no reciba conexiones ascendentes y descendentes, sino que se prevean dos colectores para las distintas líneas. Cada retrete debe tener su propia tubería de elevación.

| ALTURAS DE ELEVACIÓN | INSTRUCCIONES |
|---|---|
| Inferior a 1mt. | Puede ser hecha en cualquier lugar, pero la elevación debe hacerse preferentemente vertical. |
| 1…2 mts | Debe hacerse verticalmente y el contraflujo debe prevenirse por medio de una curva en la tubería. |
| 2…3 mts | Verticalmente, inmediatamente después del retrete o conexión a aguas grises, máximo tamaño de tubería DN 40. El contra flujo debe prevenirse por medio de una curva en la tubería o una válvula de retención. |
| 3…5 mts | Como el anterior, pero usando una válvula de retención. Debe reducirse el tiempo de fluxado. |
| Superior a 5 mts | Debe ser evitado. Sólo es posible en casos excepcionales y siempre debe contactarse con el fabricante. |

La suma de las alturas ascendentes no debe ser superior a 5 mts. (no se pueden restar las partes descendentes)

Las aberturas para inspección se colocarán de tal forma que se pueda acceder a cualquier parte de la tubería. La máxima distancia entra aberturas es de 25 mts., pero se recomienda ponerlas cada 15 mts. Deben instalarse de tal forma que no tengan pérdidas en caso de contra flujo. Cuidado particular debe tenerse en los lugares donde el agua puede quedar estancada, ya que en ellos pueden producirse atascos fácilmente.

LOCALIZACIONES

1.- En el inicio de líneas horizontales

2.- En el extremo superior de los troncos verticales

3.- A intervalos máximos de 25 mts en líneas horizontales.

4.- En los pocetes

5.- En las curvas a 90º hechas para pasar una línea vertical a horizontal

Respecto a las penetraciones en cubierta donde sea aplicable, deben cumplirse las reglas de protección contra fuego y mamparos estancos.

Respecto a la inspección de la tubería hay que tener en cuenta que la estanqueidad del sistema de vacío debe comprobarse sección por sección durante las diferentes fases de construcción, preferentemente por medio de un test de vacío.

Antes de instalar los retretes, todas las conexiones se taparán con tapones de goma, y se hará un vacío de 0,6 bar (atmósferas) o un 60% en las líneas (vacío de 0,6 bar es igual a una presión de 0,4 bar).

La estanqueidad del sistema es suficiente si el vacío cae de 0,6 bar a 0,58 bar, pero no más, en una hora.

Durante la construcción, deben taparse los extremos abiertos de las tuberías, para evitar que penetren objetos extraños en las mismas, causando obstrucciones posteriores.

VENTILACIÓN DE LA PLANTA

El diámetro más pequeño recomendado para la tubería de aireación de la planta de tratamiento es DN100. La caída de presión máxima en la tubería de aireación es de 10 cm de columna de agua. No debe haber ningún lugar en ésta donde sea posible la condensación. Además debe ser trazada en un lugar donde el olor a aguas residuales no perturbe a pasajeros ni a tripulantes.

CONEXIÓN IMO

Posibilita la descarga a tierra de las aguas residuales acumuladas en el interior de la planta Séptica, mediante una brida normalizada.

RECORRIDO DE LAS LÍNEAS:

La norma UNE EN ISO 15749-1 dice que las líneas de achique se deben

instalar de manera que sean fácilmente accesibles para el servicio y mantenimiento necesarios, por ejemplo en las zonas de pasillos. Se debería poder efectuar el mantenimiento sin desmontar las partes de la planta. El número y posición de las aberturas de limpieza se deben determinar de forma que las líneas se puedan limpiar con los cepillos de limpieza disponibles. Las tuberías de aguas de desecho se deben disponer dentro de los compartimentos a los que sirven. El número de penetraciones de tuberías a través de mamparos estancos, cubiertas y otras construcciones estancas debe reducirse al mínimo.

Respecto a la zona de hospital la norma dice que las líneas de achique de estas zonas se deben instalar pasando a través de sistemas de desinfección, que se activarán en caso de contaminación. Se deben instalar de forma que sean las líneas más bajas las que vayan al desagüe principal. No está permitido que las líneas de achique pasen a través de las zonas de quirófanos, esterilización ni cuartos de aislamiento. Se debe evitar que las líneas de achique pasen a través de las zonas destinadas a los cuidados médicos. Si esto no es posible, las líneas de achique deben pasar por detrás de los revestimientos, y se deben disponer dentro de encajonamientos sin juntas.

Respecto a las zonas públicas y de alojamientos, la norma dice Se debe evitar el paso de las líneas de achique a través de los alojamientos y espacios públicos. En los casos técnicamente razonables, y si está de acuerdo el cliente, se permite el paso de las líneas de achique a través de estos espacios, aislándolas acústicamente de forma conveniente. Cuando las tuberías pasen por detrás de techos o mamparos, se deben instalar puertas o registros practicables para inspeccionar las juntas y válvulas.

En el apartado de espacios para provisiones, la norma dice que las líneas de achique procedentes de cocinas y salas de preparación de carnes se deben instalar a través de separadores de grasas.

En lo referente a las líneas de achique procedentes de las gambuzas refrigeradas para provisiones se deben conducir directamente a un tanque colector o a una planta de tratamiento de aguas negras. El agua de condensación procedente de las gambuzas refrigeradas para provisiones se

puede descargar en las sentinas por medio de una línea de achique separada y descargarse vía el sistema de achique. Las tuberías de aguas de desecho no deben pasar a través de las salas de procesado de alimentos, gambuzas de provisiones, salas de producción tecnológica de las plantas de procesado de pescado ni de las bodegas de pescado. Si es posible, las líneas de achique no deberían pasar a través de los espacios refrigerados.

Respecto a las bodegas la norma UNE EN ISO 15749-1 dice que las líneas de achique que pasen a través de bodegas se deben colocar de forma que estén protegidas contra cualquier daño mecánico.

Respecto a los tanques la norma dice que las líneas de achique no deben pasar a través de tanques de agua potable, de agua dulce, de agua de alimentación, de combustible o de aceite lubricante. Si esto no se puede evitar por razones de diseño se debe obtener el permiso pertinente de las sociedades de clasificación.

En los espacios con equipo eléctrico las líneas de aguas de desecho no deben pasar a través de los espacios destinados a radio, girocompás y acumuladores. En los casos técnicamente razonables, si está de acuerdo el cliente, se permite que pasen las tuberías de aguas de desecho a través de estos espacios solamente si están soldadas.

Los pasos de tuberías a través de mamparos estancos al agua, cubiertas y otros elementos estancos al aire o al agua, así como la instalación de accesorios en estos elementos, se debe llevar a cabo con juntas que provean una perfecta impermeabilidad constructiva y unas correctas conexiones entre tuberías. No se permite la instalación de tornillos pasantes ni de espárragos prisioneros en los elementos estancos al agua.

Las penetraciones a través de los mamparos o cubiertas contra fuego están sujetas a los requisitos de las sociedades de clasificación.

Respecto a las tuberías en los espacios que contengan productos alimenticios, en general, no se permiten en estas zonas las tuberías de aguas grises o aguas negras. Si esto no se puede evitar, se necesitan requisitos suplementarios.

Según la norma las uniones de las líneas de conexión a los desagües por medio de tuberías roscadas, roscas macho, se deben efectuar como sigue:

- Para las tuberías de acero: por medio de juntas roscadas con un sellador resistente al envejecimiento o por medio de juntas soldadas.
- Para las tuberías con machos y casquillos: por medio de casquillos de conexión con roscas hembra. Para los desagües que tengan directamente juntas de casquillo, la conexión se debe efectuar como se indica en el apartado B
- Para las tuberías de PVC-U: por medio de juntas roscadas, y adicionalmente con un sellador resistente al envejecimiento.

DISEÑO

Un sistema sanitario de vacío aprovecha la diferencia de presión en el aire para el transporte de los residuos. Esta diferencia la crea un dispositivo de vacío, mediante presostatos que controlan el arranque y parada de éste, manteniendo en los tubos, un vacío constante entre el 40%-55% (-0,40 - -0,55 bar).

Al descargar un inodoro su contenido es aspirado por la tubería, por tanto el transporte continúa en tanto la válvula del inodoro esté abierta. Cuando la válvula cierra (en 1,5-2 seg) cesa el transporte. Durante el periodo de descarga, la distancia de transporte varía entre 5 y 15m, dependiendo del vacío, del diámetro del tubo, dirección de flujo, número de codos, etc.

Cuando se para el transporte, el agua fluye por gravedad hasta el punto más bajo. Por ello los tubos deben tener en ese punto, una “esclusa” o “pocete de transporte”. En la siguiente descarga de ese inodoro u otros conectados en el mismo lado del “pocete de transporte”, el contenido del mismo se aspira a través de los tubos. En líneas largas puede haber simultáneamente transporte desde varios pocetes, hasta que los residuos llegan al dispositivo de vacío. Los tubos entre pocetes, deben tener pendiente en la dirección del flujo, para asegurar que el líquido fluya en el mismo sentido.

La selección del tendido de tubos a bordo, depende de muchos factores. En lo posible, el tubo de salida de los inodoros debería ser descendente, es decir los colectores y ramales deberían estar por debajo de los inodoros.

Con ello se disminuye el riesgo de contraflujo y siempre quedará vacío suficiente para la descarga de los inodoros. Sin embargo, también se pueden instalar colectores y ramales por el techo en sistemas de vacío. En este caso es vital que el tendido de tubos se diseñe evitando contraflujo y acumulación no prevista de agua en la tubería, asegurando el transporte de los residuos.

El sistema óptimo de tendido es aquel que se diseña para contener, durante el servicio normal, el mínimo posible de agua. Esto se logra haciendo los tubos horizontales, lo más cortos y con el menor número de codos posible. Los colectores/tubos principales horizontales se deberán diseñar de forma que sean lo más cortos posible.

Para decidir el número de colectores, desde la planta de vacío a los ramales, se debe tener en cuenta el número de inodoros y de cubiertas y la necesidad de cortes por zonas para mantenimiento. Cada tubo principal debería tener una válvula de aislamiento con la planta de vacío.

En el proyecto objeto de estudio al tratarse de un buque de pasaje, estos buques tienen pasillos largos y se puede tener la tentación de conectar muchos inodoros a cada ramal horizontal. Estos tubos horizontales, entonces, tendrán más agua de lo deseable y ello aumenta el riesgo de contraflujo. Además, si hay muchos pocetes de transporte, el vacío se reduce mucho al final de cada ramal.

En ciertos periodos los aseos públicos tienen gran cantidad de descargas simultáneas, lo cual debe tenerse en cuenta al seleccionar los ramales.

Hay más riesgo de atascos, la elección de las entradas de limpieza es muy importante. Se deben instalar válvulas de corte para reducir, durante los periodos de mantenimiento o averías, el número de inodoros fuera de servicio.

Respecto a la interconexión de aguas grises, cuando se instalan tanques de conexión de aguas grises, para la recogida por vacío de las aguas grises de lavadoras, lavabos, duchas, etc, aumenta el transporte de agua en el sistema

de vacío. Como regla general, estas aguas grises deben conducirse directamente a los colectores verticales, con un tubo independiente. Esto se puede ver en la figura siguiente.

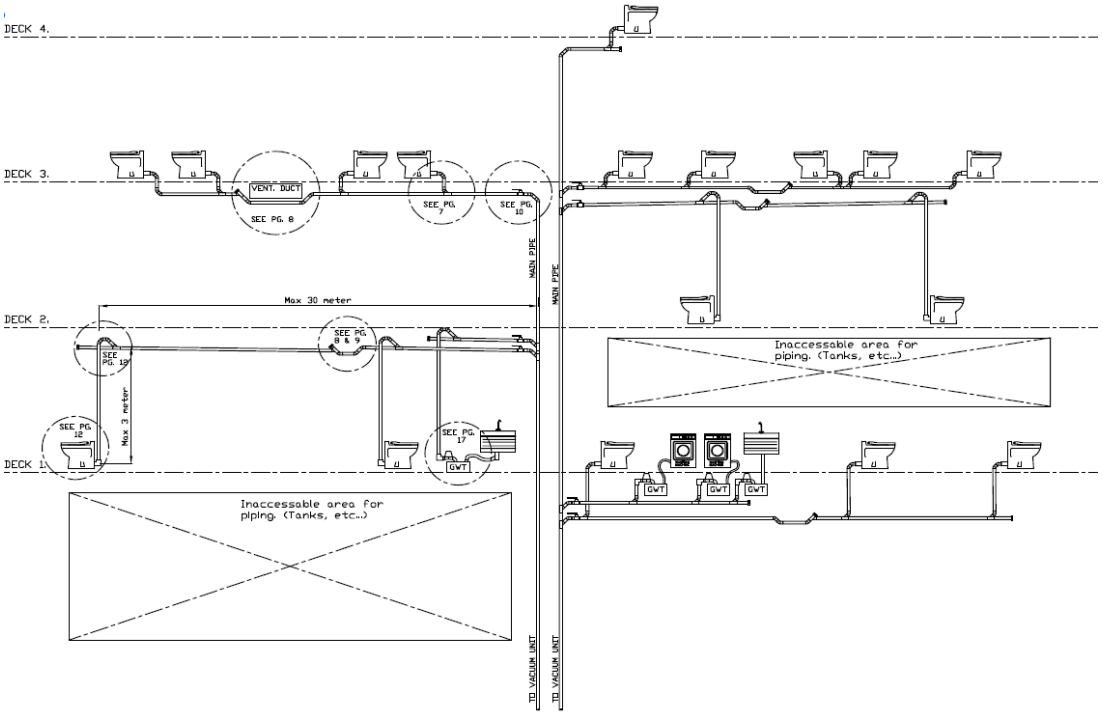



Figura 3. Interconexión aguas grises.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

En la figura siguiente se muestra las uniones de tubos entre dos cubiertas.

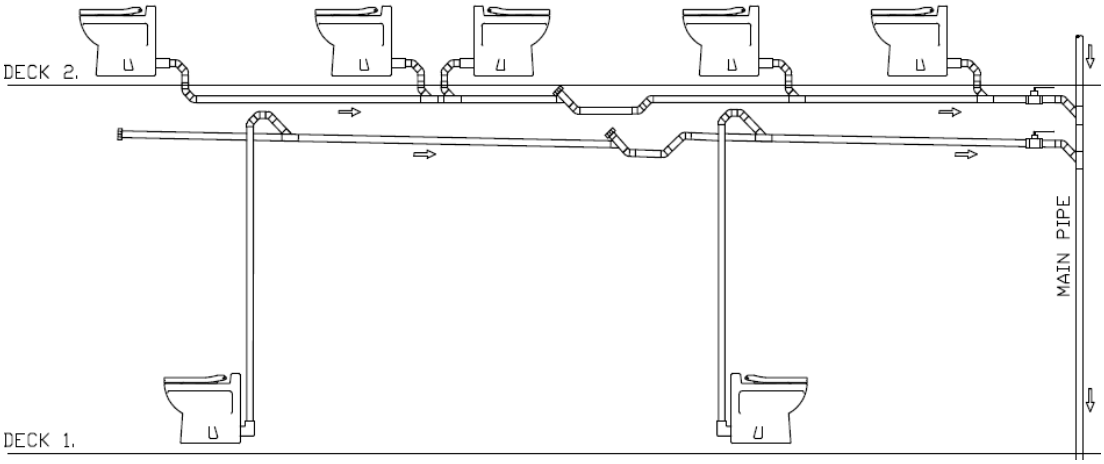



Figura 4. Uniones de tubos entre dos cubiertas.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Respecto los tubos horizontales el transporte puede ser:

a) Tubos de salida de inodoros ascendentes. Los tramos entre pocetes de transporte deberán tener, preferiblemente, pendiente en la dirección del flujo (ver figura 5).

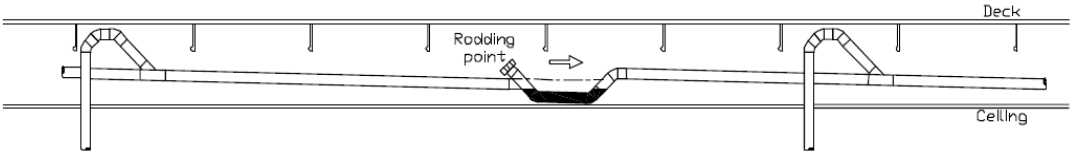



Figura 5. Muestra de la pendiente en la dirección de flujo, en tubos de salida de inodoros ascendentes.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

b) Tubos de salida de inodoros descendentes: Los tramos entre pocetes se pueden tender horizontalmente, siempre y cuando los tubos de salida de los inodoros desciendan, o se evite el contraflujo (ver figura 6).

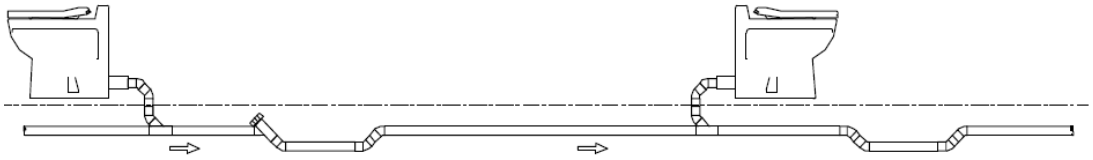


Figura 6. Tubos de salida en inodoros descendentes.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Los pocetes sirven para rehacer los “tapones”. Cuando se descarga un inodoro conectado al mismo tubo, la presión diferencial antes y después del pocete empujará el tapón hasta el siguiente pocete.

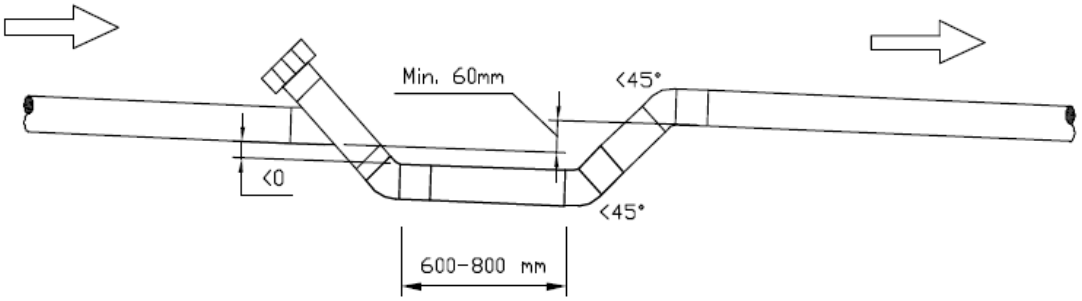


Figura 7. Medidas de los pocetes.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Cuando haya que salvar obstáculos como conductos de ventilación, cruce de tubos, etc, es aconsejable construir el paso del obstáculo como un pocete (ver figura 8).

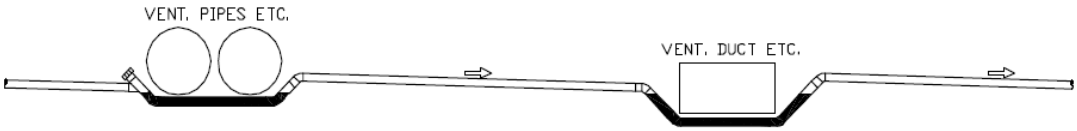



Figura 8. Pasantes de obstáculos construidos como pocetes.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Si el tubo de vacío tiene que ir por encima del obstáculo, es muy importante situar un pocete antes del tubo ascendente, de esta forma se consigue, en el tubo ascendente, la máxima velocidad de transporte de los residuos, como se indica en la figura 9.

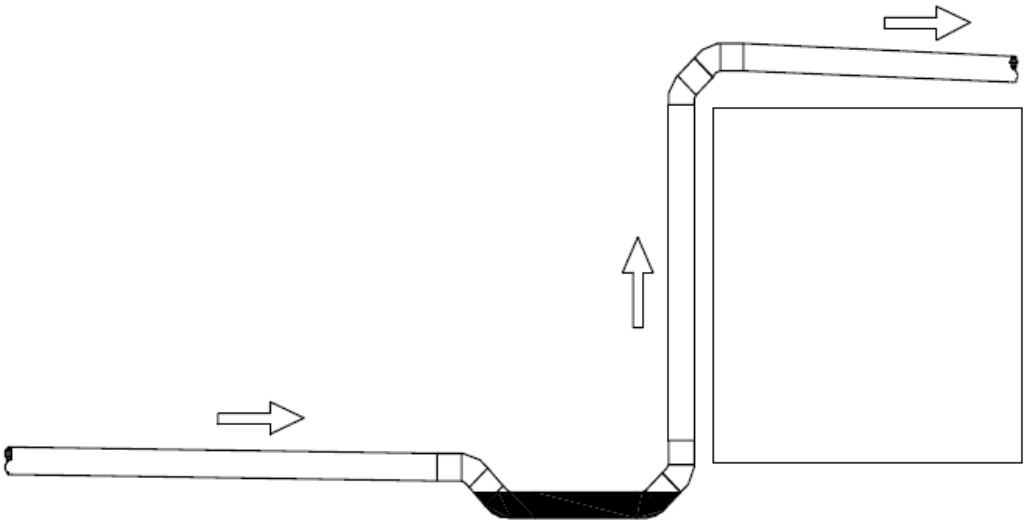


Figura 9. Instalación de un pocete antes del tubo ascendente.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

La distancia entre pocetes se debe decidir teniendo en cuenta la posibilidad de cambio de asiento y los movimientos del buque por el estado del mar, para el caso del proyecto objeto de estudio de un buque de pasaje esta distancia es de 15 m. En sistemas con descargas descendentes de inodoros hacia ramales horizontales, la distancia entre pocetes puede ser max. 25metros.

Cualquier codo en un tubo dificulta el flujo de transporte. En las líneas horizontales, los codos crean acumulación de líquido justo después del codo. Por ello es aconsejable prever un pocete después del codo, para reagrupar los residuos y volver a tener la máxima velocidad de transporte. Cuando haya varios codos cercanos entre sí, se deberá instalar un pocete justo después del último codo en la dirección del flujo.

Se recomienda instalar pocetes cerca de las uniones de ramales en la dirección del flujo.

Respecto al montaje de tubos de vacío en el techo, en muchas instalaciones a bordo, los ramales horizontales se tienden entre la cubierta de encima y los paneles del falso techo. Es decir las salidas de inodoros ascienden por un tubo vertical y se unen a un ramal horizontal en el techo. El objetivo en estos casos es evitar el contraflujo hacia los inodoros. El contraflujo es que las aguas residuales de los tubos altos retornen al tubo vertical que sale de los inodoros. El líquido en el tubo vertical puede perturbar la descarga del inodoro y en el peor de los casos puede haber retorno de líquido a la taza.

En el montaje de ramales horizontales en el falso techo, los ramales horizontales entre la cubierta de encima y los paneles del falso techo deben situarse lo más bajo posible, y que la parte baja del pocete sea el límite con los paneles. De esa forma se consigue el máximo espacio para la unión en cuello de cisne entre el tubo vertical que viene de los inodoros y el tubo horizontal al que se une (ver figura 10).

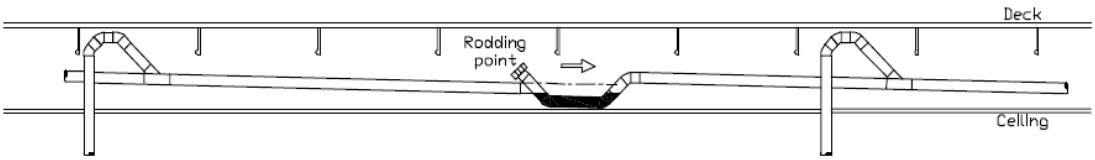


Figura 10. Montaje de ramales horizontales en el falso techo.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

En la unión de tubos de diferentes diámetros, el diámetro del tubo depende del número de inodoros que se conectan a los ramales y colectores. Hasta 20- 25 inodoros, el tamaño más común para los tubos de salida de inodoros y ramales es DN50. Para un número superior los colectores suelen ser de DN 65. Los tubos verticales ascendentes nunca deben tener transiciones a diámetros mayores. La forma correcta es según muestra la Fig. 11.

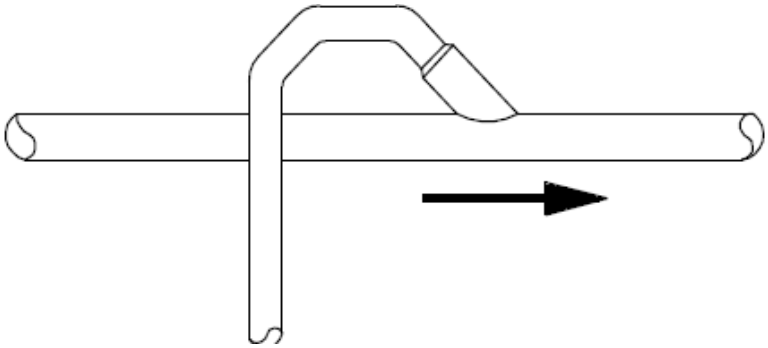


Figura 11. Unión de tubos de diferente diámetro.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

El motivo es que un diámetro mayor reduce la velocidad del aire y por tanto un transporte más lento y menor recorrido. La consecuencia es la acumulación de líquido y riesgo de contraflujo. Se debe mantener en lo posible el diámetro en los ramales horizontales, y aumentar el diámetro en los colectores verticales.

La unión de un ramal horizontal a un colector descendente debe hacerse siempre con una unión a 45º hacia abajo. En grandes instalaciones se recomienda montar en cada ramal una válvula de corte. No hay que olvidar prever un buen acceso a las válvulas de corte.

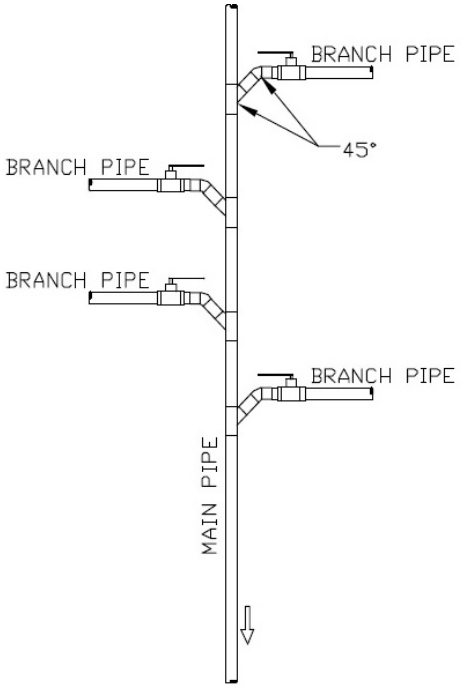



Figura 12. Unión de un ramal horizontal a un colector descendente.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Se deben situar puntos de limpieza a distancias adecuadas y con un buen acceso. En los tramos largos los puntos de limpieza se deben combinar con pocetes.

Respecto a los codos, deben tener ángulos grandes de curvatura. En tubos de plástico y en los de acero con unión a presión, los radios mínimos deben ser 2 x D, ó a 90º hecho con dos codos a 45º (Figura 13).

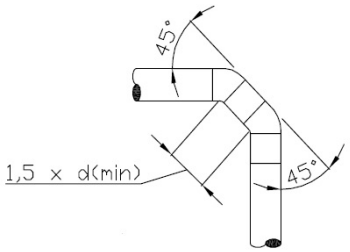



Figura 13. Codo con unión de tubería a presión.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

En tubos de acero soldado, el radio mínimo debe ser 3 x D. El interior de los tubos y accesorios debe ser liso y sin obstáculos para evitar atascos.

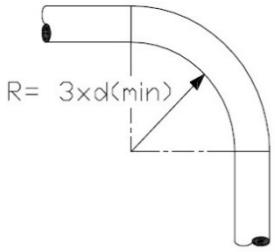



Figura 14. Codo en uniones soldadas.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

La unión de dos tubos debe hacerse con un ángulo máximo de 45º en la dirección de transporte. No deben utilizarse uniones en T. Los ramales deben unirse a los colectores horizontales siempre por arriba. Los ramales deben conectarse a los colectores verticales siempre con un ángulo de 45º, como indica la figura 15.

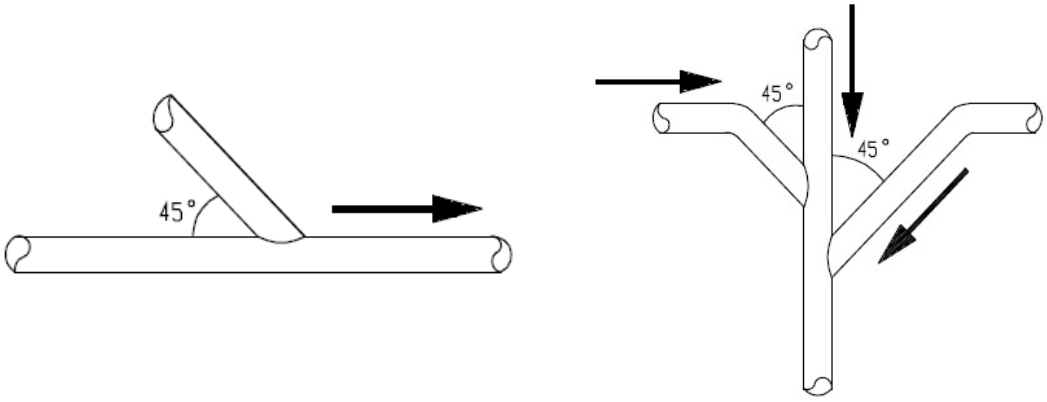



Figura 15. Ramales.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Respecto a la conexión a ramales principales de vacío hay que diferenciar los tubos ascendentes desde inodoros y el cuello de cisne en la transición entre tubos verticales y horizontales.

Tubos ascendentes desde inodoros:

Los tubos verticales de conexión deben ser rectos, sin codos, a fin de lograr el mejor transporte desde el inodoro. No se debe aumentar el diámetro en el tramo ascendente. Si la salida del inodoro es con tubo horizontal se debe prever un pocete justo antes del tubo ascendente. La máxima longitud de un ramal horizontal no debe exceder de 30 m (ver figura 16).

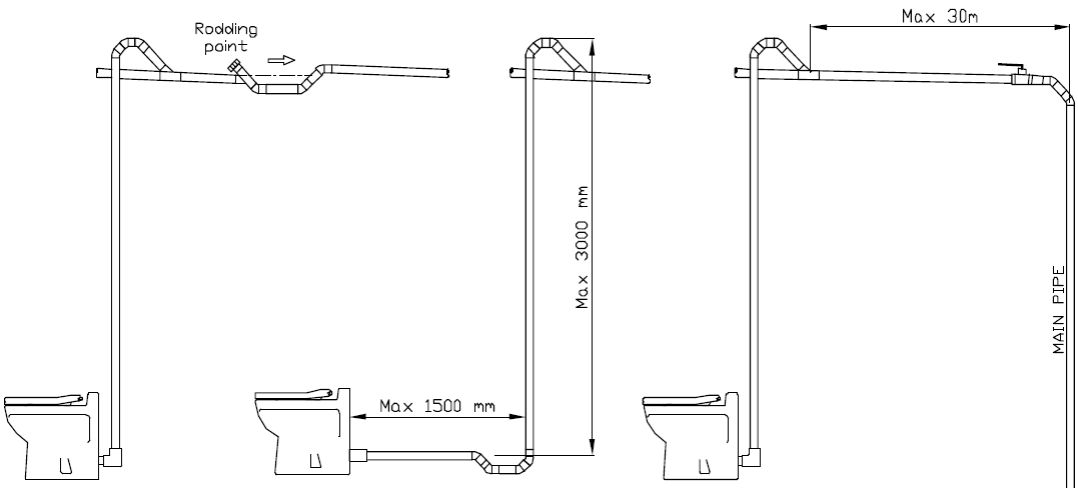



Figura 16. Conexión a ramales principales de vacío. *Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Cuello de cisne en la transición entre tubos verticales y horizontales:

El tubo ascendente se debe unir por la parte superior del ramal horizontal mediante un cuello de cisne con un ángulo de 45º en la dirección del flujo.

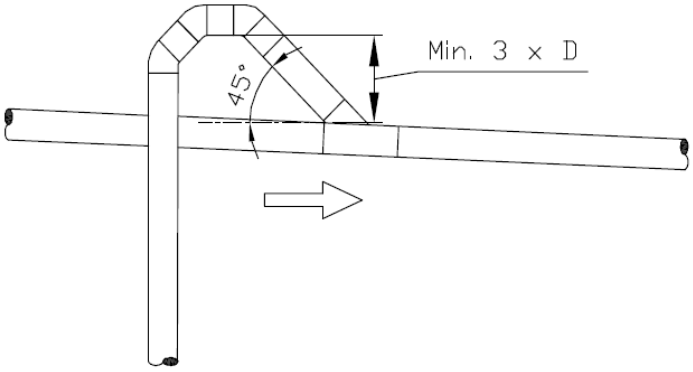



Figura 17. Cuello de cisne.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Un tubo ascendente nunca debe unirse a un punto de un ramal horizontal que pueda tener agua, por ejemplo, un punto de más bajo nivel del tubo.

La razón es que en caso de que haya poco vacío en los ramales horizontales, el agua puede ser aspirada por el cuello de cisne y que el tubo ascendente se llene de agua.

En pasillos donde los tubos ascendentes, desde los inodoros de ambas bandas, se unen a un ramal común, el tubo ascendente debe elevarse lo más alto posible y desde allí bajar al ramal.

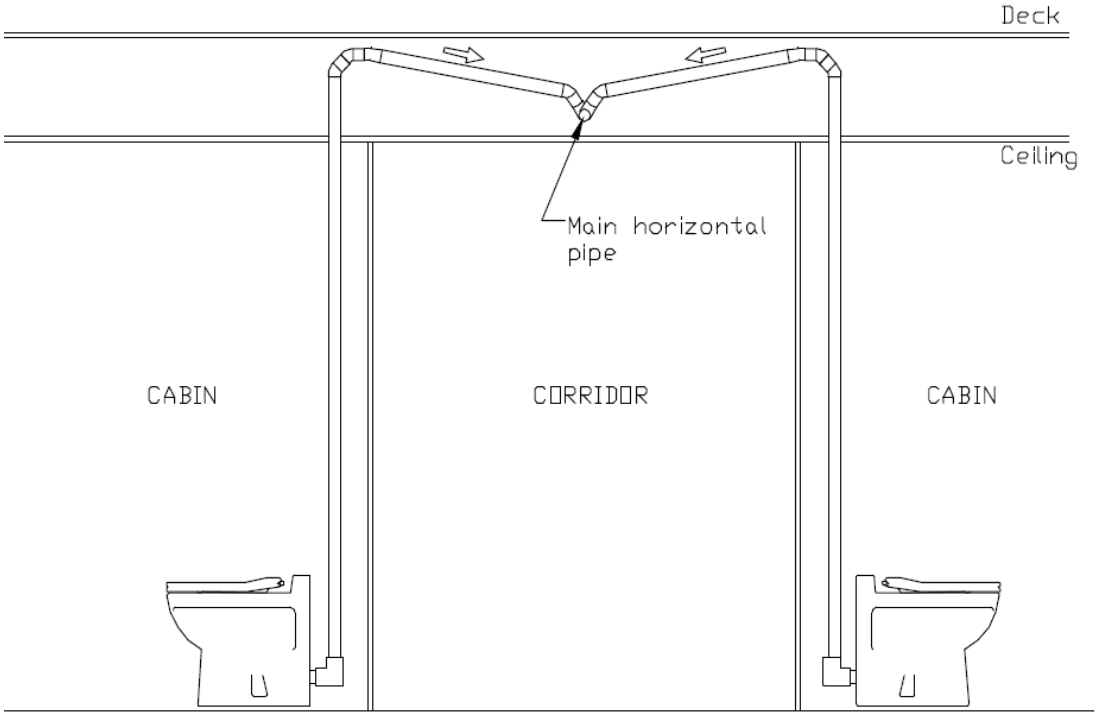



Figura 18. Detalle de unión a la tubería principal.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

En la alineación del tubo con la válvula del inodoro, es importante alinear correctamente el tubo para evitar fugas entre la taza y la válvula del inodoro, como se muestra en la figura 19.

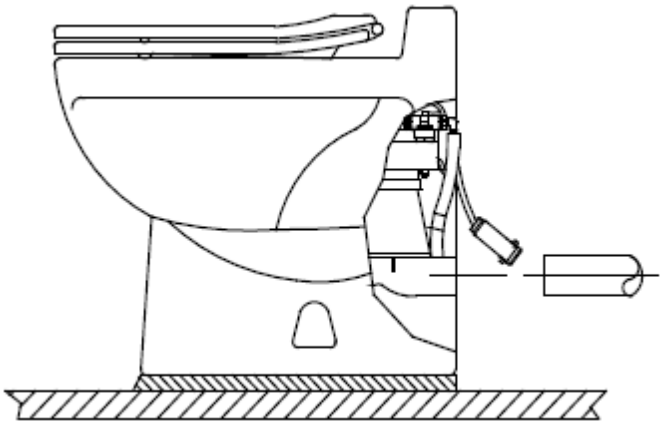


Figura 19. Alienación del tubo con la válvula del inodoro.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Respecto a la conexión a la válvula del inodoro, el manguito o codo de goma debe fijarse con abrazaderas (ver figura 20).

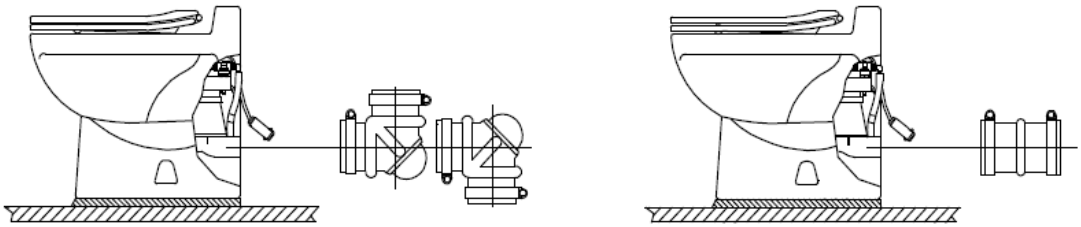


Figura 20. Conexión a la válvula del inodoro.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

A fin de reducir accesorios y facilitar el mantenimiento, se recomienda conectar el inodoro al sistema de tubos con manguera flexible. Esta manguera flexible no debe ser superior a 1 m. La distancia entre la salida del inodoro y la tubería no debe exceder del 70% de la longitud total de la manguera. La manguera flexible debe fijarse con abrazaderas (ver figura 21).

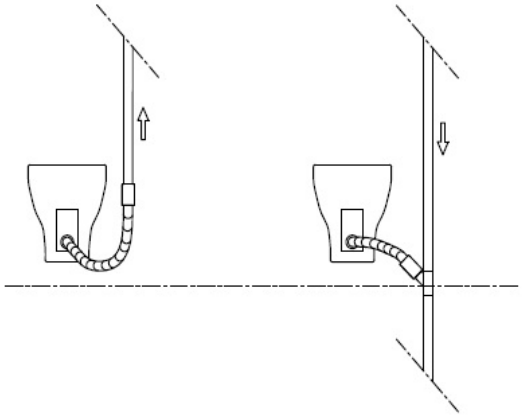


Figura 21. Manguera flexible.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Respecto a la tubería de aguas grises, en la figura siguiente se muestra la solución típica para aguas grises de lavandería.

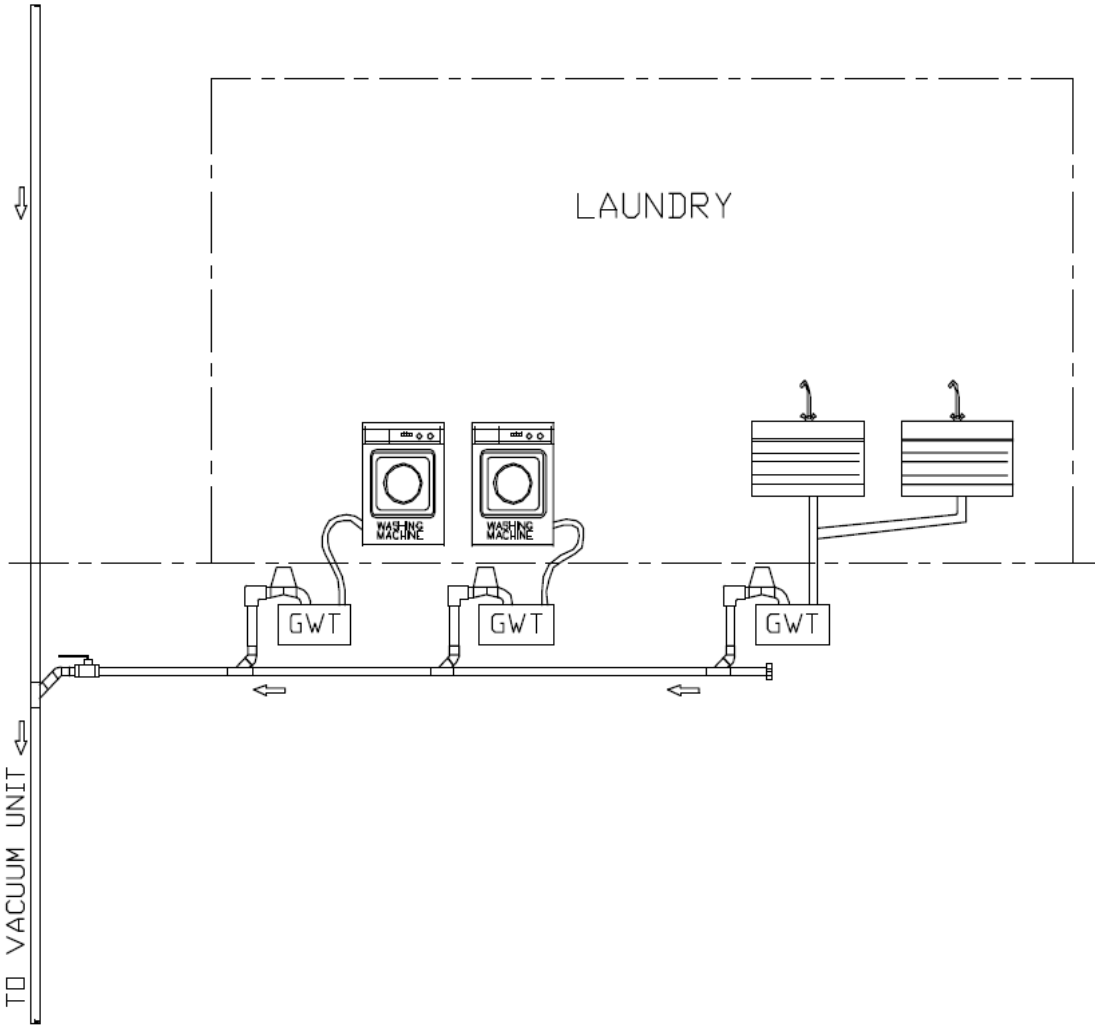



Figura 22. Solución para las aguas grises de la lavandería.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

Cuando se instalan tanques de interconexión de aguas grises para la recogida de lavadoras, lavabos, duchas, etc, aumenta el transporte de agua en el sistema. Como regla general, las aguas grises deben llevarse a los colectores verticales con tubos separados.

### 2.2.2. LÍNEA DE DESCARGA

La norma UNE-EN ISO 15749-4 es la que trata sobre los desagües sanitarios y las tuberías de evacuación.

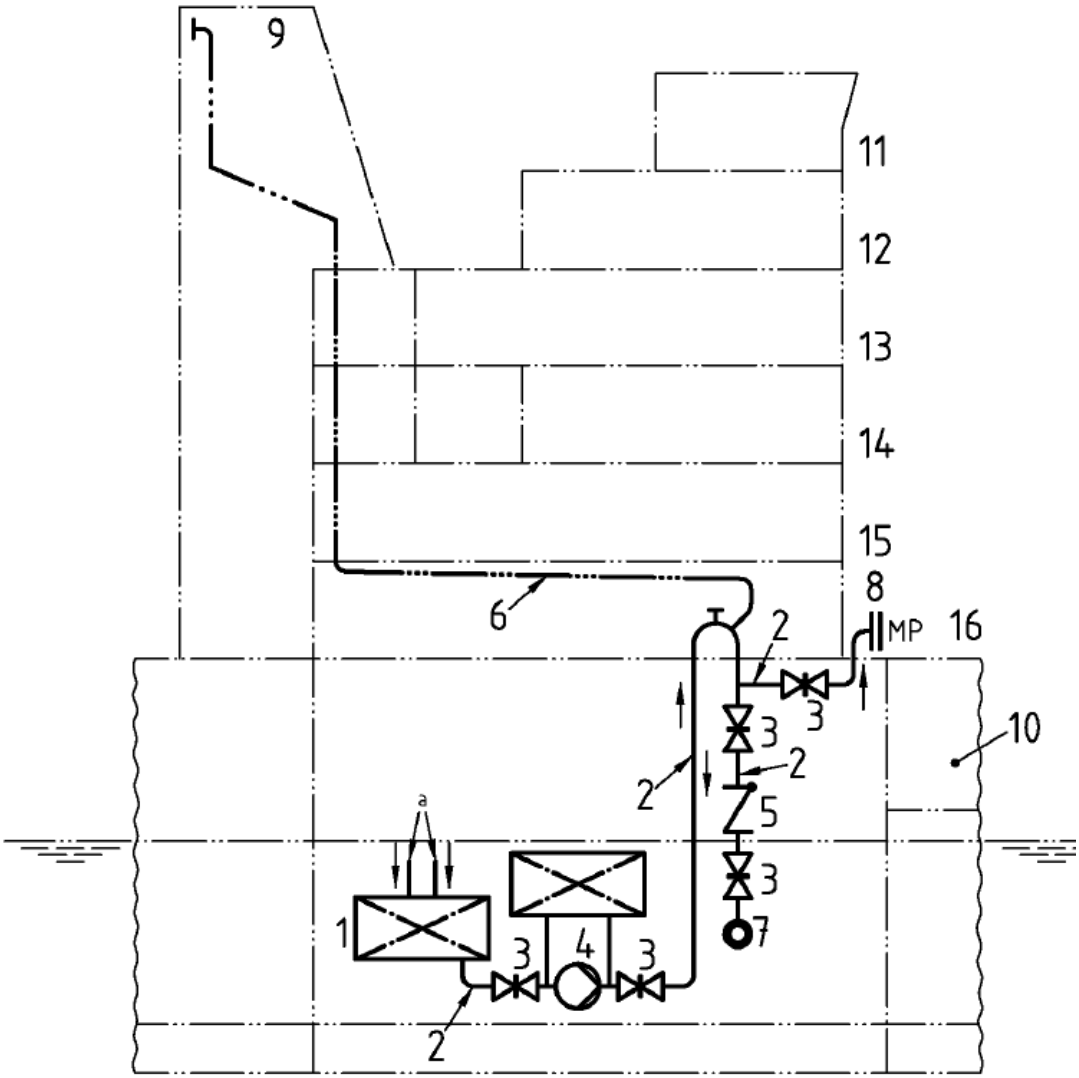
Para la evacuación de las aguas de desecho procedentes de los sistemas de desagüe sanitario, se establece una distinción entre:

-Evacuación de las aguas de desecho a una unidad de almacenamiento de aguas de desecho y tuberías de descarga por la borda, o una conexión desde la que se transfiera a un punto externo de descarga.

-Descarga directamente por la borda a través de líneas de desagüe por gravedad.

Puntos de descarga con unidades de almacenamiento

-Sistema de tuberías de descarga: las líneas de descarga desde las unidades de almacenamiento hasta los puntos de descarga se deben diseñar como líneas bajo presión. Los detalles se pueden observar en la figura siguiente:



**Leyenda**

1 planta de tratamiento de aguas negras, tanque colector o unidad generadora de vacío para estas instalaciones
2 tubería de descarga
3 válvula
4 bomba de aguas de desecho
5 válvula de no retorno
6 línea de ventilación
7 salida en el casco de las aguas de desecho
8 conexión internacional a tierra de las aguas de desecho (brida MARPOL)
9 chimenea
10 espacio de carga
11 puente
12 4ª cubierta de la superestructura
13 3ª cubierta de la superestructura
14 2ª cubierta de la superestructura
15 1ª cubierta de la superestructura
16 cubierta de franco bordo/compartimentado

a Aguas de desecho procedentes de las áreas de alojamiento y espacios de servicio.

Figura 23. Ejemplo de un sistema de descarga de aguas negras con una unidad de almacenamiento aguas arriba del punto de descarga.

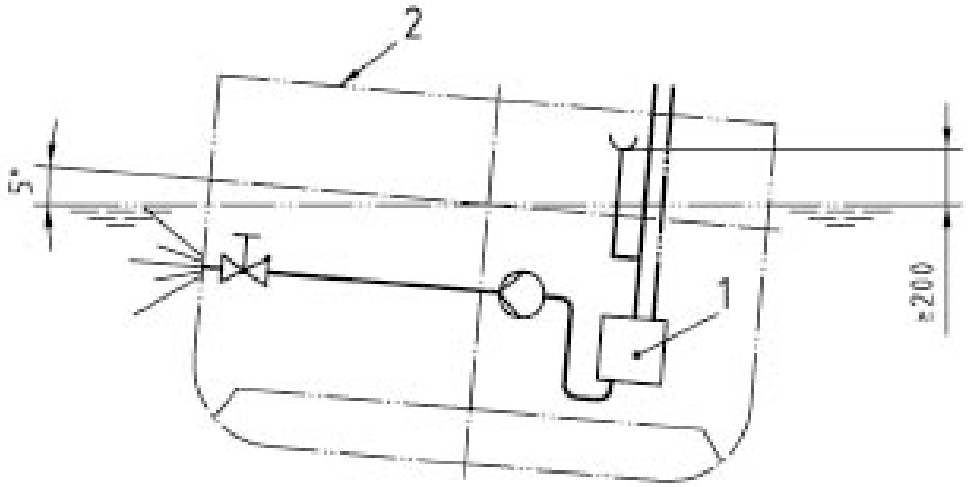
*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Descarga por el costado:

- Dispositivos de cierre. Como dispositivos de cierre, se deben instalar estos accesorios en la sección de las tuberías de descarga que transcurre entre la bomba de aguas de desecho y la salida de éstas. Los dispositivos de cierre deben estar certificados por las sociedades de clasificación.

La disposición, número y tipo de estos accesorios depende de la distancia vertical entre la línea de franco bordo de verano y la abertura más baja (desagüe).

- Desagües. Se deben instalar en la tubería de descarga, en el casco, una válvula atornillada de no retorno. Si no es posible instalar directamente en el casco este accesorio de cierre, la tubería entre el casco y el accesorio de cierre se debe diseñar con espesores gruesos, como se aprecia en la siguiente figura.




Leyenda

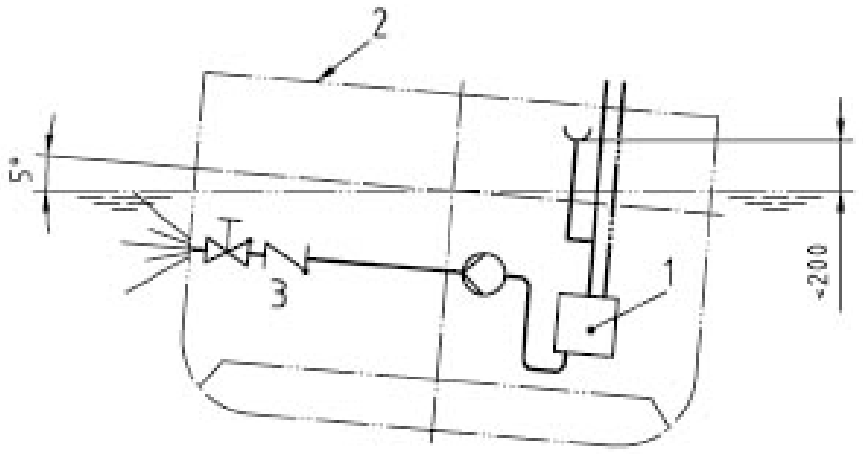
1 unidad de almacenamiento de aguas de desecho

2 cubierta de franco bordo

Figura 24. Ejemplo de desagüe.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Cuando en el caso de una escora de 5º del buque, tanto a babor como a estribor, la abertura interior más baja del sistema de desagüe esté a menos de 200 mm por encima de la línea de carga de verano, hay que colocar un dispositivo suplementario de no retorno en la línea de aspiración o de descarga de las bombas de aguas de desecho de los tanques o plantas de tratamiento de aguas negras, como se muestra en la figura siguiente.




**Leyenda**

1 unidad de almacenamiento de aguas de desecho

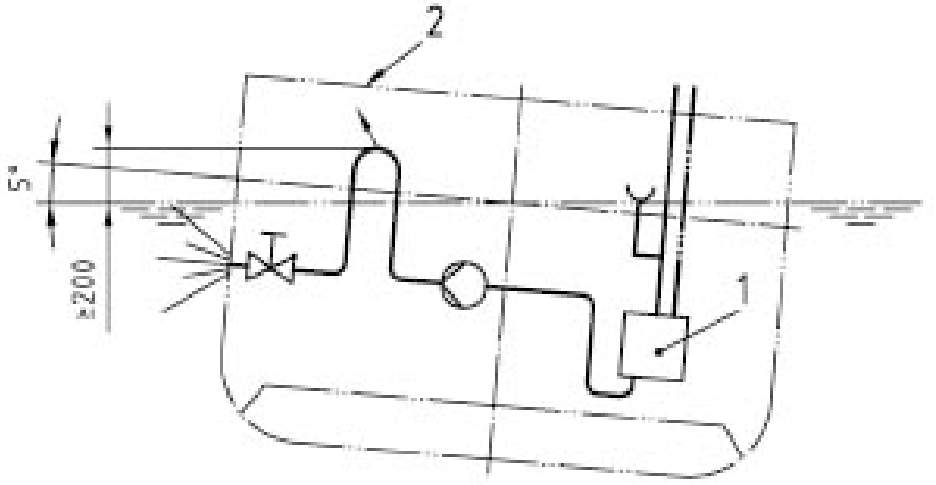
2 cubierta de franco bordo

3 a instalar aguas arriba o aguas abajo de la bomba

Figura 25. Ejemplo de desagüe para el apartado anterior.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Se puede aplicar un bucle de tuberías como segundo dispositivo de no retorno, siempre que la cresta del rebose esté por lo menos 200 mm por encima de la superficie del agua con el buque calando hasta la línea de carga de verano y con una escora de 5º.



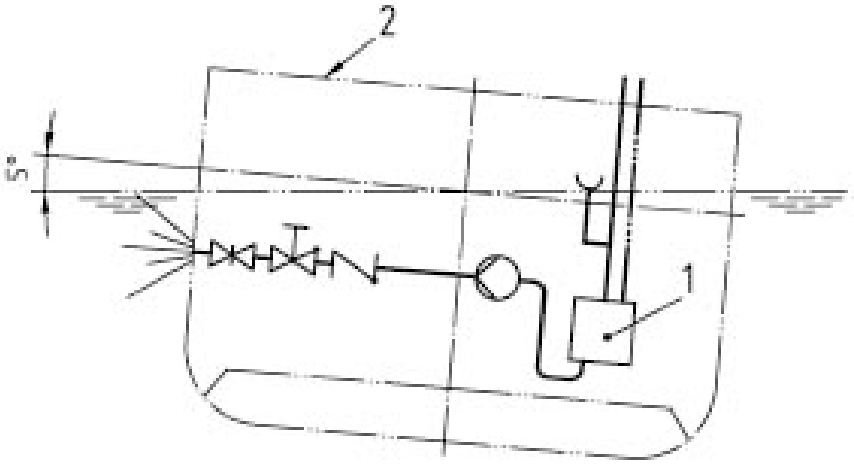

Leyenda

1 unidad de aguas de desecho
2 cubierta de franco bordo

Figura 26. Ejemplo de desagüe con bucle en la salida.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Cuando, en el caso de una escora de 5º con el buque cargado hasta la línea de carga de verano, la abertura inferior más profunda del sistema de desagüe esté al nivel de la superficie del agua o por debajo, se debe disponer una válvula de compuerta en la salida de la tubería, en el casco, además del segundo dispositivo de no retorno mencionado anteriormente. En este caso, la válvula antiretorno no necesita estar dotada de medios de cierre, ver siguiente figura.




**Leyenda**

1 unidad de almacenamiento o planta de tratamiento de aguas negras

2 cubierta de franco bordo

Figura 27. Ejemplo de desagüe para el apartado anterior.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Cuando en los buques de pasajeros, la abertura inferior más profunda del sistema de aguas de desecho esté por debajo de la cubierta de compartimentado, se debe colocar en la tubería de descarga de las plantas de tratamiento de aguas negras, una válvula de cierre de no retorno y un segundo dispositivo de no retorno. En este caso, se deben colocar en las tuberías de descarga de las aguas de desecho de los tanques colectores, una válvula de compuerta, así como dos dispositivos de no retorno.

El segundo dispositivo de no retorno se puede sustituir por un bucle de tuberías, estando su parte superior a 200 mm por lo menos, por encima de la cubierta de compartimentado.

En los buques de pasajeros, se puede adoptar la disposición de la siguiente figura, a condición de que, los desagües estén situados solamente por encima de la cubierta de compartimentado, y de que no se puedan producir pérdidas de las aguas de desecho desde los tanques colectores o desde las plantas de tratamiento de aguas negras en los espacios que se encuentren por debajo de la cubierta de compartimentado. En la sección Z de tuberías se deben colocar un dispositivo de cierre en el casco y una válvula de no retorno de cierre automático.

En caso de que las bombas estén instaladas en paralelo, se debe colocar un dispositivo de cierre en el lado de la descarga de cada bomba.

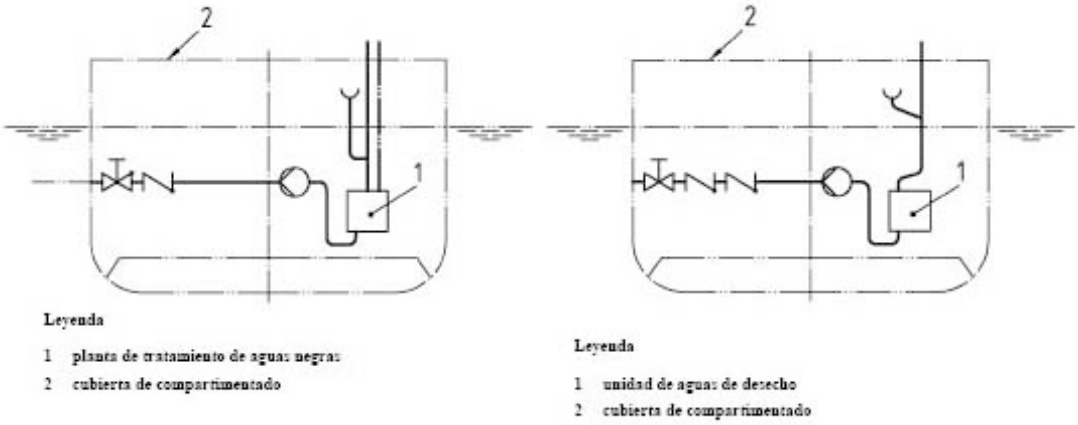



Figura 28. Ejemplos de desagüe para buques de pasaje.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Descarga a un punto externo de descarga (conexión a tierra)

-Generalidades. Las tuberías de descarga de las aguas de desecho se deben dirigir hacia las conexiones de descarga situadas en una cubierta en la que sea posible descargar las aguas tanto por el costado de babor como por el de estribor.

-Espesor de las paredes de las tuberías. Las tuberías de acero tipo N, de acuerdo con la tabla 16, son suficientes para las tuberías de descarga en todas las zonas.

-Conexión de descarga de las aguas de desecho. La conexión de descarga de las aguas de desecho debe tener una brida adaptada a la conexión internacional a tierra de las aguas de desecho (brida MARPOL)

Tabla 16. Medidas de las tuberías de acero.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

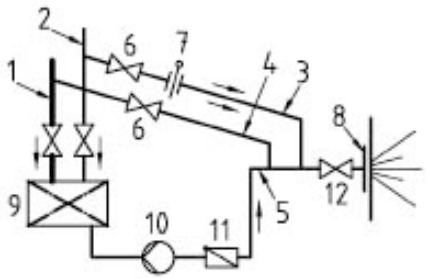
| Diámetro nominal DN | Diámetro exterior $d$ mm | Espesor de las paredes, $s_{min}$ con el tipo de espesor de paredes mm | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | N | |
| | | | | D[a] | E[b] |
| 65 | 76,1 | 4,5 | 7,1 | 2,6 | 2,9 |
| 80 | 88,9 | 4,5 | 7,1 | 2,9 | 3,2 |
| 100 | 114,3 | 4,5 | 8 | 3,2 | 3,6 |
| 125 | 139,7 | 4,5 | 8 | 3,6 | 4 |
| 150 | 168,3 | 4,5 | 8,8 | 4 | 4,5 |

a Para las tuberías de acuerdo con la Norma ISO 4200, tipo de espesor D.

b Para las tuberías de acuerdo con la Norma ISO 4200, tipo de espesor E.

Descarga a través de una línea de derivación

-Generalidades. En las zonas en las que esté permitido descargar las aguas negras al mar, se pueden descargar directamente por la borda a través de una línea de derivación. La figura siguiente muestra un ejemplo de esta disposición.




Leyenda

1 línea de desagüe de aguas negras
2 línea de desagüe de aguas grises
3 línea de derivación para las aguas negras
4 línea de derivación para las aguas grises
5 línea de descarga de aguas negras
6 válvula de cierre de compuerta
7 cierre por medio de una brida de gafas, opcional
8 descarga en el costado de las aguas de desecho
9 unidad de almacenamiento (por ejemplo tanque colector)
10 bomba
11 válvula de no retorno
12 dispositivo de cierre en el casco

Tabla 17. Línea de derivación.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

-Disposición de las tuberías. En las líneas de desagüe por gravedad, la línea de derivación conecta directamente el desagüe principal de aguas

negras con la línea de descarga de aguas de desecho, que conduce desde la unidad de aguas de desecho hasta una descarga al exterior en el casco.

En la entrada de esta línea, se debe colocar una válvula de cierre de compuerta, y a continuación un dispositivo adicional de cierre.

La línea de derivación deber terminar, en la dirección del flujo, en la línea de descarga de aguas negras, en un punto lo más cercano posible a los dispositivos de cierre en el casco.

Los dispositivos de cierre en la línea de derivación se deben instalar de acuerdo con lo que se mencionará más adelante.

-Dispositivos de cierre. En las líneas de desagüe por gravedad, los dispositivos de cierre en el casco deben satisfacer los requisitos mínimos que se especifican más adelante cuando se trate la salida de las aguas de desecho.

- Descarga directamente por el costado desde espacios cerrados a través de líneas de desagües

-Consideraciones básicas. Las líneas de desagüe que conducen desde los espacios por debajo de la cubierta de franco bordo/compartimentado, se deben equipar con dispositivos de cierre, que se instalarán en función de la relación existente entre la distancia F y la eslora del buque L.

En los buques de pasajeros, las líneas de desagüe procedentes de los espacios situados por debajo de la línea de margen se deben equipar con válvulas de no retorno atornilladas en el casco, provistas de un dispositivo de accionamiento.

El dispositivo de accionamiento se debe instalar en un punto situado por encima de la cubierta de compartimentado, que sea accesible en todo momento, y que esté equipado con un indicador claro de las posiciones “abierto/cerrado”.

Los espacios situados por encima de la primera cubierta, por encima de la cubierta de franco bordo/compartimentado, o en un lugar más alto, se pueden considerar como espacios abiertos, a pesar de las puertas

estancas o cierres de los que puedan disponer. Las tuberías que conducen desde estos espacios directamente al exterior, se deben configurar de acuerdo con la Norma ISO 15749-5.

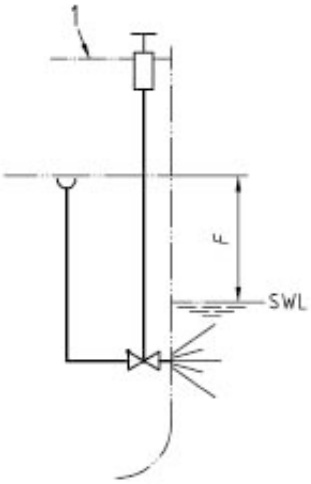
-Configuración de los dispositivos de cierre

-Generalidades. Las siguientes figuras nos muestran ejemplos de las posibles configuraciones de los dispositivos de cierre en el casco y en las tuberías.

F es la distancia vertical entre el desagüe (abertura interior) y la línea de carga de verano para el transporte de madera en cubierta.

L es la eslora entre perpendiculares del buque.

-F hasta 0,01 L. Se puede utilizar una válvula de no retorno atornillada al casco, capaz de poderse cerrar desde un punto de accionamiento situado por encima de la cubierta de franco bordo, con un indicador.




Leyenda

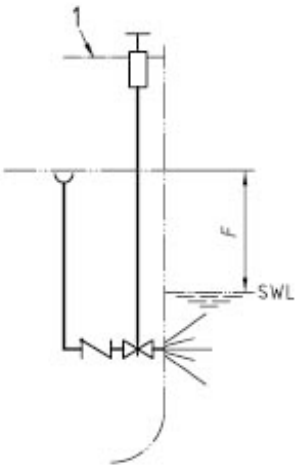
1 Cubierta de franco bordo o cubierta de compartimentado

Figura 29. Válvula de no retorno atornillada.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Alternativamente se puede utilizar una válvula de cierre de compuerta en el casco, capaz de poderse cerrar desde un punto de accionamiento situado por encima de la cubierta de franco bordo, con un indicador y un

dispositivo de no retorno de cierre automático en la línea, tal y como se muestra en la figura siguiente.



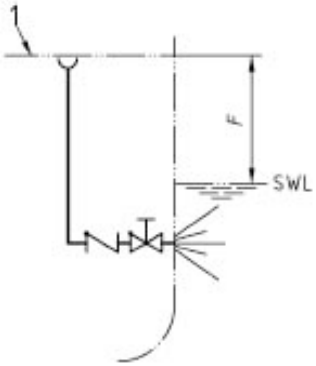

Leyenda

1 cubierta de franco bordo o cubierta de compartimentado

Figura 30. Válvula de cierre de compuerta.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

En los espacio de máquinas, se puede colocar en el casco una válvula de cierre de compuerta accionable localmente, y un dispositivo de no retorno en la línea, como se muestra en la figura siguiente.




Leyenda

1 cubierta de franco bordo o cubierta de compartimentado

Figura 31. Válvula de cierre de compuerta operable localmente.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

-F por encima de 0,01 L y hasta 0,02 L. Dos dispositivos de no retorno: uno en el casco y el otro en la tubería por encima de la línea de carga de verano que sean accesibles en todo momento o, si no es posible una configuración de acuerdo con la siguiente figura, se puede conectar entre, o aguas debajo de dos dispositivos de no retorno, una válvula de cierre de compuerta fácilmente accesible.

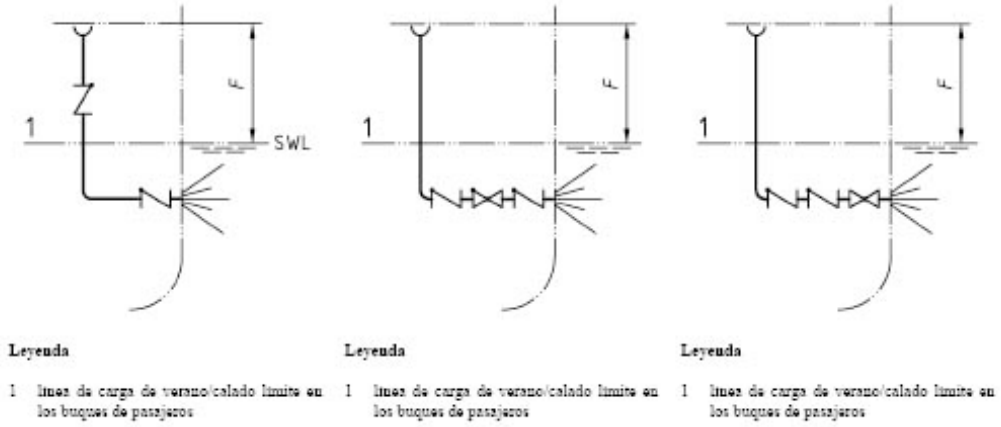



Figura 32. Ejemplos del párrafo anterior.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Alternativamente puede aplicarse un dispositivo de no retorno y una válvula de no retorno atornillada en el casco.

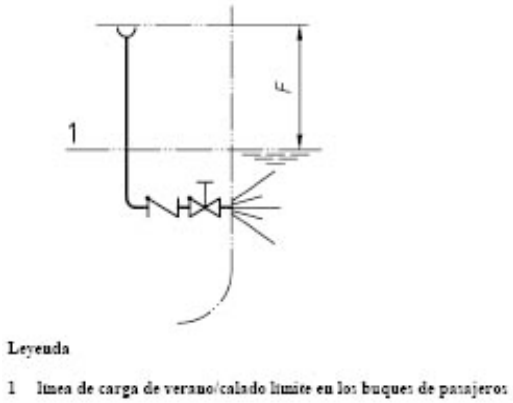



Figura 33. Válvula de no retorno atornillada.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

-F por encima de 0,02 L. Se puede utilizar un dispositivo de no retorno en el casco.

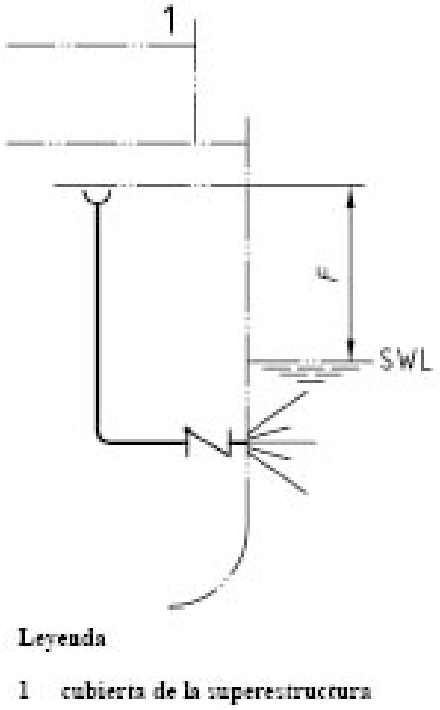
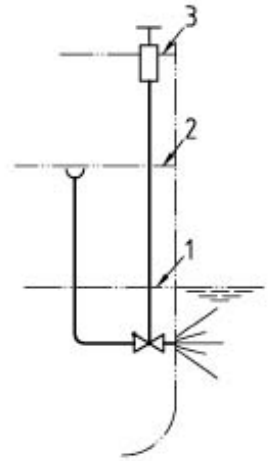



Figura 34. Dispositivo de no retorno.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

-Desagües desde los espacios por debajo de la línea de margen en los buques de pasaje. Se puede utilizar una válvula de no retorno atornillada al casco, capaz de poderse cerrar desde un punto de accionamiento situado por encima de la cubierta de compartimentado, con un indicador.

Alternativamente, se pueden utilizar dos dispositivos de no retorno, uno en el casco y el otro en la tubería por encima de la línea de máxima carga, que sean accesibles en todo momento (ver figura siguiente).




Leyenda

1 línea de máxima carga
2 calado límite
3 cubierta de compartimentado

Figura 35. Ejemplo de dispositivo de no retorno.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

-Configuración de los dispositivos de cierre y salidas en el casco de las aguas de desecho. Las salidas de las tuberías de las aguas de desecho, originariamente en cualquier nivel, situadas bien a más de 450 mm por debajo de la cubierta de franco bordo, o bien a menos de 600 mm por encima de la línea de carga de verano, se deben equipar con un dispositivo de no retorno en el casco. Este dispositivo puede omitirse si la tubería tiene un espesor del tipo B (ver figura siguiente).

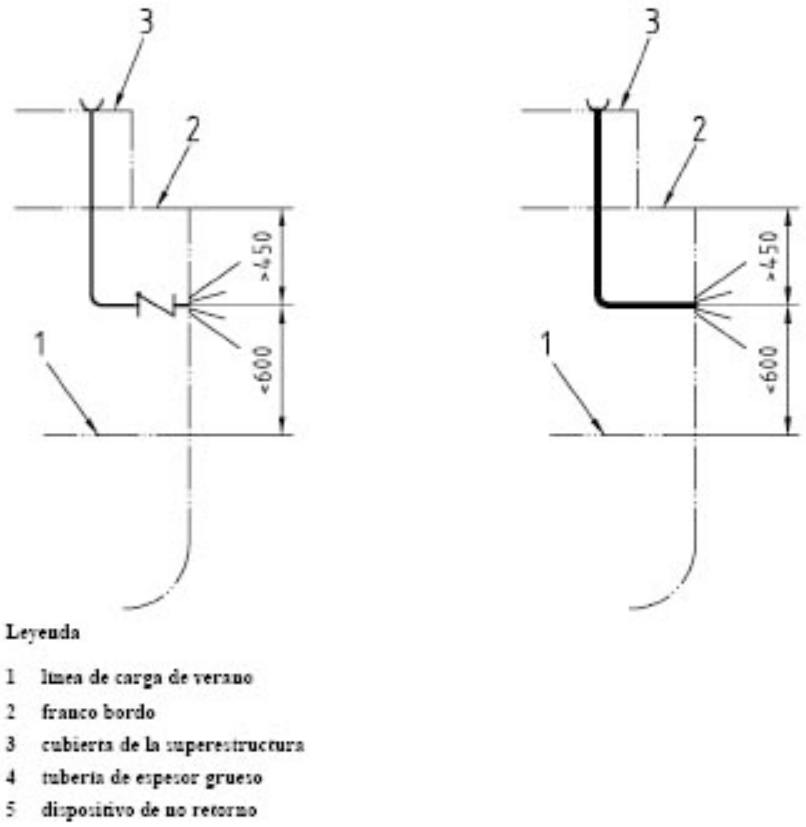



Figura 36. Ejemplos para el apartado anterior.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-4:2004.*

Salida de las aguas de desecho

-Localización.

Las salidas al exterior en el casco no se pueden situar en las cercanías de escalas ni en las zonas en donde se arríen los botes salvavidas.

Las salidas de las aguas de desecho se deben situar lo más lejos posible de las tomas de mar, mirando en la dirección del buque navegando avante.

Las salidas de las aguas negras se deben situar, si es posible, por debajo de la línea de carga de verano.

-Configuración.

Las salidas de las aguas negras deben tener una brida soldada para las conexiones con el exterior.

Sistema de tuberías

-Tuberías

Para las líneas de descarga de aguas negras (líneas de presión), líneas de derivación, y líneas de desagüe que conduzcan a las salidas de aguas negras en el casco, se deben utilizar tuberías de acero.

Se pueden aplicar los siguientes tipos de tuberías, con las medidas que figuran en la tabla 16 mostrada anteriormente:

-tuberías de acero sin soldadura, de acuerdo con las Normas ISO 4200 y ISO 9329-1, de St 37,0.

-tuberías de acero soldadas, de acuerdo con las Normas ISO 4200 y ISO 9330-1, de St 37,0.

Para los espesores mínimos de las paredes se aplica lo siguiente:

-El tipo A se debe escoger para las líneas de descarga de aguas negras, líneas de desagüe y líneas de derivación que conduzcan a las salidas en el casco de las aguas de desecho.

-El tipo B se debe escoger para las secciones de línea comprendidas entre las salida por la borda de las aguas de desecho en el casco y el dispositivo de cierre situado antes del casco, si este dispositivo no se ha montado directamente en el casco, así como para los bucles de tubería de acuerdo.

-El tipo N se debe escoger para las líneas de descarga de aguas negras (líneas de presión) que partan desde la unidad de almacenamiento de aguas de desecho hasta la conexión de descarga de aguas de desecho (brida MARPOL).

-Bombas

Las bombas utilizadas deben ser las adecuadas para funcionar con las líneas de desagüe configuradas de acuerdo con esta parte de la Norma ISO 15749

-Accesorios

Los accesorios a instalar como dispositivos de cierre, así como los destinados a otras funciones de interrupción, en las líneas de descarga de aguas de desecho, deben consistir preferiblemente en válvulas de cierre de compuerta y dispositivos de no retorno.

Los accesorios que sirvan como dispositivos de cierre deben tener sus carcasas fabricadas con un material dúctil, aprobado por las sociedades de clasificación correspondientes.

## 2.3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE AIRE

En este aparatado se va a determinar la capacidad de aire para las aguas negras y para las aguas grises, según la norma UNE-EN ISO 15749-3:2004.

### 2.3.1. CAPACIDAD DE AIRE PARA LAS AGUA NEGRAS

La norma UNE-EN ISO 15749-3 facilita la ecuación para el cálculo de la capacidad de aire para las aguas negras y es la siguiente:

$P1 = W \times b1 \times f1 \times f2$

Donde:

$b1$ = es el consumo de aire, en litros, de una activación del mecanismo de vacío para aguas negras (normalmente 60 L)

$f1$ = es el número de retretes utilizados por hora (para los valores normales, véase la tabla 18)

$f2$ = es el factor de pérdidas causadas a través del sistema (normalmente 1,25)

$P1$ = es la capacidad de aire para las aguas negras, en litros por hora

$W$ = es el número de retretes con mecanismos integrados de vacío y de urinarios con un mecanismo de vacío

conectado.

Tabla 18. Número de retretes utilizados por hora.

*Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-3:2004.*

| Tipo de buque | Carguero | Buque de pasaje | Ferry | Buque de excursiones de día |
|---|---|---|---|---|
| $f_1$ | 5 | 6 | 7 a 9 | 12 |

El buque Martin i Soler objeto de estudio dispone de 125 desagües sanitarios, luego P1 es igual a:

P1 = 125 x 60 x 6 x 1,25 = 56250 l/h

### 2.3.2. CAPACIDAD DE AIRE PARA LAS AGUAS GRISES

La norma UNE-EN ISO 15749-3 también facilita la ecuación para el cálculo de la capacidad de aire para las aguas grises y es la siguiente:

$$\mathrm{P2} = \frac{K\ x\ m\ x\ b2}{a\ x\ n} + \frac{K\ x\ m}{a}$$

Donde:

*a* = es el número de períodos pico (normalmente 2)

*b*2 = es el consumo de aire, en litros, para una activación del mecanismo de vacío para aguas grises (normalmente 50 L)

*K* = designa el número de personas a causa de las cuales hay que descargar las aguas grises vía las líneas de achique operadas por vacío

*m* = es el consumo de agua por persona en 24 h, en litros (normalmente 60 L)

*n* = es la cantidad de agua utilizada en una activación de un mecanismo de vacío, en litros (normalmente 5 L o 15 L)

*P*2 = es la capacidad de aire para las aguas grises, en litros por hora.

En el buque objeto de estudio, el valor aproximado de la cantidad de aire necesaria de las aguas grises será:

$$\mathrm{P2} = \frac{140\ x\ 60\ x\ 50}{2\ x\ 10} + \frac{140\ x\ 60}{2} = 25200\ \mathrm{l/h}$$

## 2.4. SELECCIÓN DE ELEMENTOS

### 2.4.1. RETRETES

En la selección de retretes se ha escogido unos de la casas jet, denominado Vacuum Toilet Jets 64FD-VPC (ver figuras siguientes).

Figura 37. Retrete seleccionado.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

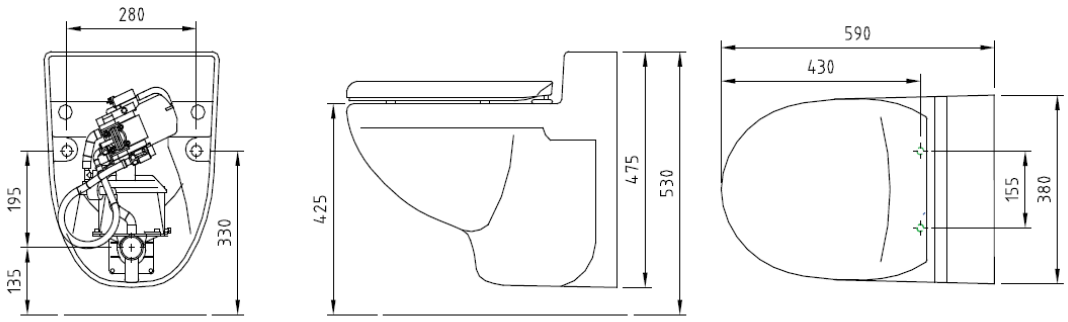



Figura 38. Dimensionado de los retretes.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

La secuencia de vaciado es como sigue (ver figura 39): Cuando se acciona *el pulsador (6*), el aire en su interior se comprime. La presión que se genera se transmite vía una manguera *al pistón (7)* en el cilindro de inicio, leva del controlador. El pistón es empujado hacia dentro, provocando la apertura de *la válvula de inicio, leva del controlador (3).* Ésta abre, permitiendo que el vacío llegue sobre el cilindro principal, en la leva del controlador. El cilindro se mueve desde la posición de descanso a la posición inferior de apertura total. Cuando el cilindro principal se mueve hacia arriba, la leva de *la válvula de agua (8)* abre la válvula y el agua se descarga al inodoro, a través *del anillo de descarga de agua (1).* Con el mismo movimiento del pistón, *la válvula de control, válvula FD (4)*, se abre y se crea el vacío encima del diafragma de elevación. Esto provoca la compresión del muelle, *la válvula FD (2)* abre y comienza el vaciado del inodoro.

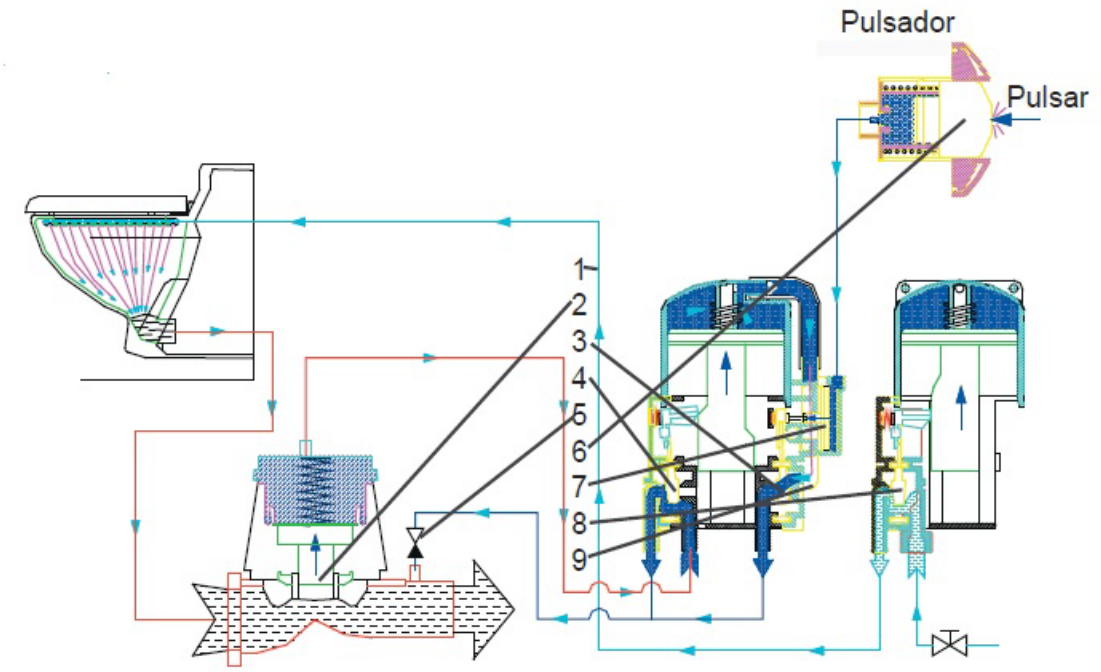



Figura 39. Secuencia de vaciado de retrete.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

En la secuencia final (figura 40), la presión de aire dentro *del pulsador (6)* desaparece. Esto se produce al soltar el pulsador (6). El pistón de arranque, *controlador de leva (7),* vuelve a la posición de descanso por la presión del muelle; y la válvula de arranque, *controlador de leva (3)*, se cierra. En el recorrido del pistón del controlador de leva hacia la posición inferior, (aproximadamente después de 2 segundos), *la válvula de control (4)* de la válvula FD se cierra al vacío y el aire pasa a *la válvula FD (2).* La guía de membrana es oprimida por la presión del muelle y se cierra el vacío, simultáneamente con la apertura al aire por encima del diafragma elevador de *la válvula FD (2)*. Termina el vaciado del inodoro, justo antes de que el pistón principal en el control de leva llegue al punto inferior, (aprox, después de 5 segundos), *la válvula de agua (8)* cierra y termina la descarga de agua en el inodoro.

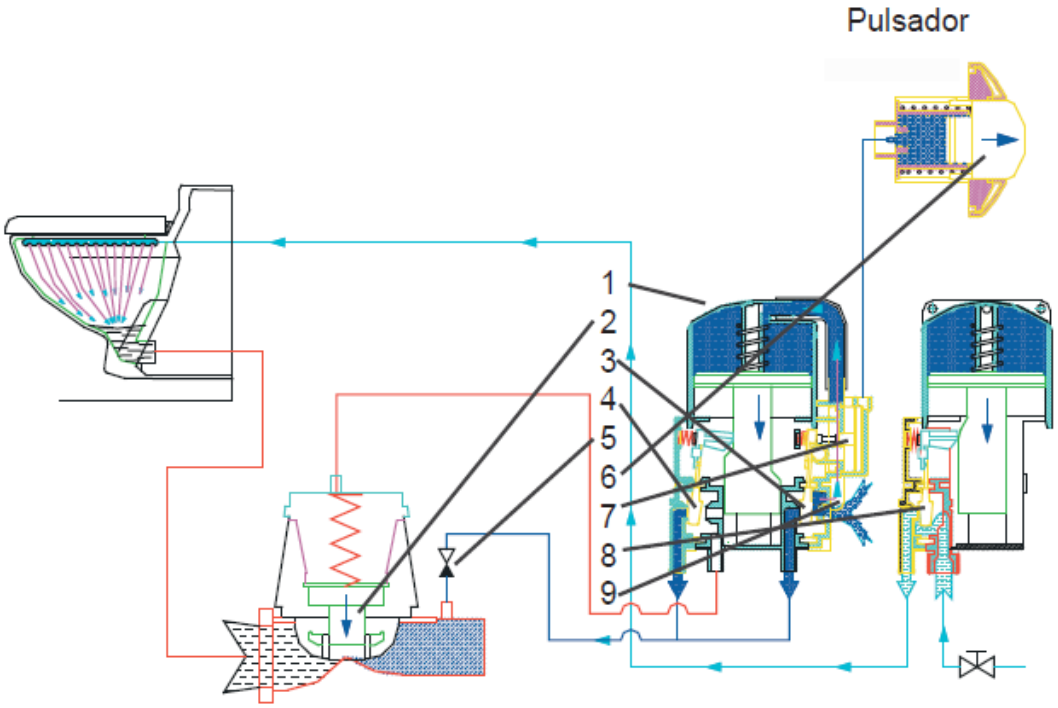



Figura 40. Secuencia final al activar el pulsador del retrete.

*Fuente: http://www.jetsgroup.com/en*

### 2.4.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Como regla general la planta de vacío debe situarse siempre en el punto más bajo del sistema de vacío. Además debe situarse de forma que los colectores y ramales principales sean lo más cortos posible. Los ramales desde los inodoros hacia la unidad de vacío deberían ir en dirección descendente.

La planta seleccionada ha sido una planta de tratamiento de aguas residuales biológica de la marca DVZ-SKA-“BIOMASTER”. El sistema que utiliza esta planta se ha desarrollado utilizando la tecnología de última generación de "Lecho fijo en proceso de biopelícula sumergida". La ventaja de este método de tratamiento es su amplia zona reactiva, que es hasta 15 veces mayor que los sistemas convencionales. Esta zona reactiva, en un periodo corto de tiempo, es ocupada por microorganismos activos, formando de esta manera una capa de biomasa. Las aguas residuales a limpiar tienen que fluir a través de esta biomasa y se limpia utilizando métodos orgánicos. La aportación de oxígeno al sistema estimula a los organismos habiendo más actividad

biológica. La formación de lodo digerido se evita mediante la alimentación continua de lodos activos.

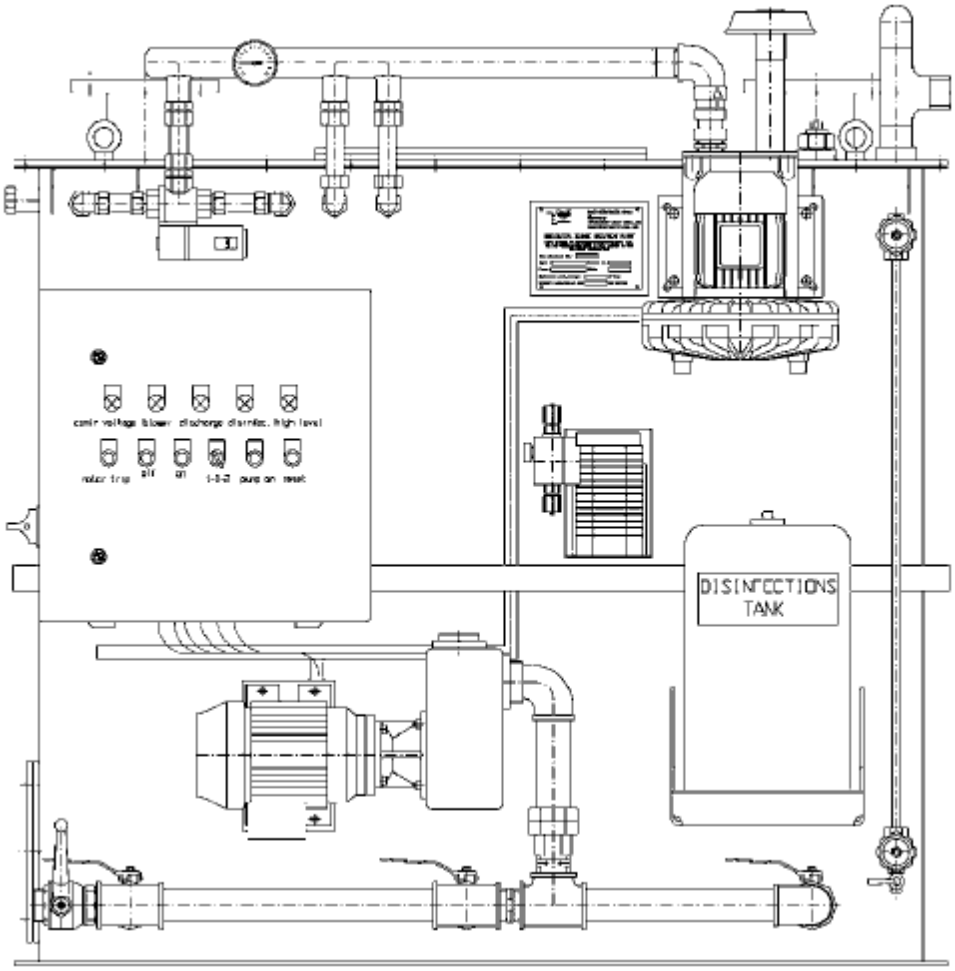
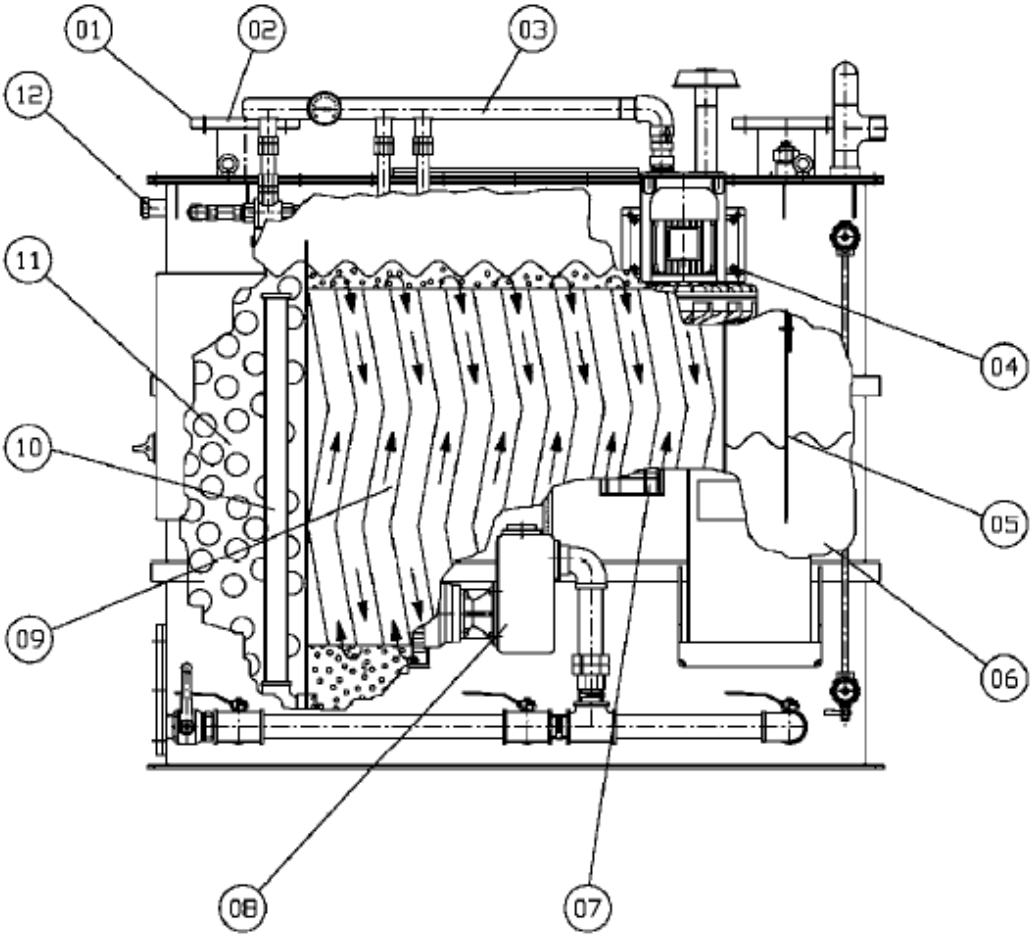



Figura 41. Planta de tratamiento de aguas residuales marca DVZ-SKA-“BIOMASTER”.

*Fuente: http://www.dvz-group.de*

Las partes principales se muestran en la figura 42.

Las aguas negras se alimentan a través de la tubería usando la gravedad o el vacío, y fluyen a través de la entrada de las aguas residuales (01) dentro del depósito de pre-tratamiento (11), donde tiene lugar la sedimentación y el pre-tratamiento utilizando oxígeno, un suministro continuo que es proporcionado por el ventilador (04). El tanque tiene un sistema de venteo a cubierta a través del sistema de ventilación.




01: Entrada de las aguas resiudales

02: Ventilación

03: Venteo

04: Soplador de aire

05: Sensor de nivel

06: Tanque de desinfección

07: Bomba de dosificación

08: Bomba de descarga

09: Tanque de tratamiento

10: Sistema de recirculación de lodos

11: Tanque de pre.tratamiento

12: Agua de dilución

Figura 42. Principio de operación de la planta de tratamiento de agua residuales biológica.

*Fuente: http://www.dvz-group.de*

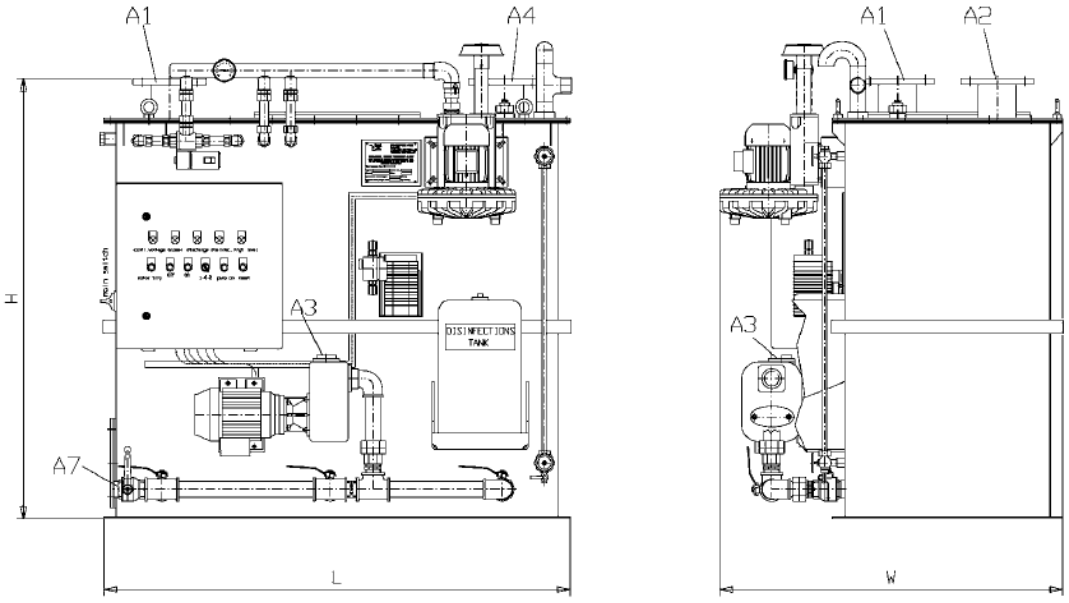
Las aguas negras pre-tratadas fluyen a través de un rebosadero en el tanque de tratamiento (09) que contiene el lecho fijo sumergido. Las aguas residuales a tratar deben circular a través de este lecho. Las burbujas de oxígeno que fluyen a través de un dispersor mantienen las aguas residuales en suspensión

y excitan a los microorganismos en la superficie del lecho fijo causando la degradación biológica de la masa fecal.

Cuando se alcanza el nivel de llenado máximo, el sensor de nivel (05) activa el drenaje de la bomba (08), que vacía el tanque hasta un nivel mínimo especificado. Las aguas grises entran en el tanque de desinfección a través de la entrada de agua grises. El nivel de llenado del depósito y la condición de la desinfección de agua desinfectada se puede inspeccionar visualmente a través de un visor.

Para la dilución de agua (12), se puede usar agua dulce o agua de mar.

Los datos técnicos referentes al diámetro de tubería se muestran en la figura siguiente:




| ELECTRIC POWER SUPPLY | |
|---|---|
| Electric Power Supply: | 3 x 380 V 50 cs / 3 x 440 V 60 cs |
| PIPE CONNECTIONS | |
| A1 Black Water Inlet | DN 100 |
| A2 Deairation | DN 100 |
| A3 Discharge | R 1 ½ female |
| A4 Grey Water Inlet | DN 100 |
| A7 Flushing Water Inlet | R 1 ½ female |

Figura 43. Diámetro de conexiones de tubería en la planta de aguas residuales.

Fuente: http://www.dvz-group.de

### 2.4.3. SEPARADORES DE GRASAS Y ACEITES

Estas líneas se deben reunir en una línea común y llevarse separadamente del resto de las líneas hasta el separador de grasas. Los separadores de grasas se montan cuando las descargas fuera del buque se efectúan directamente desde estos espacios y cuando la planta de tratamiento de aguas negras no asegura la necesaria purificación del agua.

Cuando en el sistema de aguas residuales entra grasa en grandes cantidades, a menudo provoca obstrucciones y dificulta el tratamiento de estas aguas. La limpieza de tales desagües y tuberías es incómoda y cara.

La mezcla de aguas residuales con desperdicios cargados de grasa causaría la coagulación y adhesión de la grasa a los sólidos. Cuando éste tipo de mezcla alcanza la planta de tratamiento, reduce la acción de las bacterias y por tanto, afecta negativamente a la operación de las plantas de tratamiento biológicas.

La grasa también es muy perjudicial en los tanques de aguas grises (GWT) causando depósitos y olores desagradables.

La entrada de grasa al sistema de aguas residuales se puede prevenir mediante la instalación de un separador de grasa eficiente en la línea de desagüe del foco de grasa, esto es, un dispositivo para separar y retener sustancias perjudiciales y peligrosas para el sistema que serán periódicamente eliminadas.

La construcción y dimensionamiento de los separadores de grasa estándar se basan en las normas siguientes:

- Norma UNE-EN 1825-1:2005: Separadores de grasas. Parte 1: Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado y control de calidad.
- Norma UNE-EN 1825-2:2002: Separadores de grasas. Parte 2: Selección del tamaño nominal, instalación, funcionamiento y mantenimiento.

La figura siguiente muestra el esquema interior de un separador de grasas convencional.

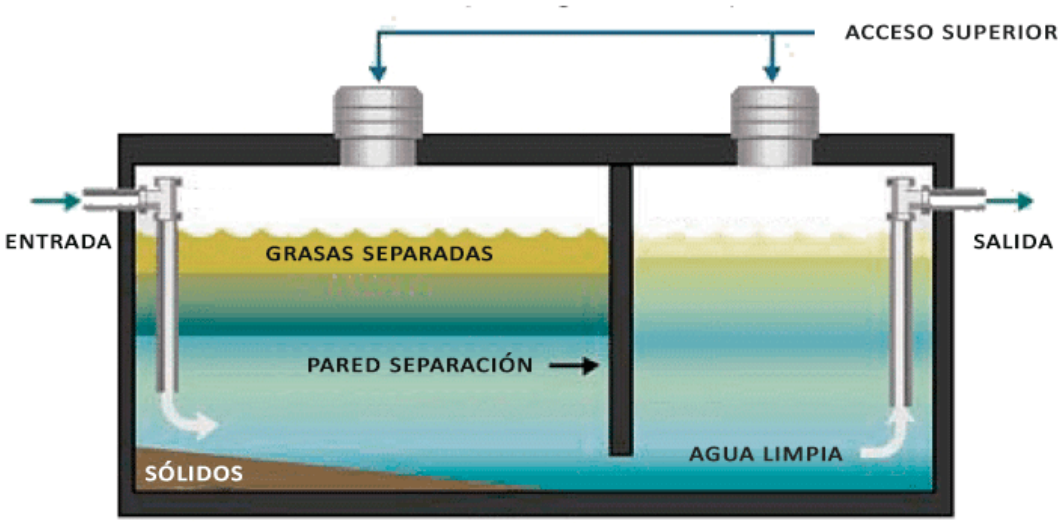



Figura 44. Separador de grasas.

*Fuente: http://separadoresdegrasas.com/*

El separador de grasas estándar se diseña para buques de entre 20-1600 personas a bordo. El rango de flujo nominal oscila entre 0,5-15 l/s.

La grasa es separada de las aguas grises por gravedad. La grasa queda recogida flotando sobre la superficie del agua dentro del separador. El agua clarificada fluye libremente a través del separador hasta la planta de tratamiento a través de un tanque de aguas grises (GWT) entre los dos elementos. Los sólidos más pesados que el agua quedan depositados en el fondo del separador y de ahí se descargan al tanque de lodos.

El separador de grasas y aceites irá colocado en la cubierta nº 1 en el mismo local que la planta de tratamiento de aguas negras.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# PLANOS

# 3. PLANOS

| Referencia plano | Título |
|---|---|
| 001-30.1M | Cubierta 10. Puente de mando. Aguas grises |
| 001-30.2M | Cubierta 9 proa. Aguas grises |
| 001-30.3M | Cubierta 9 popa. Aguas grises |
| 001-30.4M | Cubierta 8 proa. Aguas grises |
| 001-30.5M | Cubierta 8 popa. Aguas grises |
| 001-30.6M | Cubierta 7 proa. Aguas grises |
| 001-30.7M | Cubierta 7 popa. Aguas grises |
| 001-30.8M | Cubierta 6 proa. Aguas grises |
| 001-30.9M | Cubierta 6 popa. Aguas grises |
| 001-30.10M | Cubierta 4 proa. Aguas grises |
| 001-30.11M | Cubierta 4 popa. Aguas grises |
| 001-30.12M | Cubierta 3 proa. Aguas grises |
| 001-30.13M | Cubierta 3 popa. Aguas grises |
| 001-30.14M | Cubierta 2 proa. Aguas grises |
| 001.30-15M | Cubierta 2 popa. Aguas grises |

| | |
|---|---|
| 001-30.16M | Cubierta 1 proa. Aguas grises |
| 001-30.17M | Cubierta 1 popa. Aguas grises |
| 001-30.18M | Cubierta 10. Puente de mando. Aguas negras |
| 001-30.19M | Cubierta 9 proa. Aguas negras |
| 001-30.20M | Cubierta 9 popa. Aguas negras |
| 001-30.21M | Cubierta 8 proa. Aguas negras |
| 001-30.22M | Cubierta 8 popa. Aguas negras |
| 001-30.23M | Cubierta 7 proa. Aguas negras |
| 001-30.24M | Cubierta 7 popa. Aguas negras |
| 001-30.25M | Cubierta 6 proa. Aguas negras |
| 001-30.26M | Cubierta 6 popa. Aguas negras |
| 001-30.27 | Cubierta 2 proa. Aguas negras |
| 001-30.28 | Cubierta 2 popa. Aguas negras |

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# PRESUPUESTO

# 4. PRESUPUESTO

## 4.1. MATERIAL

| ELEMENTO | UNIDADES | PRECIO UNITARIO (€/UND) | TOTAL (€) |
|---|---|---|---|
| Tubería acero galvanizado DN 32 | 5 | 28,3 | 141,5 |
| Tubería acero galvanizado DN 40 | 100 | 34,2 | 3420 |
| Tubería acero galvanizado DN 50 | 160 | 47,8 | 7648 |
| Tubería acero galvanizado DN 65 | 116 | 61,8 | 7168,8 |
| Tubería acero galvanizado DN 100 | 5 | 103,4 | 517 |
| Tubería acero galvanizado DN 200 | 11 | 160,6 | 1766,6 |
| Conexiones Tes 45º de soldar DN 32 | 20 | 20,2 | 404 |
| Conexiones Tes 45º de soldar DN 40 | 125 | 22,9 | 2862,5 |
| Conexiones Tes 45º de soldar DN 50 | 250 | 23,8 | 5950 |
| Conexiones Tes 45º de soldar DN 65 | 87 | 33,4 | 2905,8 |
| Conexiones Tes 45º de soldar DN 100 | 5 | 37,8 | 189 |
| Conexiones Tes 45º de soldar DN 200 | 4 | 42,6 | 170,4 |
| Codos DN 32 | 4 | 1,5 | 6 |
| Codos DN 40 | 62 | 2,6 | 161,2 |
| Codos DN 50 | 87 | 3,8 | 330,6 |
| Codos DN 65 | 42 | 5,1 | 214,2 |
| Codos DN 100 | 3 | 6,2 | 18,6 |
| Codos DN 200 | 2 | 8,4 | 16,8 |
| Accesorio reducción de tuberías DN65-DN40 | 120 | 15,1 | 1812 |
| Accesorio reducción de tuberías DN80-DN65 | 4 | 15,5 | 62 |
| Válvula de compuerta DN 40 | 19 | 40 | 760 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Válvula de compuerta DN 65 | 10 | 68,5 | 685 |
| Válvula anti retorno DN 32 | 2 | 30 | 60 |
| Válvula anti retorno DN 65 | 8 | 53,8 | 430,4 |
| Tapas de registro DN40 | 50 | 23 | 1150 |
| Tapas de registro DN65 | 46 | 28,8 | 1324,8 |
| Bridas de sujeción DN 32 | 12 | 6,1 | 73,2 |
| Bridas de sujeción DN 40 | 131 | 6,8 | 890,8 |
| Bridas de sujeción DN 50 | 250 | 8,2 | 2050 |
| Bridas de sujeción DN 65 | 95 | 9,3 | 883,5 |
| Bridas de sujeción DN 100 | 8 | 10,8 | 86,4 |
| Bridas de sujeción DN 200 | 15 | 11,9 | 178,5 |
| Abrazaderas DN 50 | 130 | 3,2 | 416 |
| Abrazaderas DN 65 | 140 | 4,1 | 574 |
| Abrazaderas DN 100 | 8 | 5,2 | 41,6 |
| Abrazaderas DN 200 | 15 | 6,1 | 91,5 |
| Pintado de tubería (2 manos) | | | 1050 |
| Material de seguridad para ejecución de la obra | | | 400 |
| Instalación de andamios, pasarelas, medios de elevación y anclajes de seguridad | | | 650 |
| Tanque de almacenamiento | 1 | 2000 | 2000 |
| Retretes con sistema de vacío integrado | 125 | 450 | 56250 |
| Válvulas de vacío | 40 | 96,7 | 3868 |
| Separador de grasas | 1 | 986,7 | 986,7 |
| Planta de tratamiento | 1 | 25900 | 25900 |
| **TOTAL** | | | **136565,4 €** |

## 4.2. PERSONAL

| PERSONAL | PRECIO (€/HORA) | MIEMBROS | HORAS | TOTAL (€) |
|---|---|---|---|---|
| Jefe de obra | 35 | 1 | 160 | 5600 |
| Oficial | 30 | 1 | 160 | 4800 |
| Operarios | 25 | 3 | 160 | 12000 |
| Técnico de planta | 40 | 1 | 8 | 320 |
| **TOTAL** | | | | **22720 €** |

## 4.3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL (PEM)

| | |
|---|---|
| MATERIAL | 136565,4 € |
| PERSONAL | 22720 € |
| **TOTAL** | **159285,4 €** |

## 4.4. PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

| | |
|---|---|
| PEM | 159285,4 € |
| Gastos de licencias y trámites (5% PEM) | 7964,3 € |
| Honorarios proyectista | 5000 € |
| IVA (21%) | 36172,4 € |
| **TOTAL** | **208422,1 €** |

El presupuesto final del proyecto para el conocimiento del cliente asciende a DOSCIENTO OCHO MIL CUATROCIENTAS VEINTIDÓS EUROS CON UN CÉNTIMOS

En Santander, a 17 de junio de 2016

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# PLIEGO DE CONDICIONES

# 5. PLIEGO DE CONDICIONES

## 5.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

### 5.1.1. 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.

<u>Mandos y responsabilidades:</u>

*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 la a la propiedad.

*Vigilancias:*

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

*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.

### 5.1.2. 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.

### 5.1.3. 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.

### 5.1.4. 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 sobe 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.

### 5.1.5. 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.

### 5.1.6. 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.

### 5.1.7. 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.

### 5.1.8. 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.

### 5.1.9. 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.

### 5.1.10. 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.

### 5.1.11. 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.

### 5.1.12. 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.

## 5.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

### 5.2.1. 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.

### 5.2.2. 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.

### 5.2.3. 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.

### 5.2.4. 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.

### 5.2.5. 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 nobastase.

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.

### 5.2.6. 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.

### 5.2.7. 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.

## 5.3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

### 5.3.1. 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 pro 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.

### 5.3.2. 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.

### 5.3.3. 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.

### 5.3.4. 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.

### 5.3.5. 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.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# BIBLIOGRAFÍA

# 6. BIBLIOGRAFÍA

Perales Fernández, M. (2009). Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque Ro-Ro PAX. Proyecto Fin de Carrera, Ingeniero Técnico Naval en Propulsión y Servicios del Buque.

Sedano Sainz, A. (2014). Instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en un Buque LNG. Proyecto Fin de Carrera, Ingeniero Técnico Naval en Propulsión y Servicios del Buque.

Jets. http://www.jetsgroup.com/en (Consultado Junio 2016)

Alfa Laval. http://alfalaval.com (Consultado mayo 2016)

Wartsila. http://wartsila.com (Consultado mayo 2016)

Hubslide. https://hubslide.com/mohammud-hanif-dewan-ieng-imareng-mimarest-mrina/marpol-annex-iv-and-sewage-treatment-plant-s56d821568d070ead0eb33d43.html (Consultado Junio 2016)

Apliacua. http://separadoresdegrasas.com/ (Consultado Junio 2016)

DVZ Group. http://www.dvz-group.de (Consultado Junio 2016)

## 6.1. NORMATIVA

UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico

UNE-EN ISO 15749-1: Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Parte 1: Diseño del sistema de desagüe sanitario.

UNE-EN ISO 15749-3: Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Parte 3: Desagüe sanitario, tuberías de desagüe para sistemas por vacío.

UNE-EN ISO 15749-4: Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas. Parte 4: Desagüe sanitario, tuberías para la evacuación de aguas residuales.

RESOLUTION A.753(18) adopted on 4 November (1993) "*Guidelines for the application of plastic pipes on ships*"

UNE-EN 1825-1:2005: Separadores de grasas. Parte 1: Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado y control de calidad.

UNE-EN 1825-2:2002: Separadores de grasas. Parte 2: Selección del tamaño nominal, instalación, funcionamiento y mantenimiento.

**Aviso responsabilidad UC**

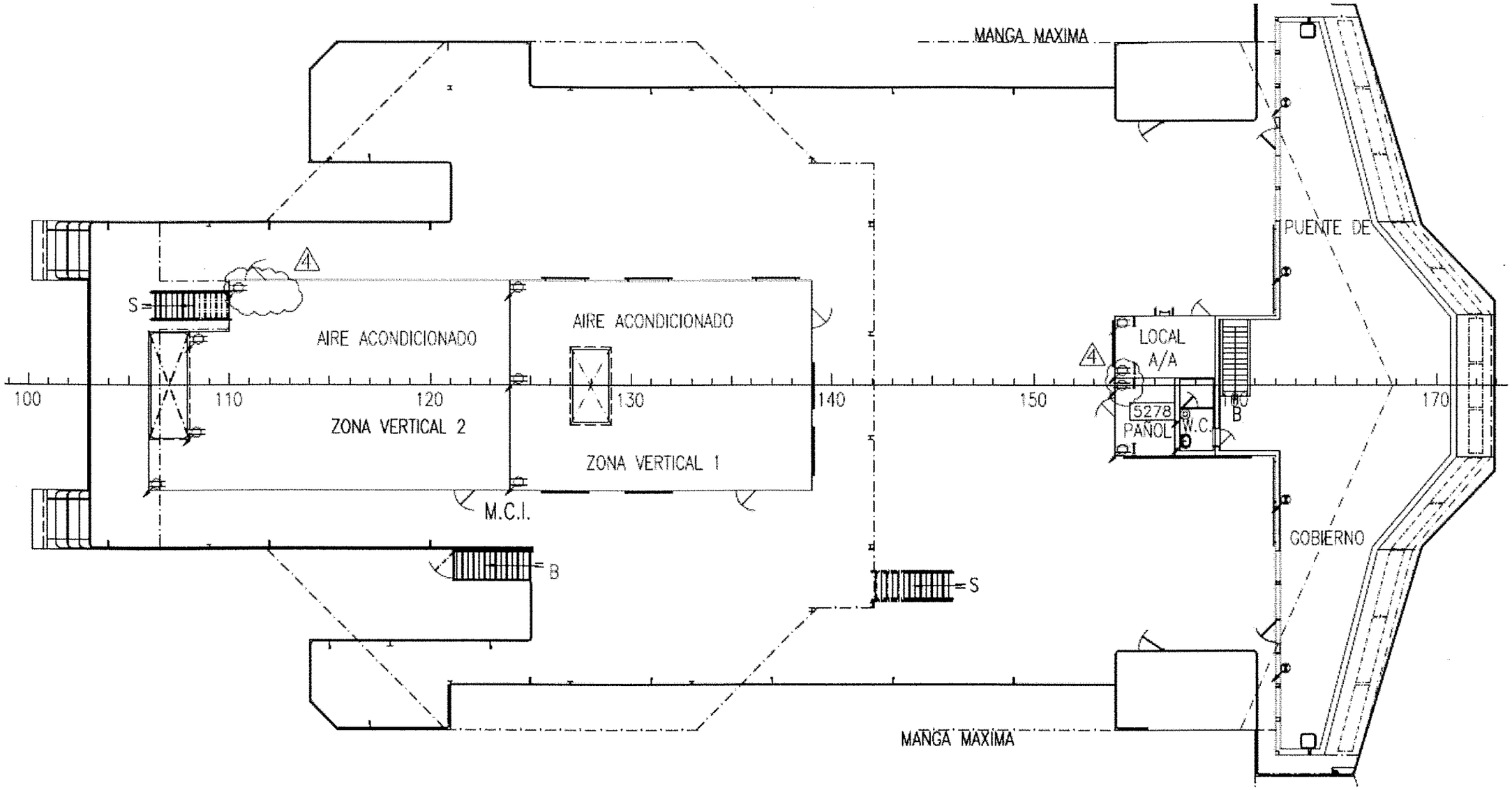
Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Master de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

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

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

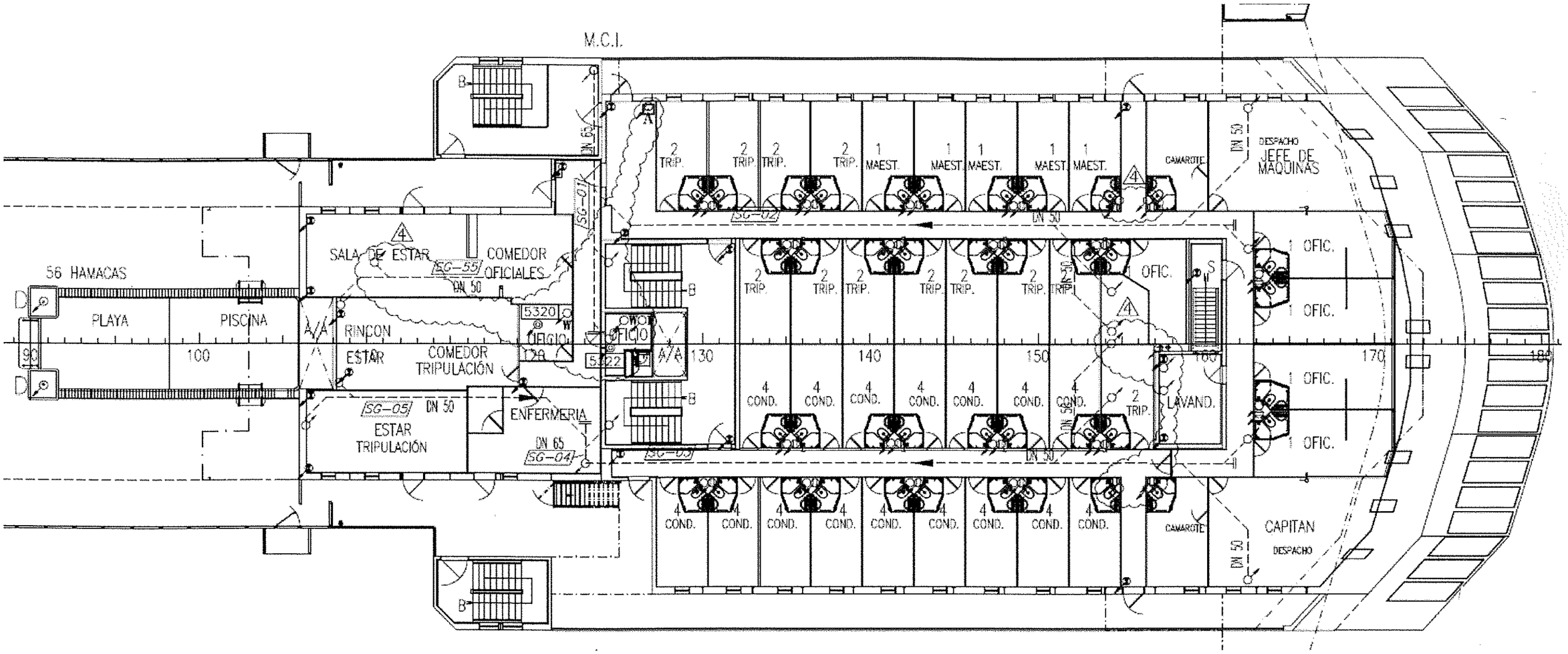
Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

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



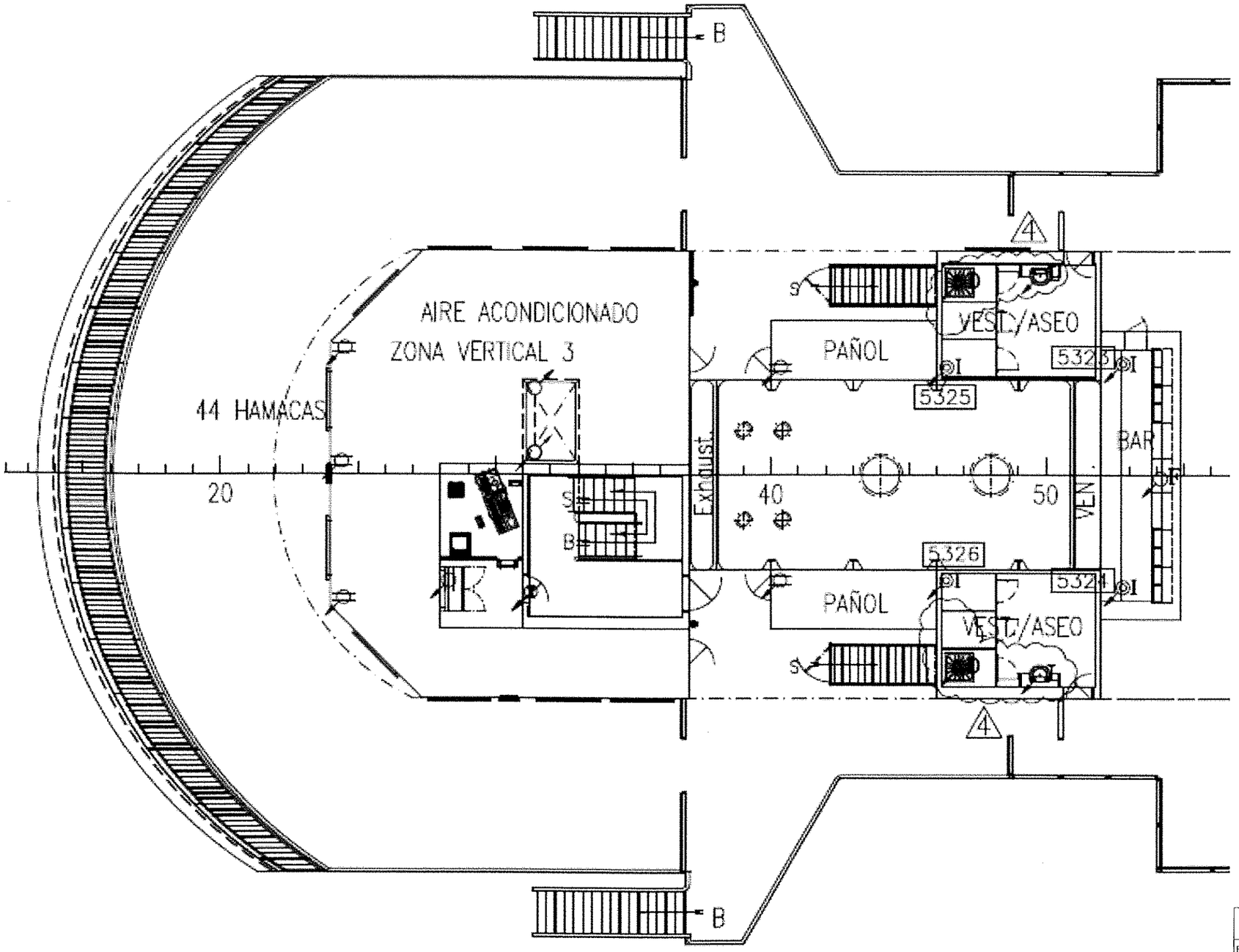

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 10. PUENTE DE MANDO | | REF. PLANO 001-30.1M |
| ESCALA | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| ./. | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL.-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ |

El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará cómo plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.



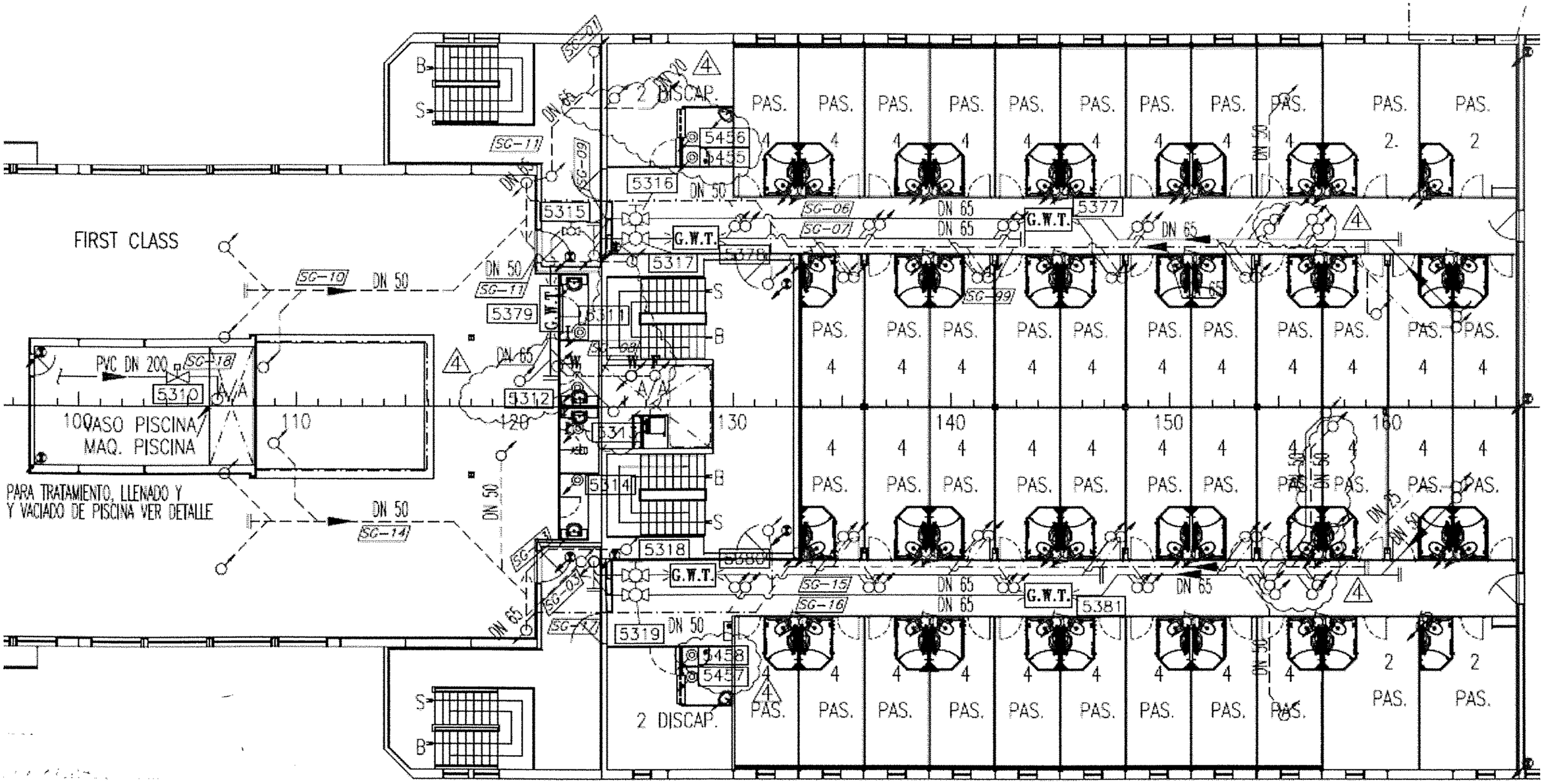

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 9. PROA | | REF. PLANO 001-302M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GÓMEZ |

El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.



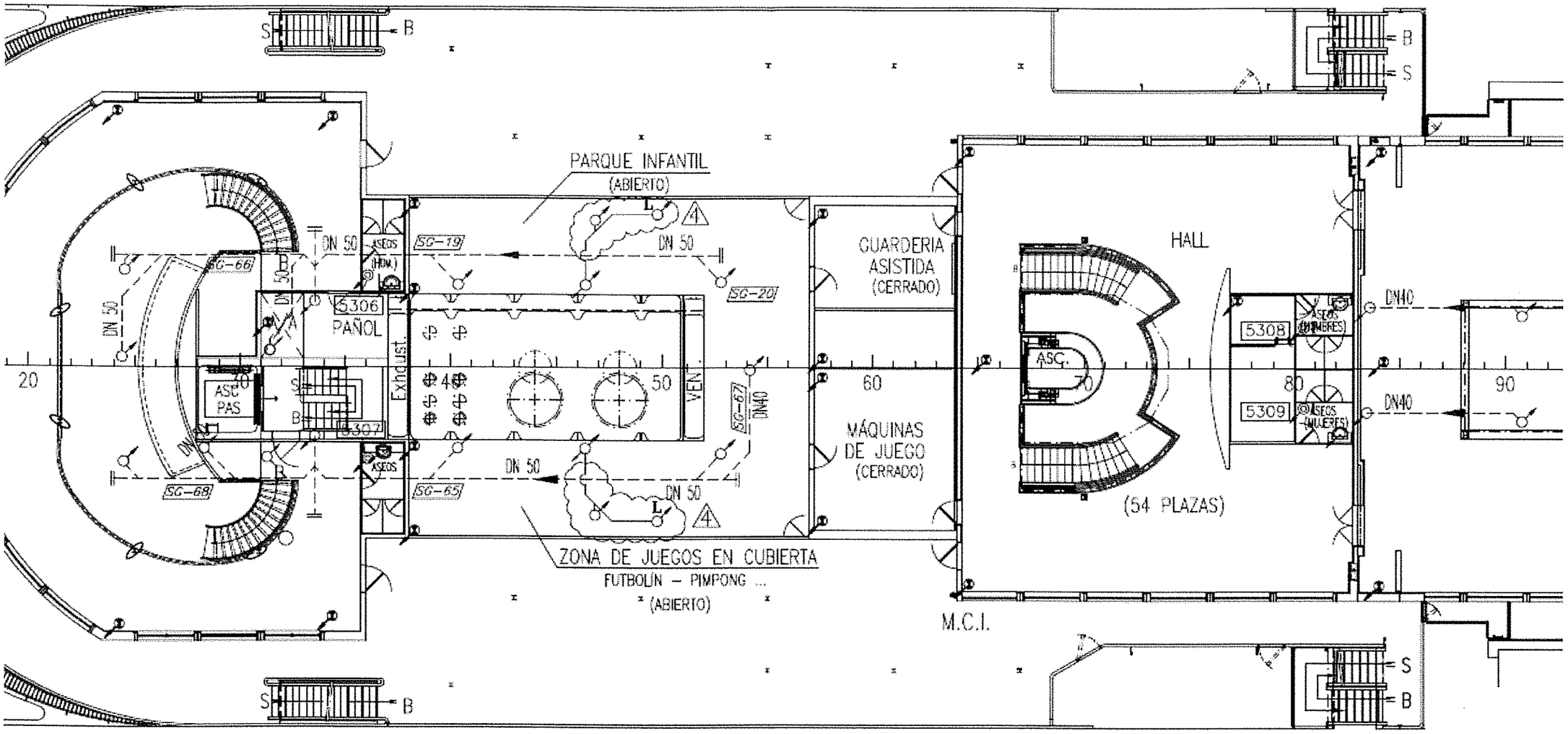

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 9. POPA | | REF. PLANO | 001-30.3M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en trabajo Fin de Máster. Ingeniería Naval




| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 8. PROA | | REF. PLANO | 001-30.4M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

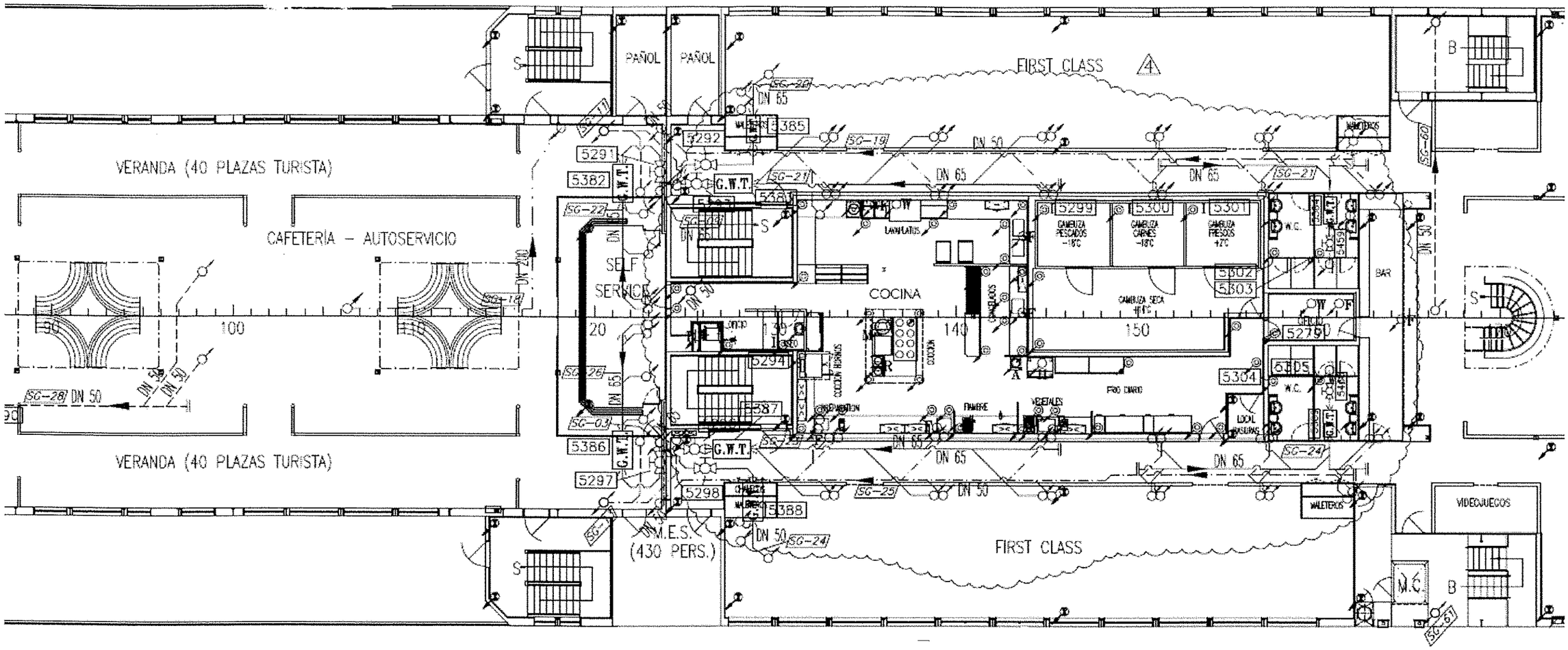
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado digitalmente con fines académicos. Se presentará como parte en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 8 popa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TÍTULO | CUBIERTA Nº 8. POPA | | REF. PLANO 001-30.5M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERÍA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELÍAS AGUDO GÓMEZ |

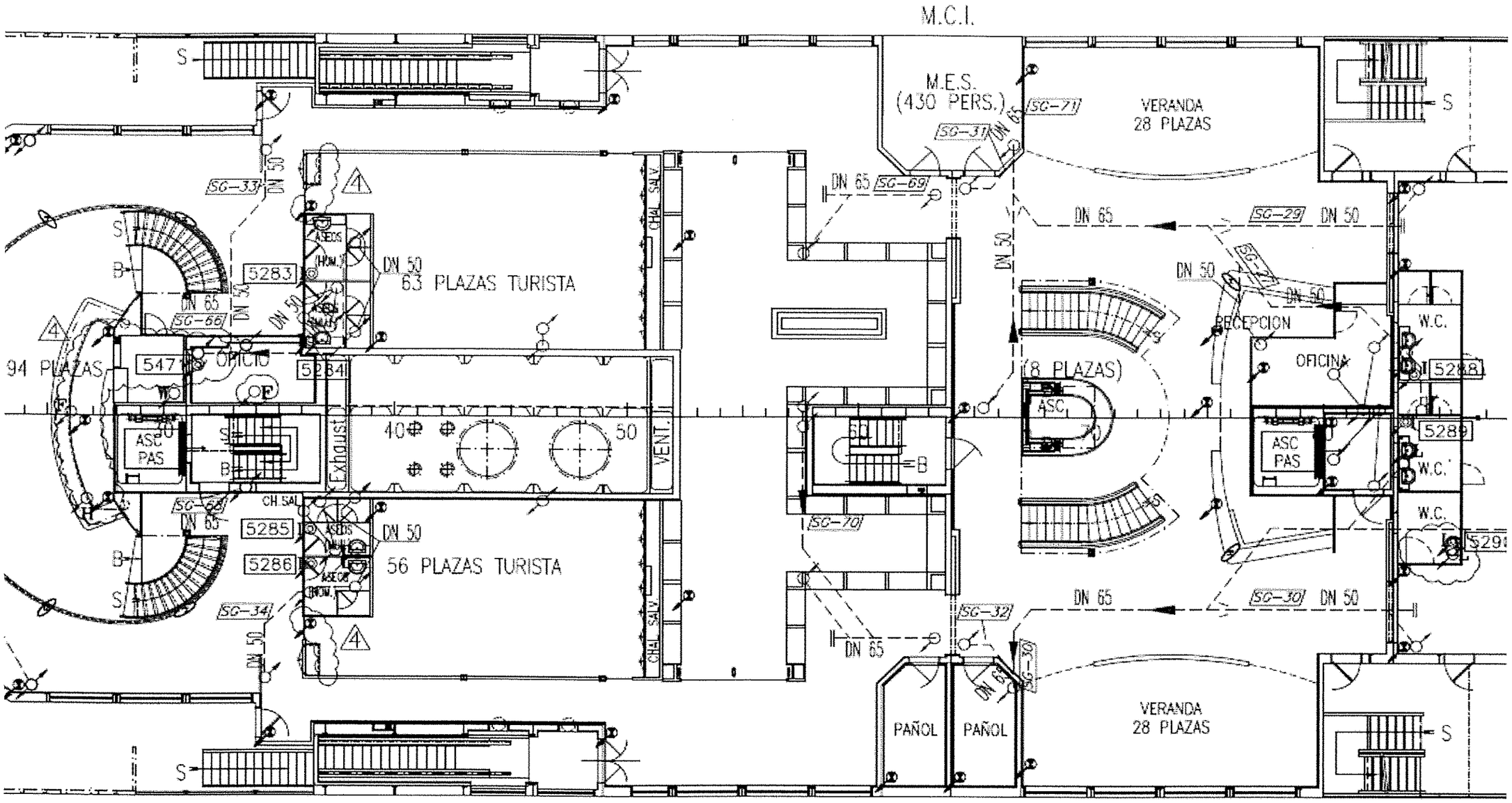
© plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 7 proa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina. |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 7. PROA | | REF. PLANO 001-30.6M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ |

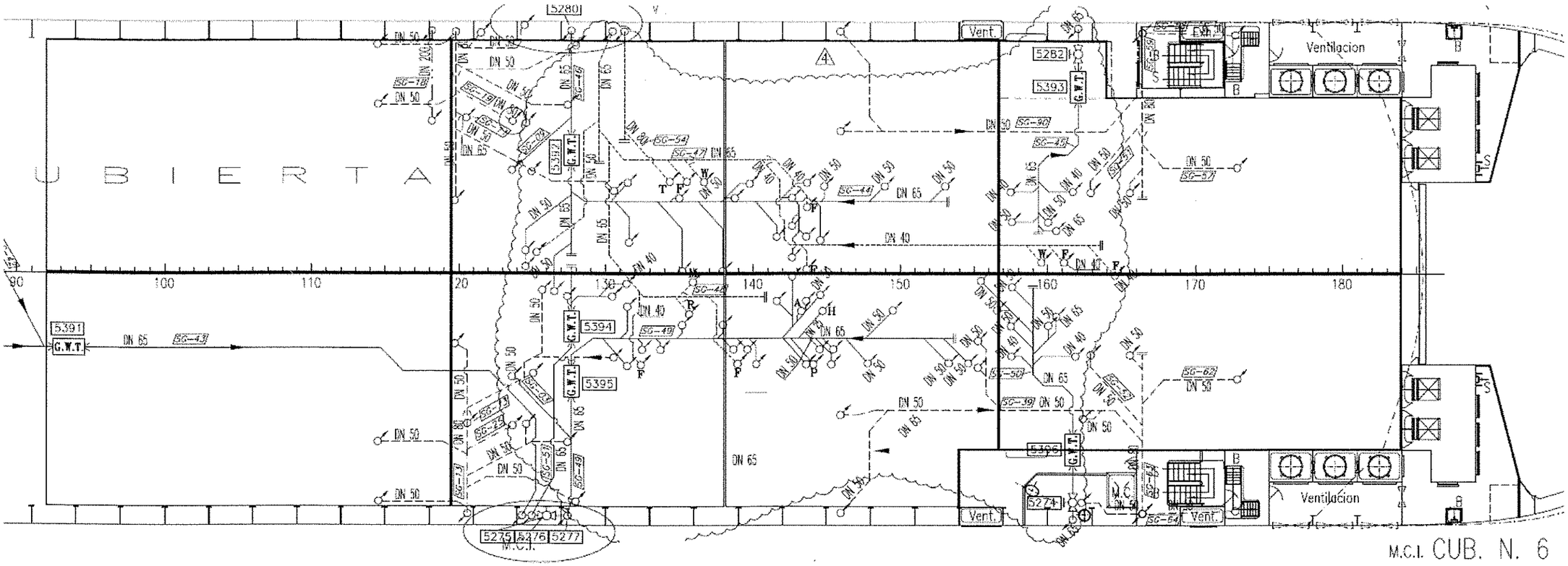
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará cómo plano en Trabajo Fin de Máster Ingeniería Marina.




Cubierta 7 popa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 7. POPA | | REF. PLANO 001-30.7M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERÍA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELÍAS AGHOU GÓMEZ |

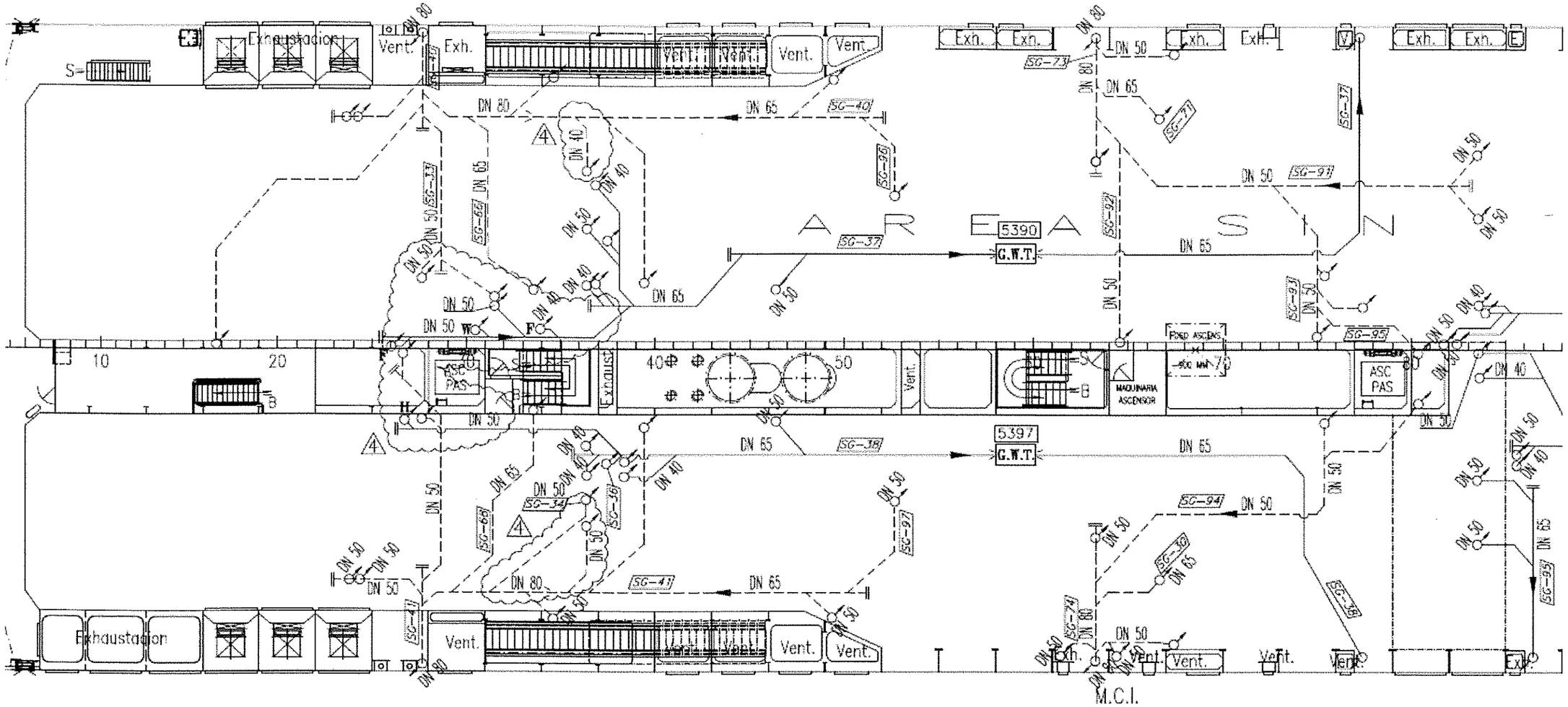
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 6 proa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 6. PROA | | REF. PLANO 001-30.8M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ |

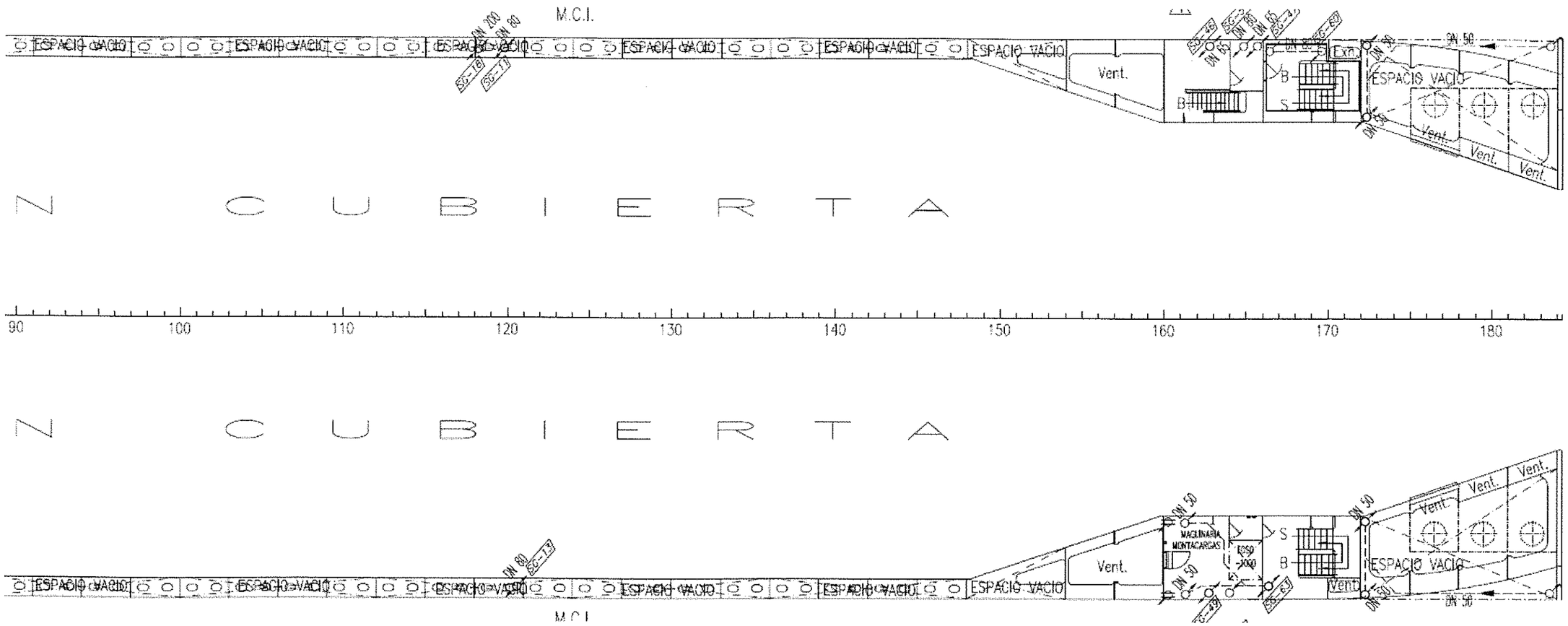
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina




Cubierta 6 popa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 6. POPA | | REF. PLANO 001-30.9M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ |

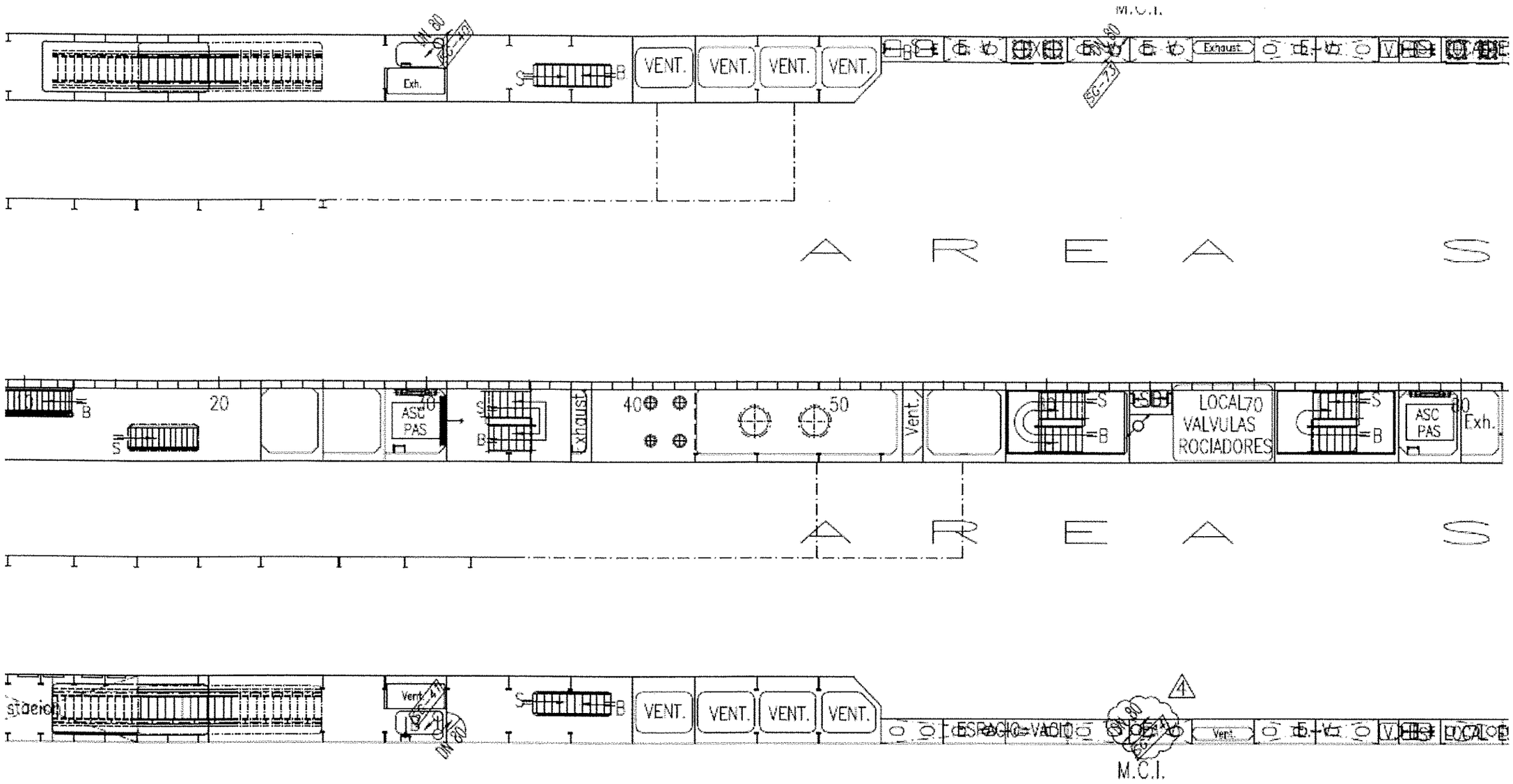
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará cómo plano en trabajo fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 4 proa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 4. PROA | | | REF. PLANO 001-30.10M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | | ELIAS AGUDO GOMEZ |

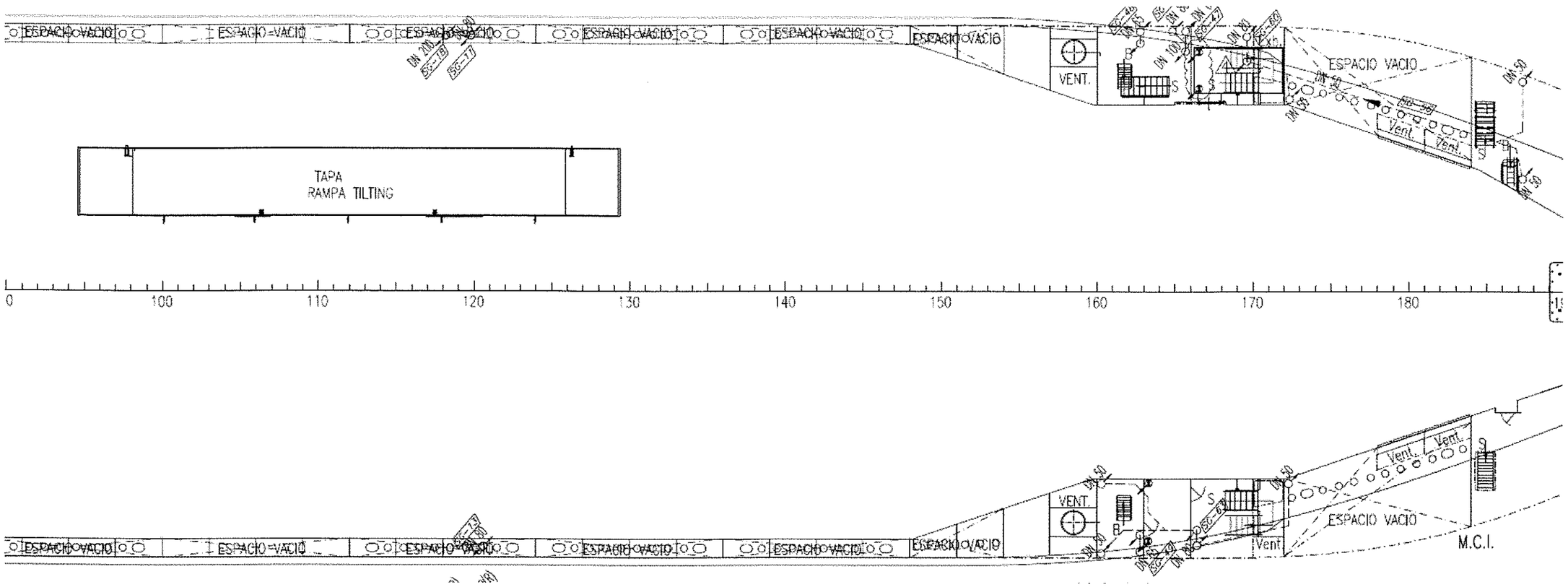
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 4 popa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina. |
|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 4. POPA | | REF. PLANO 001-30.11M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ |

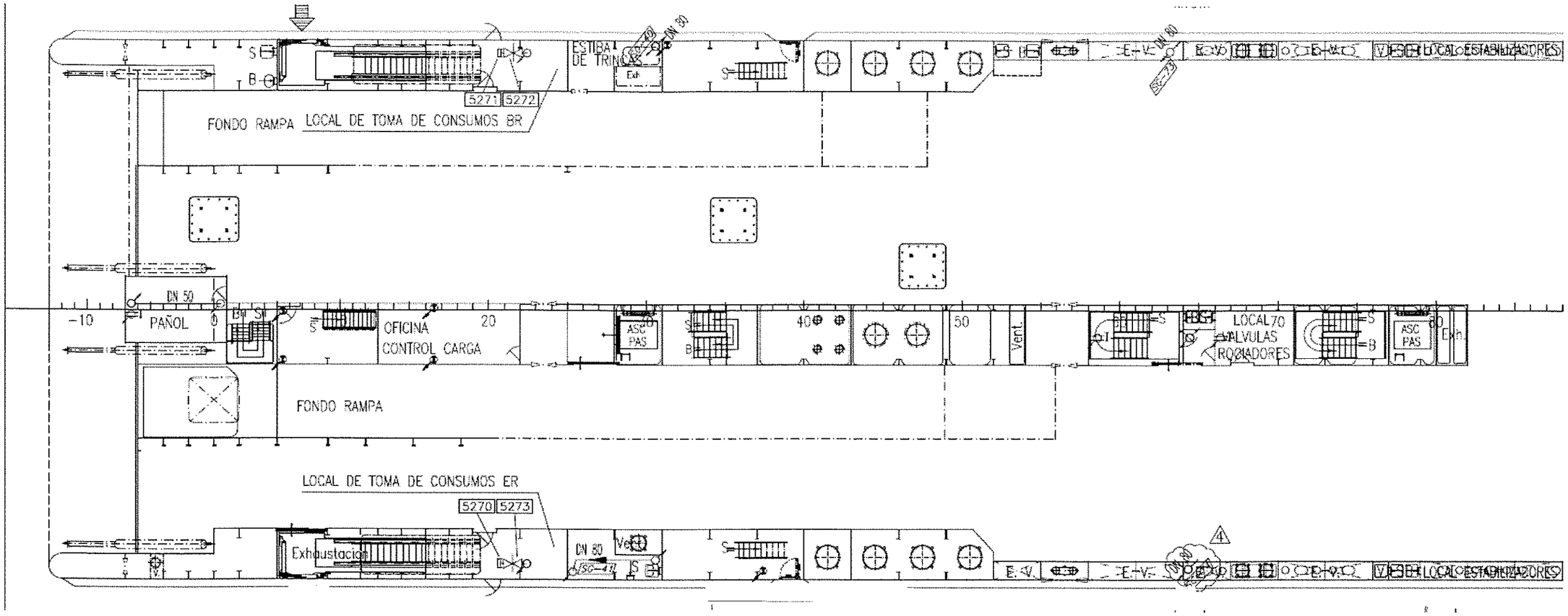
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 3 proa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 3. PROA | | | REF. PLANO 001-30.12M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | | ELIAS AGUDO GOMEZ |

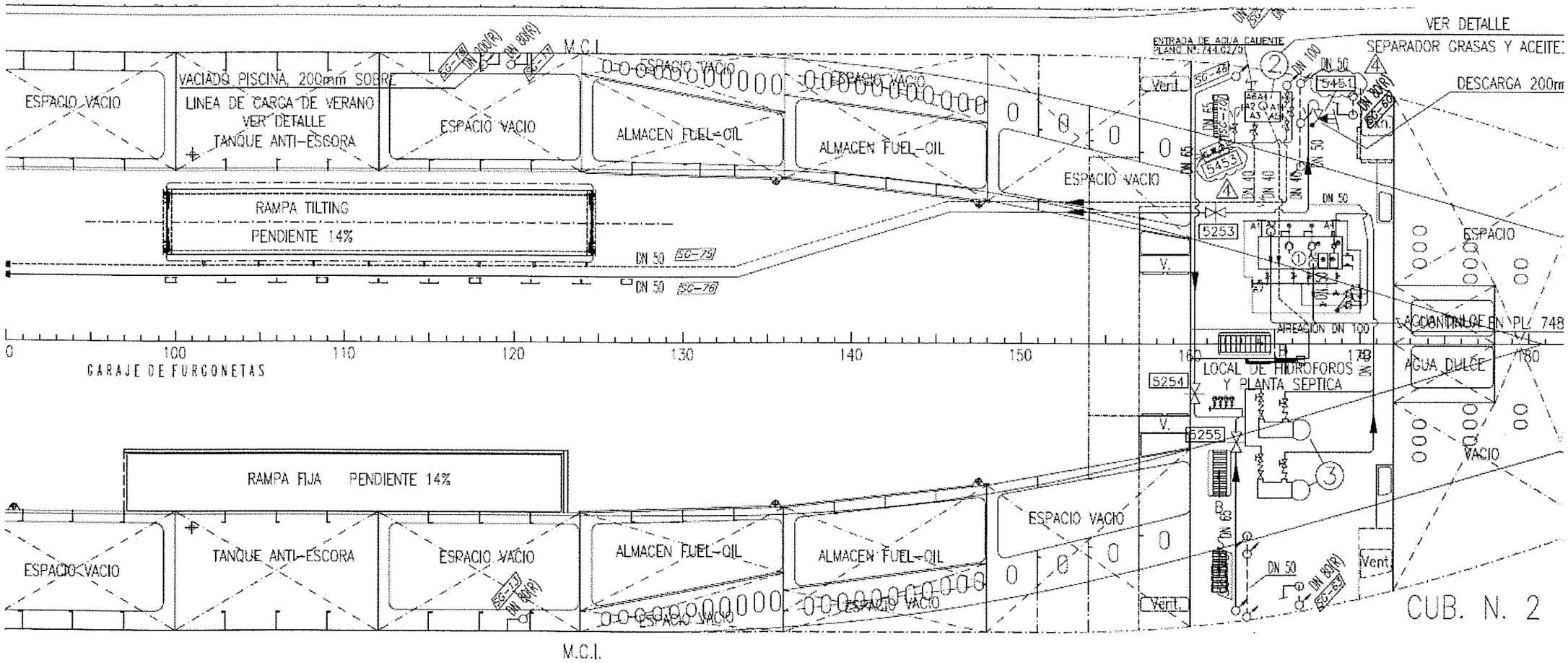
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 3 popa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 3. POPA | | REF. PLANO | 001-30.13M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

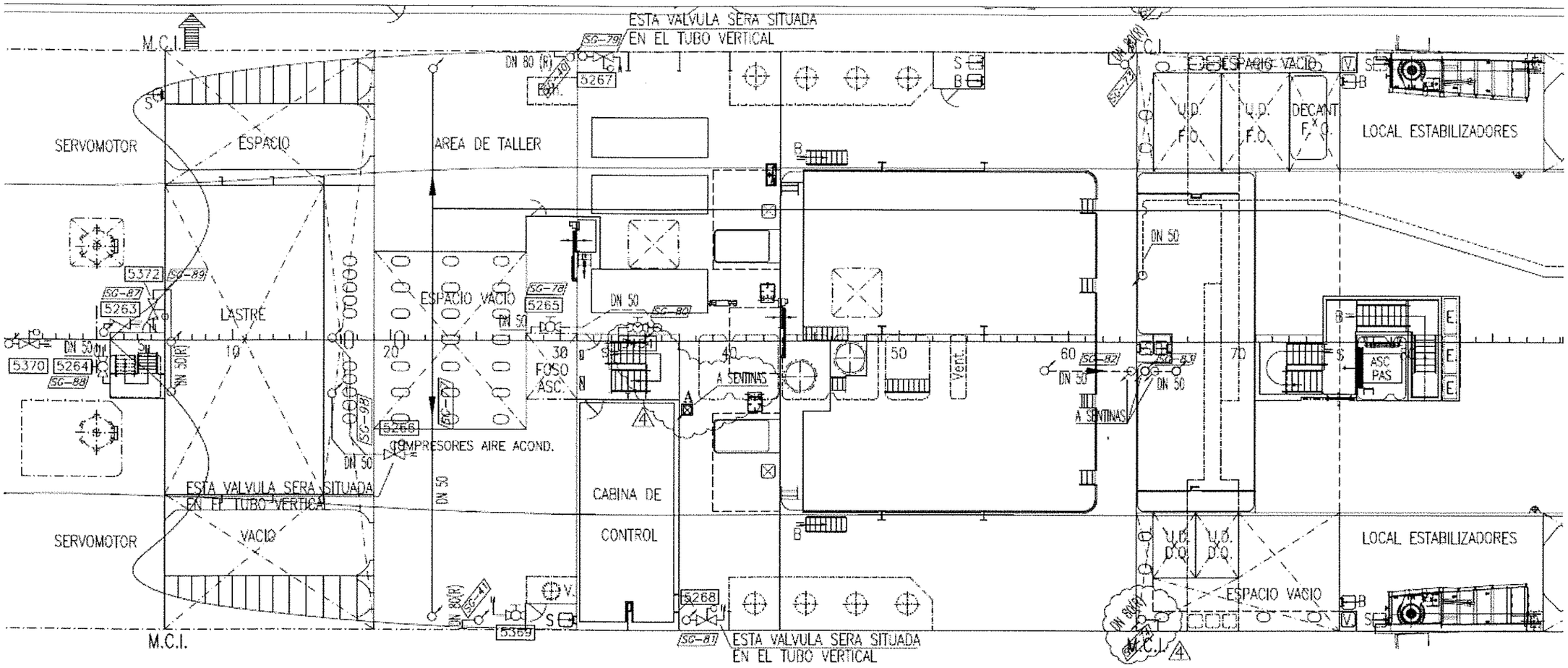
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 2 proa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 2. PROA | | REF. PLANO 001-30.14M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ |

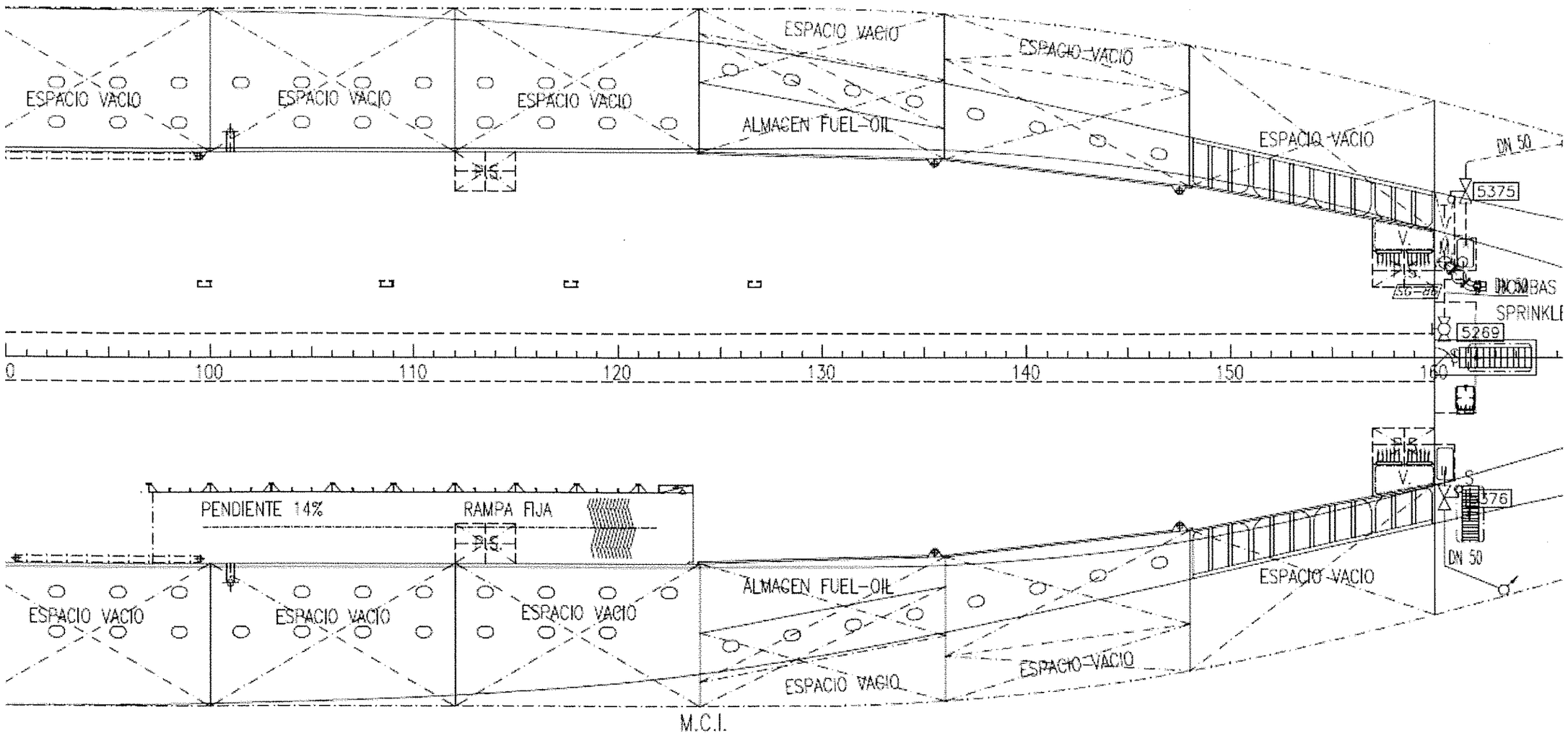
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como parte del Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 2 popa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 2. POPA | | REF. PLANO | 001-30.15M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

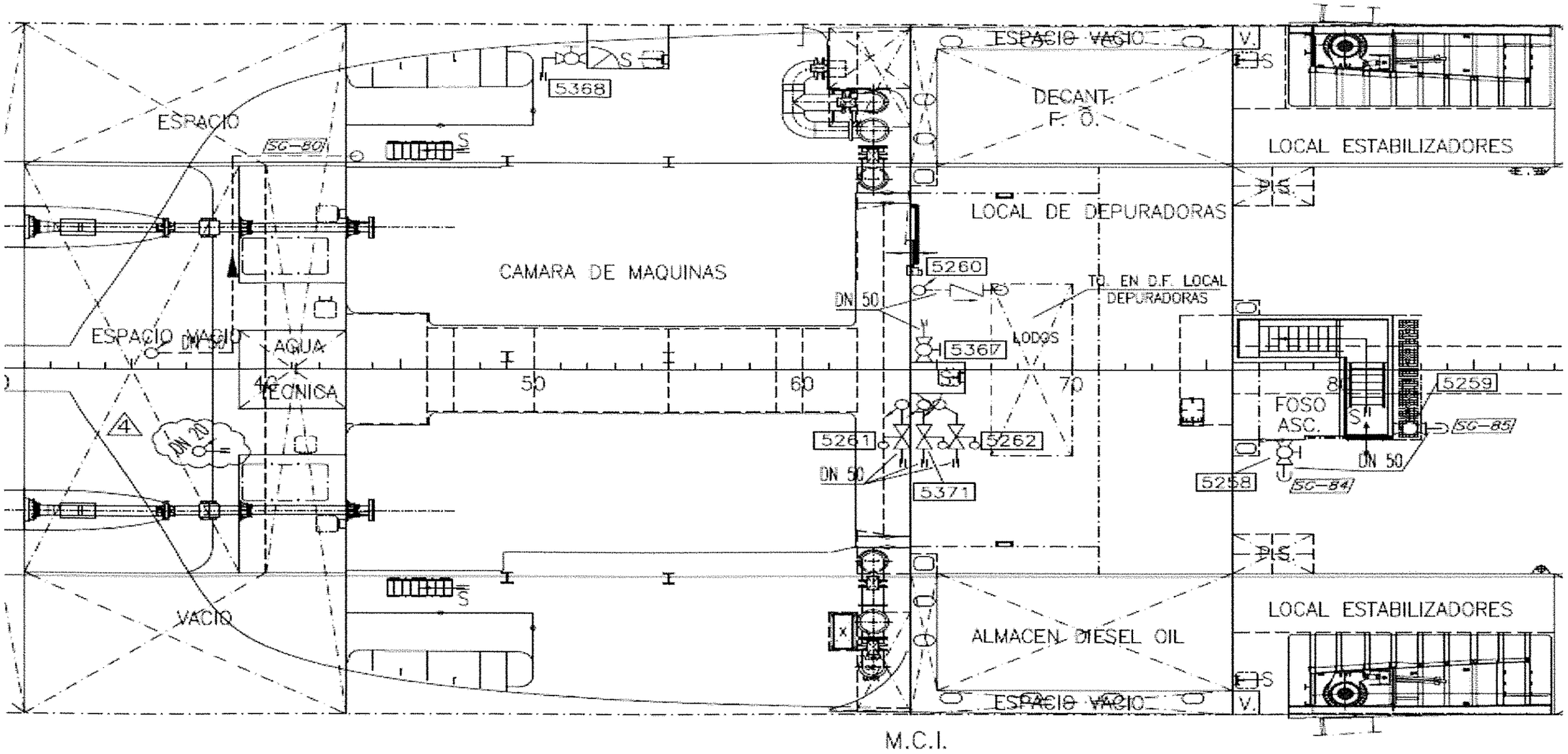
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina




Cubierta 1 proa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 1. PROA | | REF. PLANO | 001-30.16M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

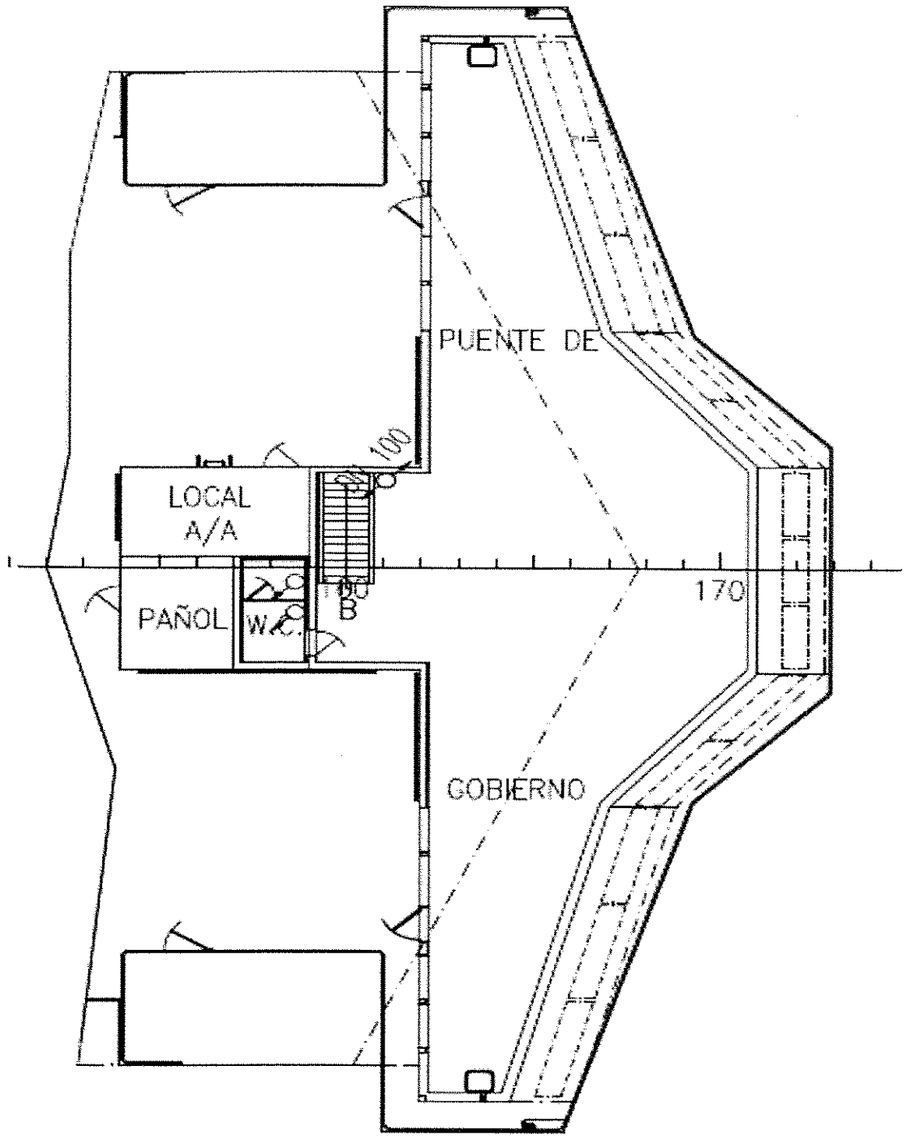
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 1 popa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 1. POPA | | REF. PLANO | 001-30.17M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS GRISES | ELIAS AGUDO GÁMEZ | |

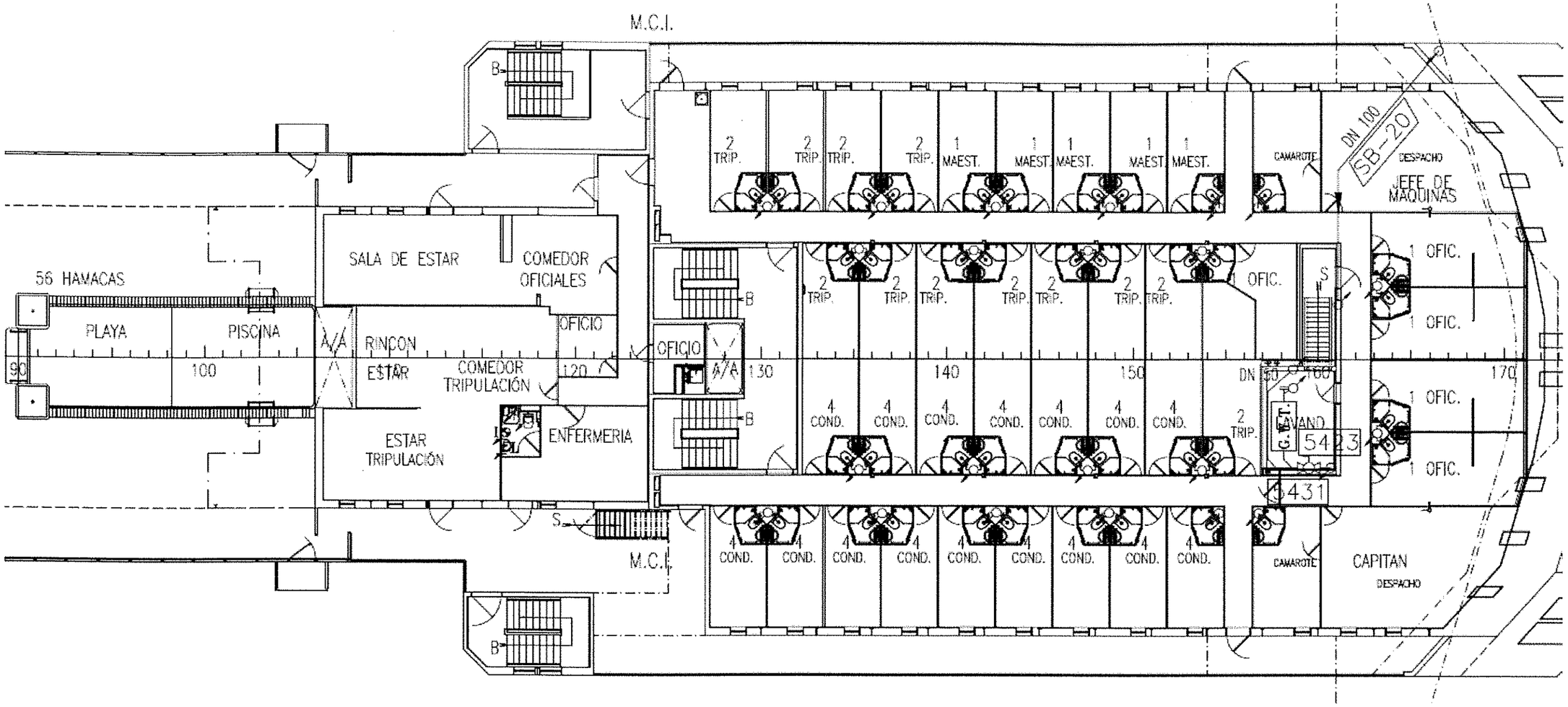
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está parcialmente borroso con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina




Cubierta 10 ( Puente de mando )

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| E.T.S. NáUTICA | | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 10. PUENTE DE MANDO | | REF. PLANO | 001-30.18M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELÍAS AGUDO GÓMEZ | |

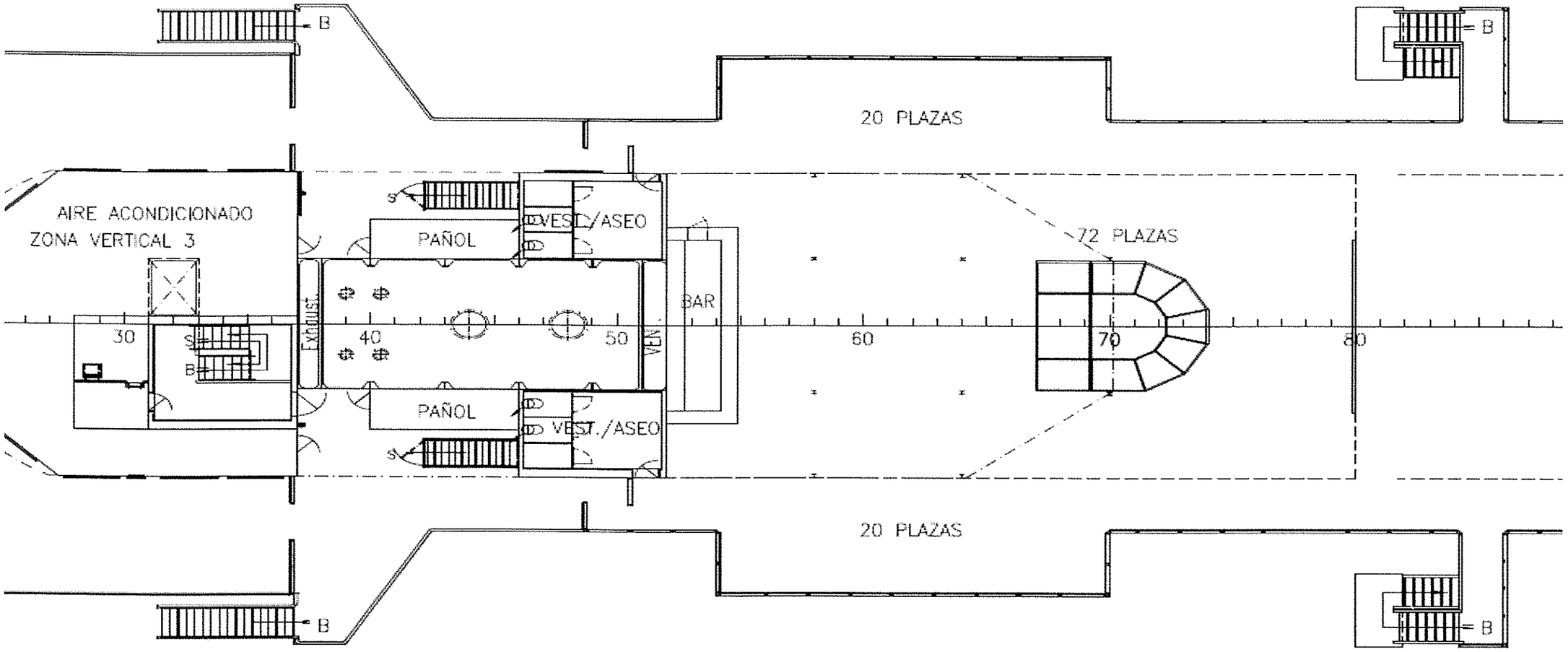
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como parte de Trabajo Fin de Master. Ingeniería Marina




Cubierta 9 proa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 9. PROA | | REF. PLANO | 001-30.19M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-86 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELÍAS AGUDO GÓMEZ | |

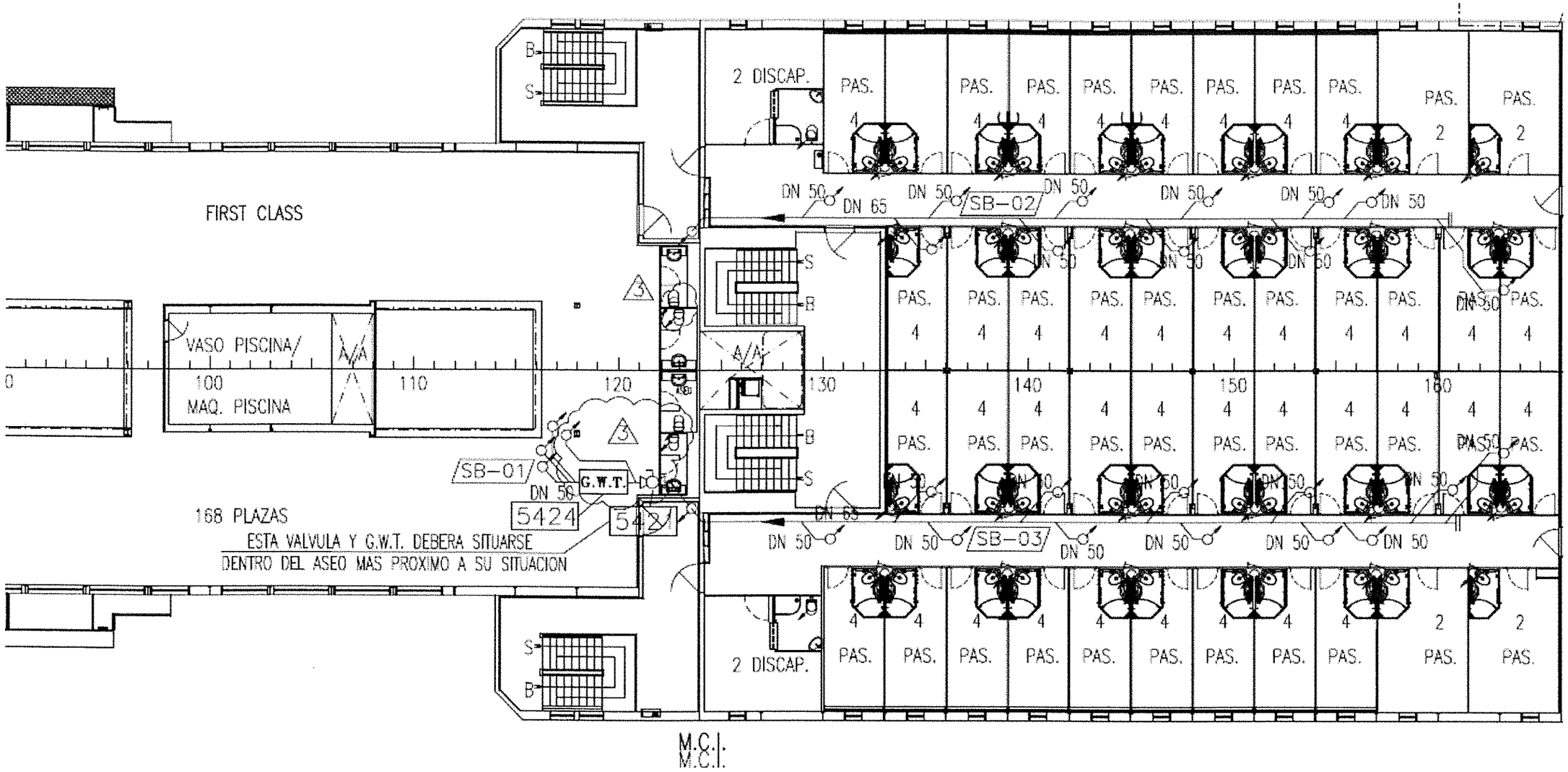
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará cómo plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 9 popa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 9. POPA | | | REF. PLANO 001-30.20M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | | INGENIERÍA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | | ELÍAS AGUDO GÓMEZ |

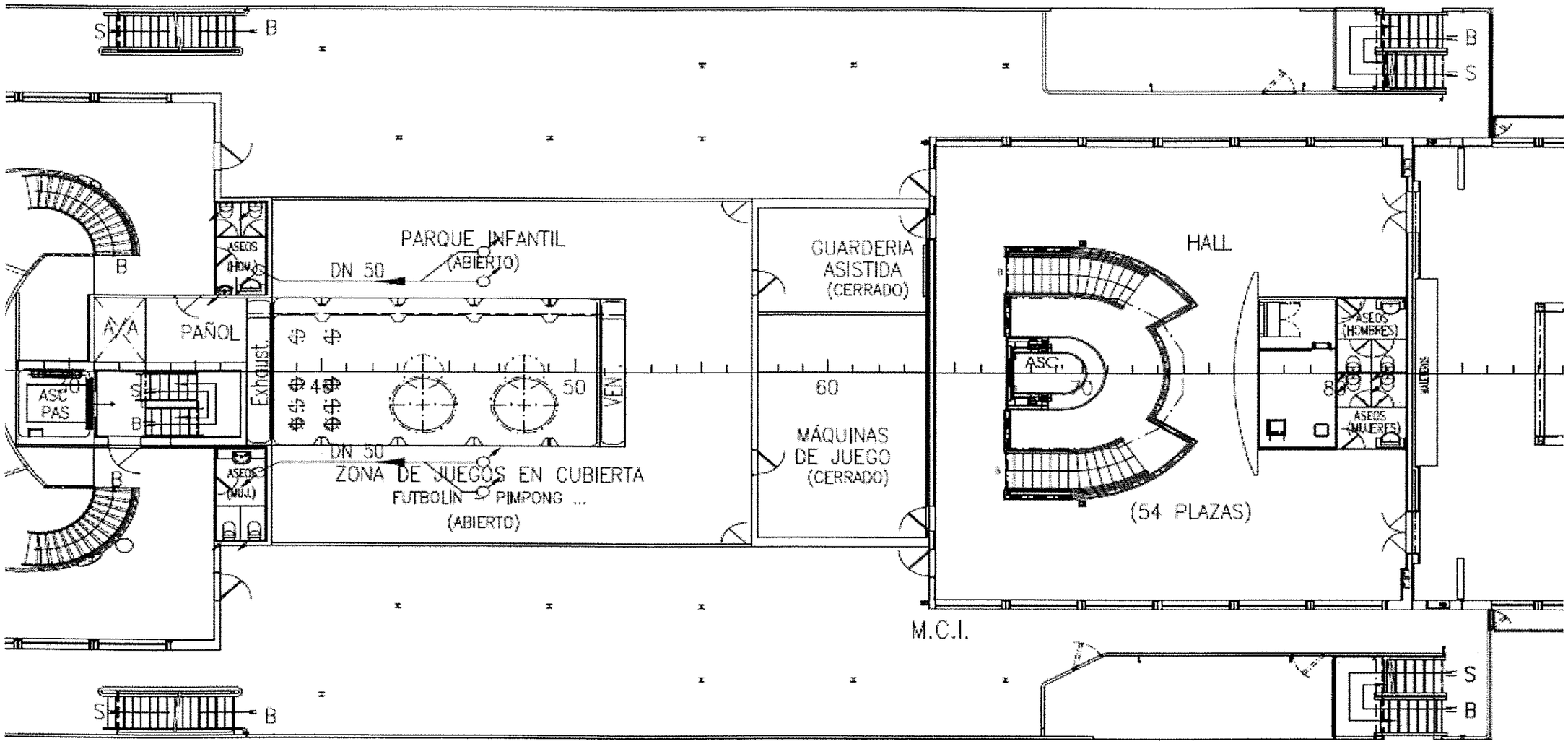
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 8 proa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 8. PROA | | | REF. PLANO 001-30.21M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

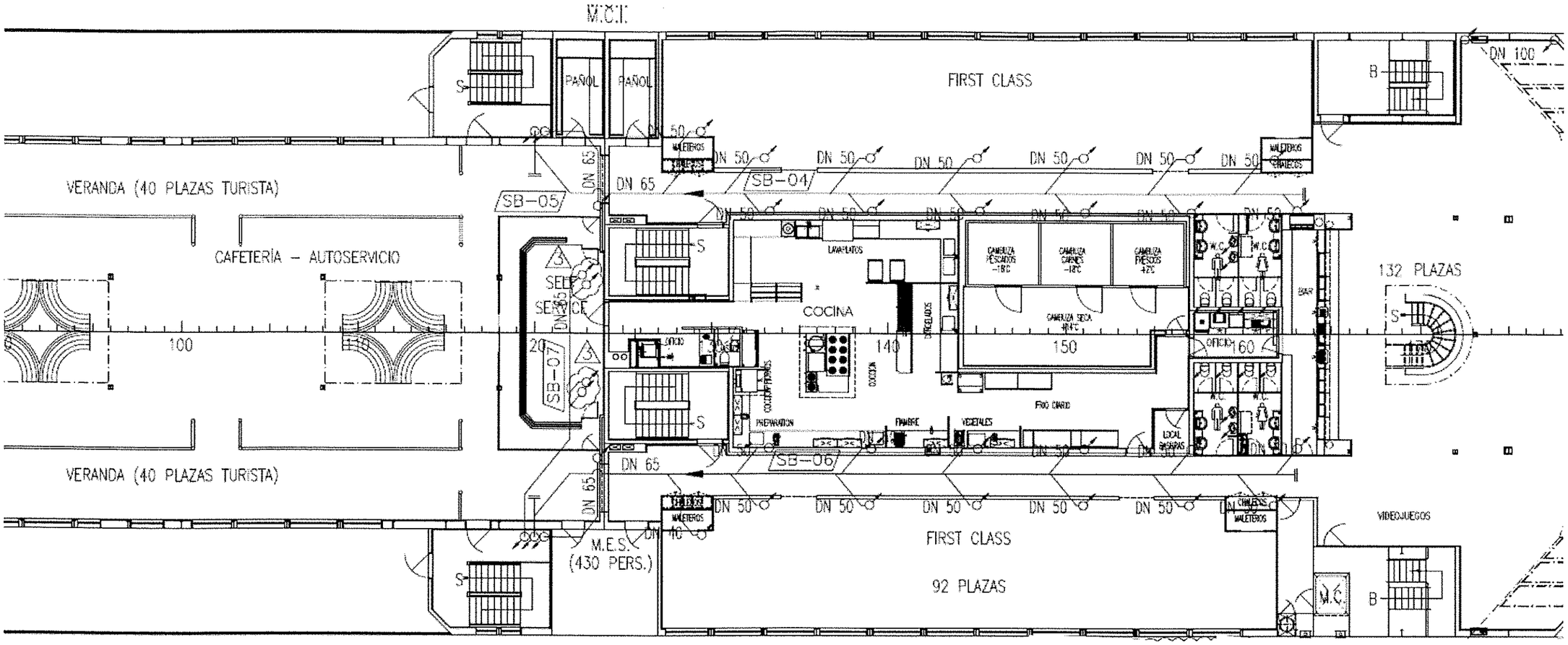
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 8 popa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 8. POPA | | REF. PLANO | 001-30.22M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA | |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELIAS AGUDO GOMEZ | |

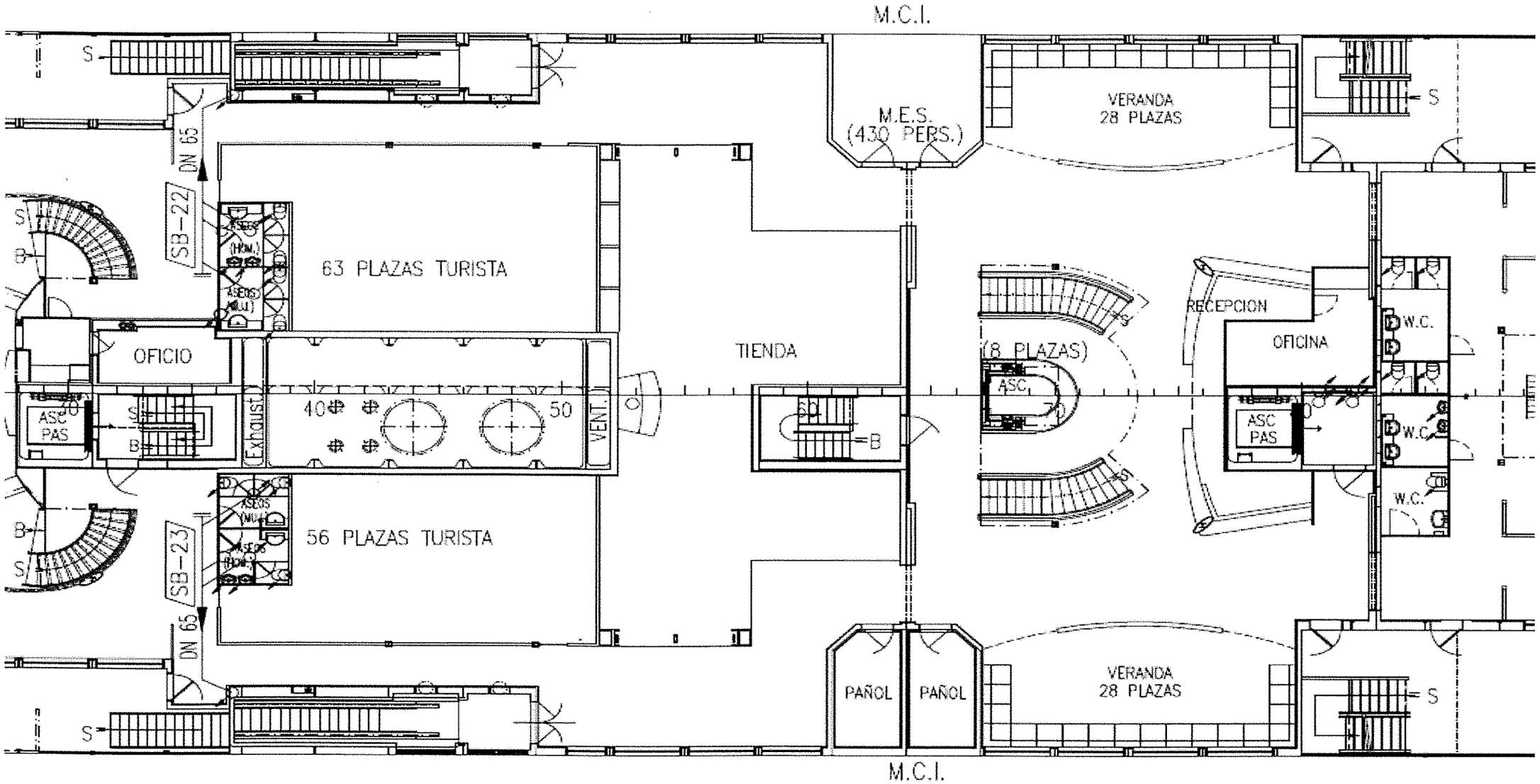
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como parte de un Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina




Cubierta 7 proa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 7. PROA | | REF. PLANO 001-30.23M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELIAS AGUDO GOMEZ |

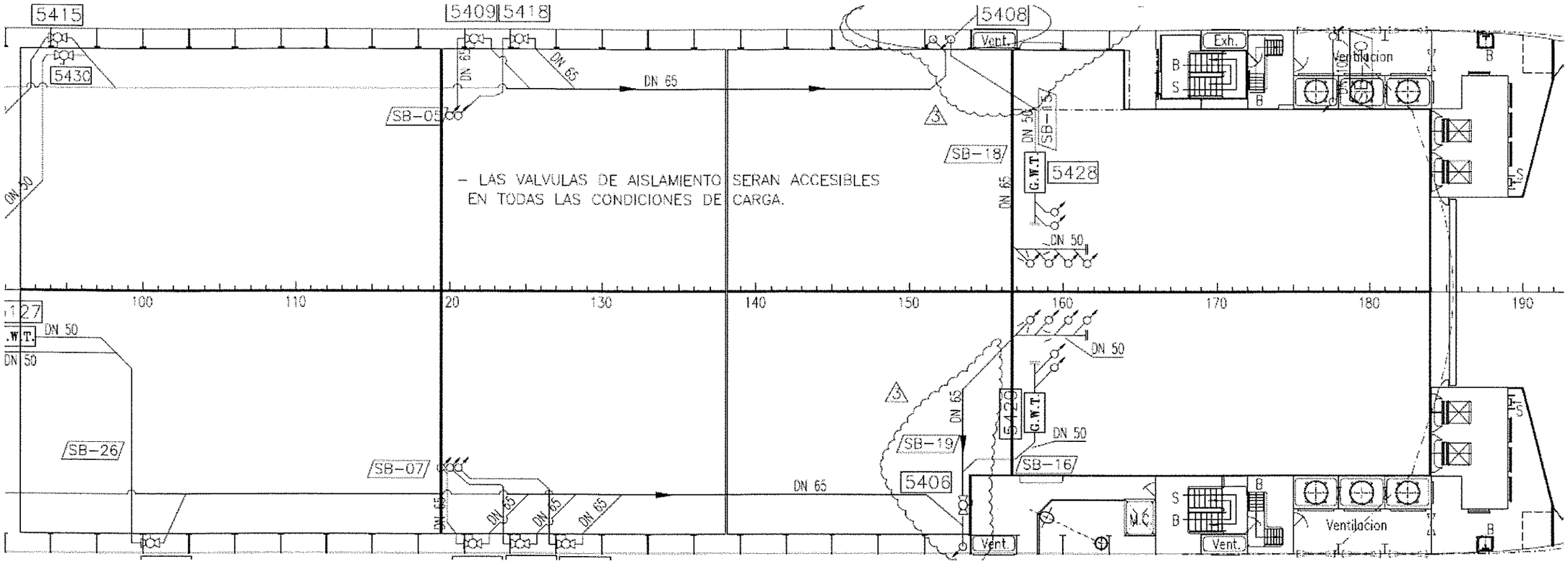
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 7 popa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 7. POPA | | REF. PLANO 001-30.24M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELIAS ACUDO GOMEZ |

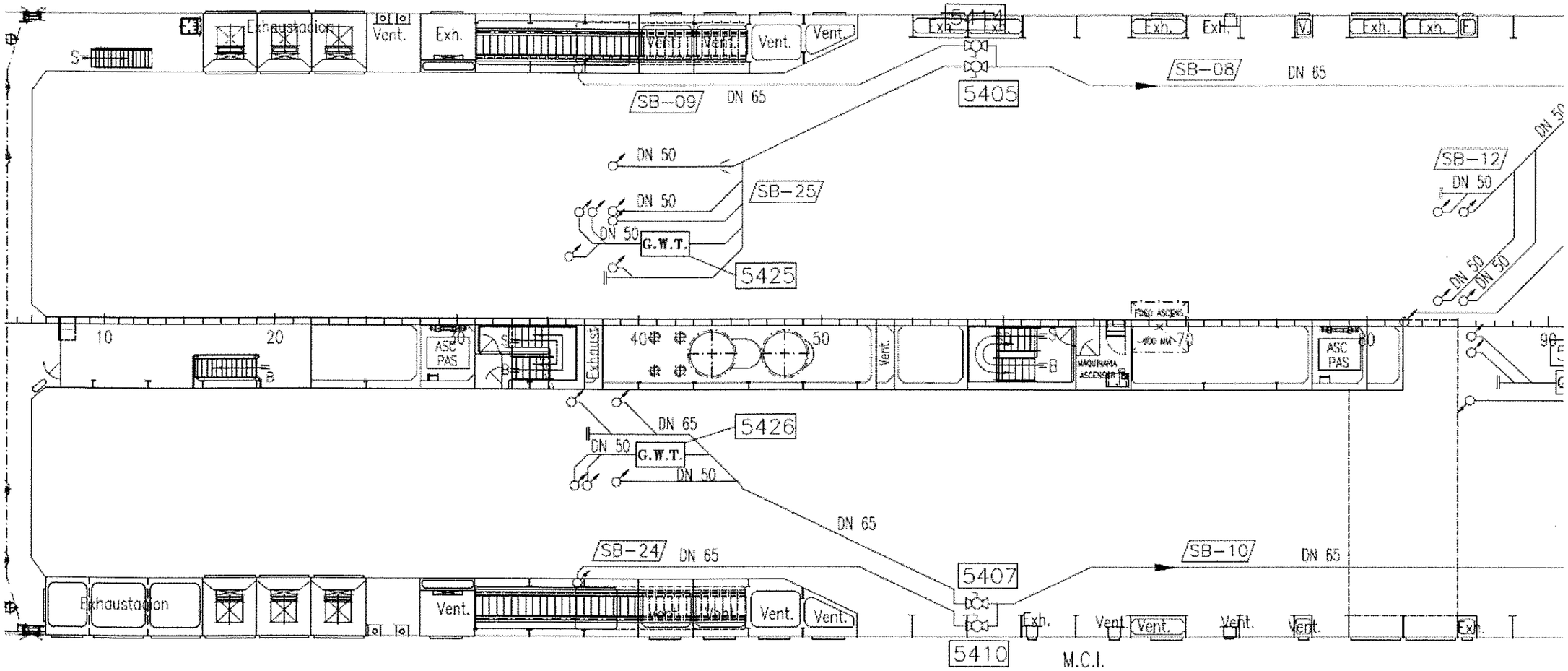
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 6 proa

| E.T.S. NáUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 6. PROA | | | REF. PLANO 001-30.25M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICION GENERAL | | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | | ELIAS AGUDO GÓMEZ |

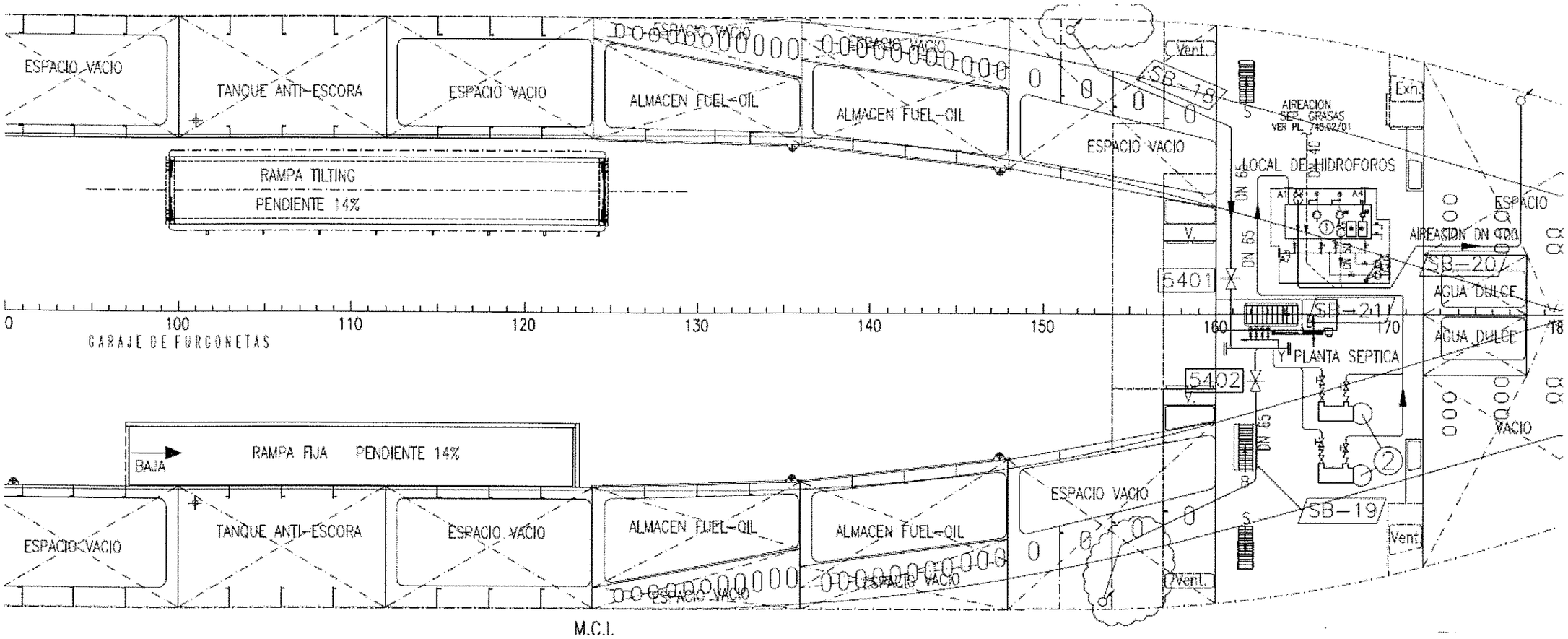
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará este plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Naval.




Cubierta 6 popa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO | RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 6. POPA | | REF. PLANO | 001-30.26M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERÍA | |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS | |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELÍAS AGUDO GÓMEZ | |

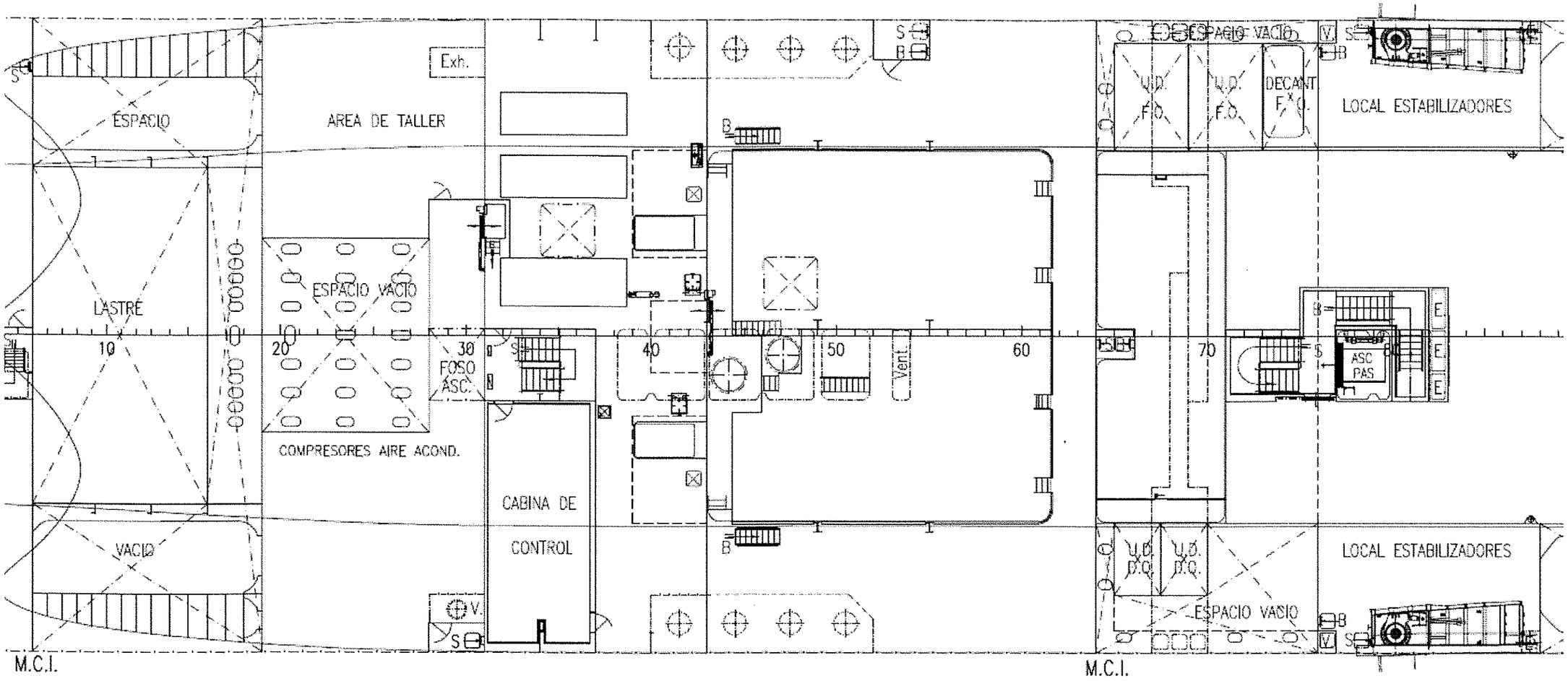
El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado únicamente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina.




Cubierta 2 proa

| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | Diseño e Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 2. PROA | | | REF. PLANO 001-30.27M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | | INGENIERIA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | | ELIAS AGUDO GOMEZ |

El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará cómo plano en Trabajo Fin de Máster, Ingeniería Marina.




Cubierta 2 popa

| | | | |
|---|---|---|---|
| E.T.S. NÁUTICA | | | Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina |
| PROYECTO | Diseño e instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en un buque de pasaje. | | TIPO RO-PAX |
| TITULO | CUBIERTA Nº 2. POPA | | REF. PLANO 001-30.28M |
| ESCALA 1:150 | FECHA | PLANO | INGENIERÍA |
| | AGO-06 | DISPOSICIÓN GENERAL | HIJOS DE J. BARRERAS |
| | JUL-16 | AGUAS NEGRAS | ELÍAS AGUDO GÓMEZ |

El plano original es propiedad de HIJOS DE J. BARRERAS. El presente documento está generado íntegramente con fines académicos. Se presentará como plano en Trabajo Fin de Máster. Ingeniería Marina