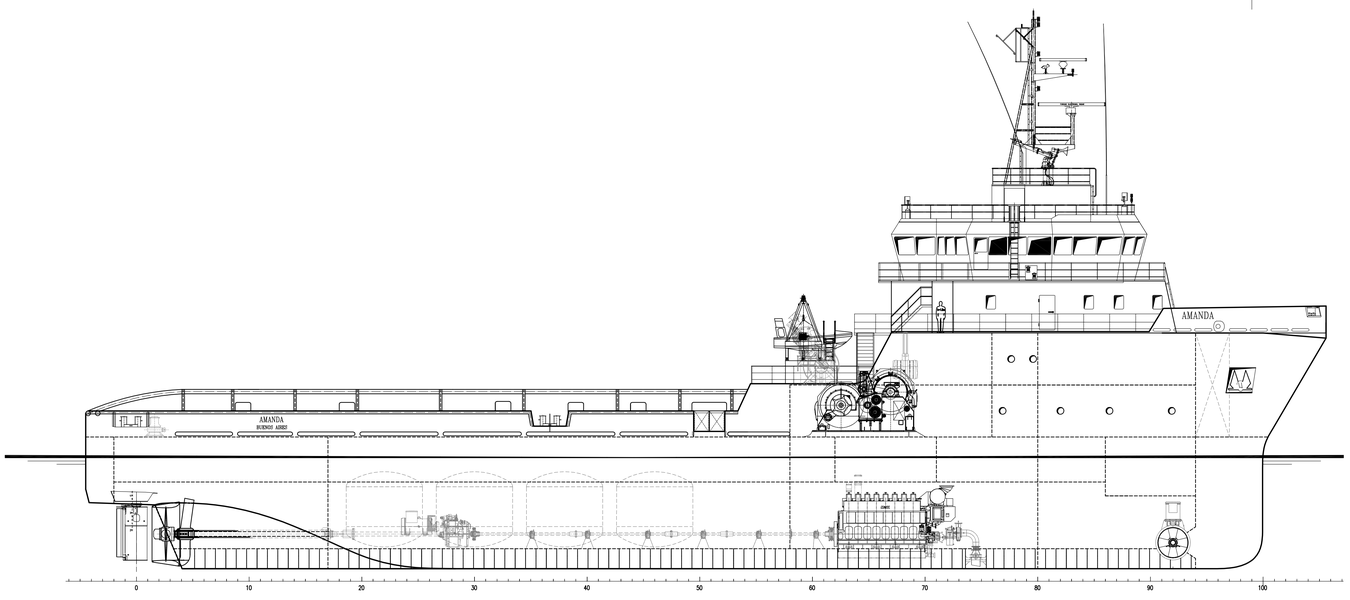


CUBIERTA-TECHO PUENTE (20.00 M)

PUENTE DE GOBIERNO (16.60 M)

CUBIERTA-B (13.60 M)

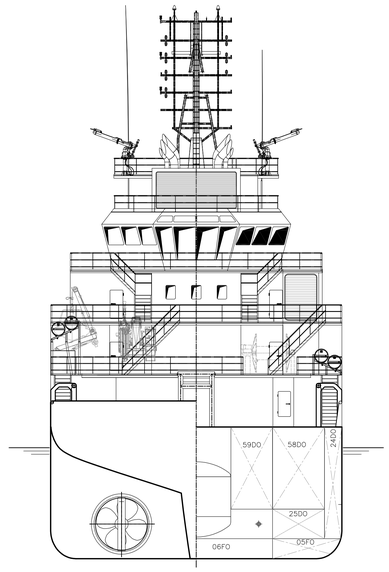
CUBIERTA-A (10.60 M)

1° CUBIERTA (PRINCIPAL) (7.60 M)

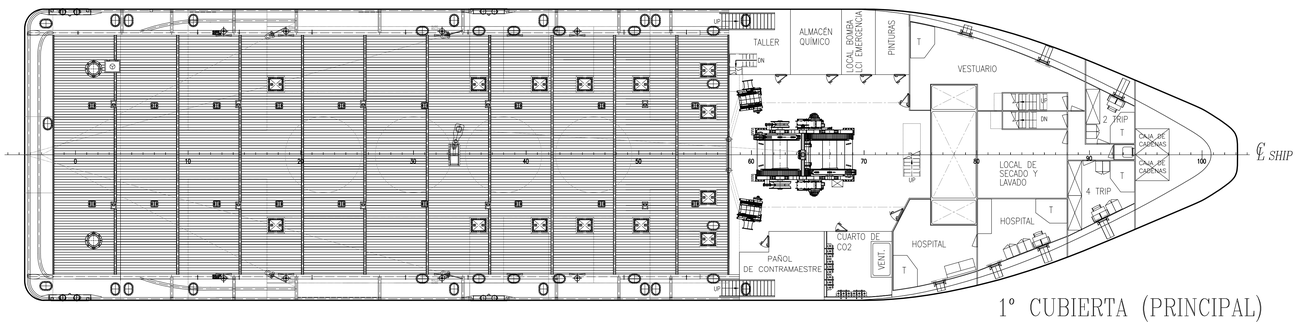
2° CUBIERTA (5.00 M)

CIELO DE DOBLE FONDO (1.15 M)

PERFIL

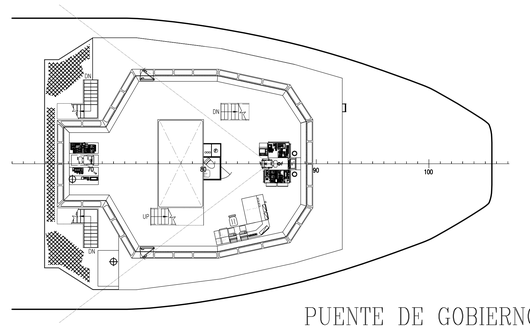


VISTA TRANSVERSAL



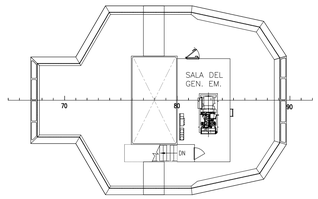
1° CUBIERTA (PRINCIPAL)

7.60 M SOBRE LB



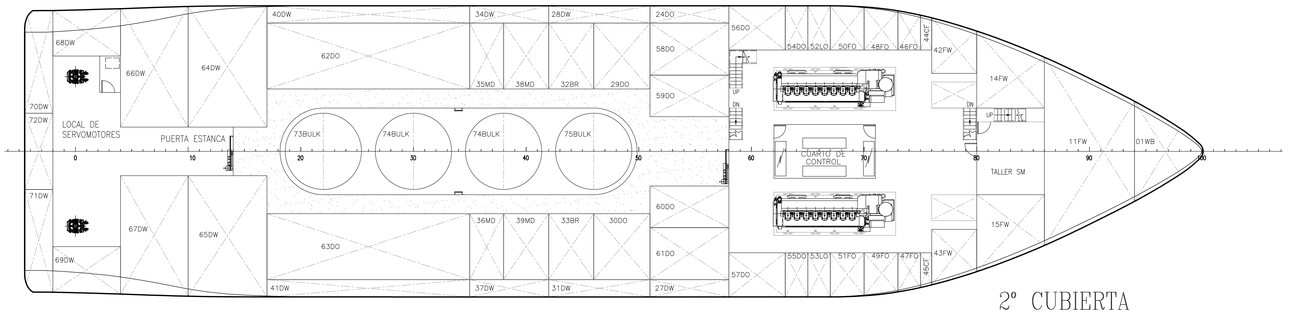
PUENTE DE GOBIERNO

16.60 M SOBRE LB



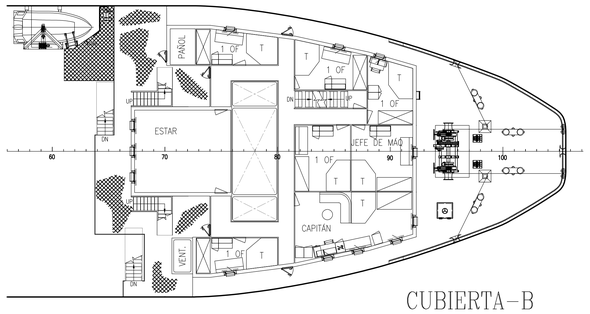
CUBIERTA-TECHO PUENTE

20.00 M SOBRE LB



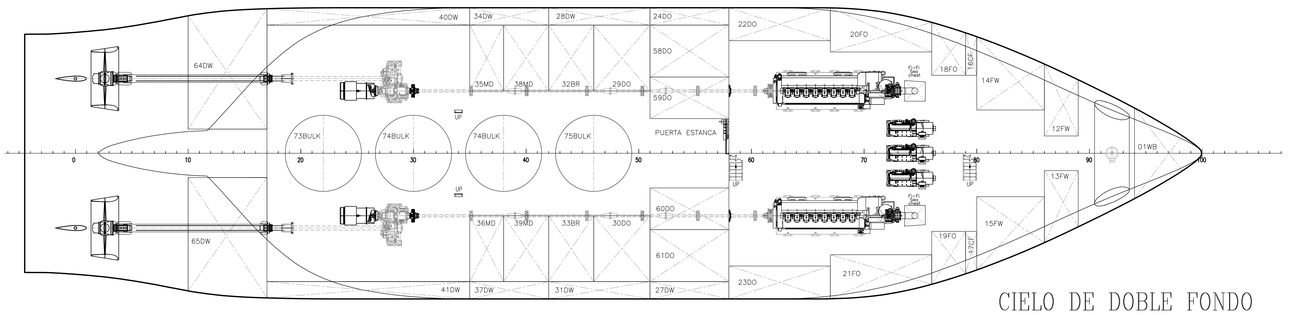
2° CUBIERTA

6.00 M SOBRE LB



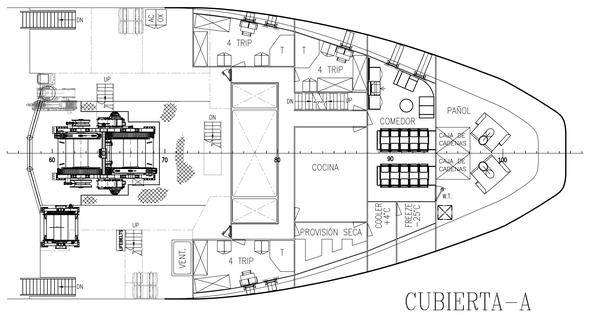
CUBIERTA-B

13.60 M SOBRE LB



CIELO DE DOBLE FONDO

3.00 M SOBRE LB



CUBIERTA-A

10.60 M SOBRE LB

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS
N° DE TRIPULANTES	:	25
POTENCIA INSTALADA	:	8000 KW
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	:	ABS

			VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medino Pablo				NFI
FECHA: 20/11/2016				25/11/2016
NÚMERO PLANO	REV		HOJA Nº	Nº HOJAS
011-001	0		1	1
ESCALA: 1:125	ARCHIVO: PME-PB-011-001		FORMATO: A0	
O	CORR. SEGÚN COMM. JKO		PME	NFI
D	CORR. SEGÚN COMM. JKO		PME	NFI
C	CORR. SEGÚN COMM. NFI		PME	NFI
B	CORR. SEGÚN COMM. NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

ITBA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

ARREGLO GENERAL
BUQUE "AMANDA"

I.T.B.A. **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES**

15 de abril de 2016

ANTEPROYECTO DE UN BUQUE DE SUMINISTRO OFFSHORE (PSV)

Autor: Medina Pablo Alberto 50001

INGENIERÍA NAVAL

Tutor: Ingeniero Norberto Fiorentino

APROBADO
NFI 25/11/2016

Parte I

Memoria explicativa del tipo de buque y servicio al que se destina

Revisión A
VB:

Índice

1. Introducción **4**

2. Requerimientos del proyecto **5**

3. Análisis de la operatividad y enfoque conceptual del proyecto **5**

3.1. Características principales 5

3.2. Tipos de buques de suministros 6

3.3. Consideraciones del proyecto 7

4. Metodología y criterios aplicados en el desarrollo del proyecto. Bases de datos. **7**

4.1. Parte 1: Memoria explicativa del tipo de buque y servicio al que se destina. 8

4.2. Parte 2: Dimensionamiento. Definición de dimensiones principales. 8

4.3. Parte 3: Disposición general. Capacidades de tanques y espacios de carga. 8

4.4. Parte 4: Cálculos de Arquitectura naval. 8

4.5. Parte 5: Cálculo de la potencia propulsora. Selección del motor propulsor. 8

4.6. Parte 6: Cálculo y dimensionamiento de la pala de timón y máquina de gobierno. 9

4.7. Parte 7: Cálculo del módulo resistente de la sección media del buque. 9

4.8. Parte 8: Sistema de amarre y fondeo. 9

4.9. Parte 9: Cálculo del sistema de LCI. 9

4.10. Parte 10: Cálculo del sistema de achique, lastre y combustible. 9

4.11. Parte 11: Cálculo preliminar del balance eléctrico y selección de la planta generadora y auxiliar. 10

4.12. Parte 12: Plano de arreglo general. 10

4.13. Parte 13: Cálculo de medios de evacuación, salvamento y dispositivos salvavidas. 10

4.14. Parte 14: Cálculo de la integridad estructural al fuego. 10

4.15. Parte 15: Costo 10

4.16. Base de datos 10

5. Bibliografía **11**

1. Introducción

El contenido de esta memoria explicativa tiene como finalidad hacer una presentación del buque objetivo y exponer el desarrollo del proyecto.

Las explotaciones offshore, tanto de gas como de petróleo, requieren para el desarrollo de sus actividades una flota auxiliar que les permita operar en plataformas situadas en yacimientos marinos, lugares que demandan el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Remolque de plataformas para fondearlas en la zona de perforación.
- Transporte de personal y suministros.
- Tendido de cables y anclas.
- Lucha contra incendios y contra la contaminación y proporcionar seguridad al personal de buques y plataformas en caso de accidentes.
- Labores de inspección y mantenimiento de las plataformas.
- Mantenimiento de las monoboyas de extracción de petróleo.

Figura 1: Remolque de una plataforma de perforación

El tipo de buques que componen esta flota es muy especializado y pueden llevar a cabo multitud de tareas, lo que implica diferentes gamas de construcción. Dentro de esta flota auxiliar se engloban los buques de apoyo a plataformas.

2. Requerimientos del proyecto

- **VELOCIDAD:** 15 nudos al 90 % MCR.

- **REQUISITOS:** Área de operación, Río de la Plata, Río Paraná, Atlántico Sur, paso por canales de Panamá y Suez. Capacidad de remolque, 90 TBP, recupero de hidrocarburos, FiFi, acomodación para 25 personas, 20 tripulantes y 5 pasajeros.

- **REQUISITOS DE CARGA MÍNIMOS:** Lodos y salmuera 310 m^3dispuestos en 6 tanques, dos de los cuales son para salmuera; cemento 200 m^3; agua potable 350 m^3; MDO 600 m^3; agua para perforación 385 m^3que puede formar parte del sistema de lastre y capacidad de transporte de carga sobre cubierta 450 m^3.

3. Análisis de la operatividad y enfoque conceptual del proyecto

Se comienza en este apartado explicando los buques de suministros, sus funciones y tipos, para entrar posteriormente a detallar el proyecto.

3.1. Características principales

Parámetros de diseño:

- Es necesario contar con una amplia cubierta de trabajo en la zona de popa, para la estiba y desestiba de la carga: contenedores, anclas, cadenas, tubos, etc., lo que da a entender que la superestructura va situada en la zona de proa.

- La mayoría de los espacios y tanques de carga se destinan al almacén y transporte del combustible, agua potable y no potable, lodo de perforación, cemento pulverizado, así como productos químicos utilizados en los procesos de perforación.

- Si el proyecto requiere que el buque tenga capacidad de tiro a punto fijo, se requiere la instalación, en la línea central del buque, de un guinche de remolque.

- La sala de máquinas se encuentra en la zona central del buque (sección media). Ésta es la zona más amplia y debe disponer del espacio necesario para albergar los motores principales, las bombas principales del sistema de lucha contra incendios y los demás equipos relacionados a la propulsión, generación eléctrica y auxiliares de máquinas. En este espacio los costados del buque tienen doble casco formado por tanques, lo que le otorga una seguridad adicional en caso de colisión.

- La habilitación está situada sobre la cubierta principal, por encima de la sala de máquinas. El puente, encima de la habilitación, está diseñado para obtener una visibilidad óptima para las maniobras.

- En cuanto a estabilidad, la misma juega un rol importante, por lo tanto, éste tipo de buques tienden a tener mangas grandes en comparación a su eslora, lo que resulta en una relación L_{pp}/B más baja que en otro tipo de embarcaciones. Los requisitos de maniobrabilidad son exigentes, por lo que estos barcos pueden incluso hasta girar sobre sí mismos. Algunos de ellos, se equipan con sistemas de posicionamiento dinámico, que le permiten al buque permanecer quieto en una posición con la ayuda de referencias como satélites.

- En caso de emergencia se emplean como buques de rescate y cuentan con sistemas de lucha contra incendios (incluyendo fuegos externos). Algunos de estos buques están equipados con capacidad antipolución y recuperación de equipos para ayudar en las tareas de contención y limpieza de derrames en el mar.

- Otros posibles condicionantes para el diseño de estos buques son poder llevar equipos para realizar operaciones de buceos y ROV, tener helipuerto, enfermería o acomodación para pasajeros.

Todas estas características describen las particularidades que diferencian a los buques de suminstro de cualquier otro. Ya que existen muchas posibles combinaciones de equipos y capacidad de carga con los que se puede armar estos barcos.

3.2. Tipos de buques de suministros

Clasificación a partir de la función que realizan:

- **Buques de suministro a plataformas de perforación, Platform Supply Vessels (PSV).** Llevan a cabo tareas de aprovisionamiento siendo la función típica de estos barcos el transporte de tuberías, cemento, líquidos y carga hacia y desde tierra y las instalaciones mar adentro (offshore). Pueden utilizarse también como buques standby, de rescate, etc.

Figura 2: PSV

- **Anchor Handling Tug Supply (AHTS).** Se encargan de hacer tareas de manejo de anclas, remolque de las plataformas de perforación, transporte de suministros y personal y extinción de incendios. Se diferencian de los PSV en que están equipados con guinches y dispositivos auxiliares para remolque y para manejo de anclas. Además son buques con mayor potencia para proporcionar gran capacidad de tiro a punto fijo.

Figura 3: AHTS

- **Multi-purpose service vessels (MPSV), buques de servicio multipropósito.** Son barcos para una amplia gama de tareas en alta mar, como alojamiento de personal, trabajos de vigilancia, lucha contra derrames de hidrocarburos, la intervención de pozos, operaciones con ROV, tareas de construcción de las plataformas, instalación de tuberías flexibles, manejo de cables, y las normales funciones de suministro.

Figura 4: MPSV

- **Otros buques offshore especializados (Other Specialised offshore vessels).** Incluyen otros buques especializados como de investigación, tendido de cables, maniobras de apoyo al buceo y maniobras con ROV, respuesta de emergencia, tareas de inspección, mantenimiento y reparación, o pequeños buques de perforación.

Figura 5: Otros buques offshore

3.3. Consideraciones del proyecto

El objetivo principal es el desarrollo de una embarcación en perfecta concordancia con las especificaciones técnicas.

Las especificaciones del proyecto exigen la clasificación del buque, ABS para este caso, que imponen condiciones para el diseño del barco. Debe cumplirse también la normativa IMO de los convenios SOLAS, que trata de la seguridad de la vida húmana en el mar, MARPOL, para prevenir la contaminación y de la autoridad de bandera, PNA.

La acomodación está prevista para 20 tripulantes y 5 pasajeros.

4. Metodología y criterios aplicados en el desarrollo del proyecto. Bases de datos.

Todo el trabajo es un proceso iterativo con el objetivo final de satisfacer los requerimientos de las especificaciones del proyecto, es decir, se sigue una espiral de diseño. En cada vuelta de la espiral se van estableciendo las variables del diseño, de todas y cada una de las áreas que constituyen el proyecto, de forma que en la siguiente vuelta nos movamos en un rango de variación menor de cada una de dichas variables. De este modo, se va haciendo una optimización del proyecto hasta alcanzar el producto final de acuerdo a los objetivos prefijados.

En la elaboración de este proyecto se deben seguir unas pautas que permitan hacer un desarrollo del mismo viable y adecuado a las especificaciones, además de ser acordes a las normas internacionales y reglas de la Sociedad de clasificación. Las soluciones que se determinen deben asegurar la operatividad del buque en condiciones seguras. El proyecto se estructura en 15 partes.

4.1. Parte 1: Memoria explicativa del tipo de buque y servicio al que se destina.

Tiene como finalidad hacer una presentación del buque objetivo y exponer el desarrollo del proyecto.

4.2. Parte 2: Dimensionamiento. Definición de dimensiones principales.

Tiene como finalidad determinar las dimensiones principales del buque y sus coeficientes de forma. Para esto se parte de la elaboración de una base de datos de buques similares al buque proyecto obteniendo la información de armadores y astilleros que operen con este tipo de embarcaciones.

Por último, se estudian las diferentes alternativas y se elige la más adecuada a las especificaciones del proyecto.

4.3. Parte 3: Disposición general. Capacidades de tanques y espacios de carga.

Se analiza en esta parte la distribución de espacios que conforman el compartimento del buque además de definir las cubiertas y mamparos, es decir, se debe hacer una presentación y justificación de la disposición general. En esta parte del proyecto hay que tener en cuenta la reglamentación de la Sociedad de Clasificación ABS y los convenios SOLAS y MARPOL, además de los requisitos de las especificaciones.

Partes consideradas en la disposición general:

- Espaciado de cuadernas, bulárcamas, mamparos y cuebiertas.
- Zona de carga y de trabajo.
- Zona de sala de máquinas. Alturas de doble fondo y plataformas.
- Disposición de tanques.
- Habilitación.
- Zonas de amarre y fondeo. Local del servo.
- Tabla y plano de capacidades y centros de gravedad de los espacios.

Es importante detallar correctamente los accesos a las distintas zonas del buque, de manera que se pueda operar de forma segura y eficiente.

4.4. Parte 4: Cálculos de Arquitectura naval.

Concierne todos los cálculos referentes a:

- Curvas hidrostáticas, que reflejan el comportamiento de la carena del buque para los distintos calados.
- Curvas de brazos adrizantes.
- Cálculo de francobordo. Para su cálculo hay que referirse al «Convenio Internacional sobre líneas de carga» de la OMI.
- Estabilidad frente a las 4 condiciones de carga establecidas según OM-02-1992 PNA.

4.5. Parte 5: Cálculo de la potencia propulsora. Selección del motor propulsor.

Ésta parte tiene como finalidad determinar la potencia propulsora, a partir del cálculo de resistencia al avance, detallando las características de la planta propulsora del buque.

Para el cálculo de la potencia necesaria las especificaciones exigen que la velocidad de servicio se de 15 nudos al 90 % MCR. La resistencia al avance a esa velocidad unida a la posibilidad de tener que desarrollar tracción a punto fijo, son las exigencias para estimar la potencia de la planta propulsora.

Una vez hecho el cálculo de potencia, se hace la elección del equipo propulsor, de los generadores de energía y del tipo de combustible. Se hace también el cálculo de los equipos y servicios en cámara de máquinas y la disposición general de ésta.

4.6. Parte 6: Cálculo y dimensionamiento de la pala de timón y máquina de gobierno.

Una vez hecho el cálculo de potencia, se proyectan los timones adecuados para las formas y velocidad de servicio del buque.La optimización del timón, junto con unas formas los más hidrodinámicas posibles, disminuyen la potencia necesaria, lo cual reduce el peso y precio de la planta propulsora, además del consumo de combustible. Para dicha optimización se utilizan herramientas de simulación numérica (CFD), en donde se comparan los diferentes perfiles de timón que existen en el mercado. Estos resultados se comparan con los datos empíricos dados por la Sociedad de Clasificación.

4.7. Parte 7: Cálculo del módulo resistente de la sección media del buque.

El buque debe ser capaz de soportar todos los momentos y esfuerzos a los que se ve sometido en el medio, además de su propio peso y las aceleraciones que resultan de él. En ésta parte se define el escantillonado de la estructura y la comprobación de la resistencia general, para lo cual se siguen las reglas de la Sociedad de Clasificación ABS.

Al tratarse de un buque de eslora media, los esfuerzos de flexión de la viga-buque no resultan tan preponderantes. Sin embargo, si se pueden producir esfuerzos localizados importantes generadas por el corte. Por lo tanto, se adopta para el proyecto una estructura del tipo transversal.

Por otra parte, se determina el peso del buque en rosca y la correspondiente posición del centro de gravedad del barco. Vale destacar que este cálculo es aproximado.

El desarrollo de los cálculos del peso y centro de gravedad del buque se divide en:

- Estructura. Peso de acero.
- Equipo y habilitación.
- Maquinaria e instalaciones especiales.

Por último, se evalua la resistencia longitudinal en el estado de carga más desfavorable según OM 02-1992 PNA.

4.8. Parte 8: Sistema de amarre y fondeo.

En esta parte se busca determinar los elementos que componen al sistema de amarre y fondeo necesarios para éste tipo de buques, siguiendo los lineamientos de la Sociedad de Clasificación ABS, las reglamentaciones dadas por SOLAS y las ordenanzas marítimas de aplicación de la PNA. También se confecciona un plano esquemático de la disposición de los elementos del sistema.

4.9. Parte 9: Cálculo del sistema de LCI.

Se define en este apartado todo lo que concierne al sistema de lucha contra incendios. Esto incluye tendido de tuberías y definición de sprinklers, disparos de CO_2y dispositivos de extinción portátiles. Por otra parte, el buque cuenta con clasificación FiFi (fire fighting) por lo que debe tener protección propia al fuego.

También se realiza el dimensionamiento de tuberías, tanto del ramal principal como de los secundarios, junto con la selección de las bombas del sistema.

4.10. Parte 10: Cálculo del sistema de achique, lastre y combustible.

Se realizan los cálculos pertinentes al sistema de achique de sentinas, junto con la distribución de los pocetes de aspiración, dimensionamiento del ramal principal y los ramales secundarios y la selección de las bombas correspondientes a dicho sistema. Por otra parte se realiza el esquema del tendido de tuberías para los sistemas de achique, lastre y combustible junto con sus correspondientes memorias de cálculo.

4.11. Parte 11: Cálculo preliminar del balance eléctrico y selección de la planta generadora y auxiliar.

Se realiza la definición de la planta eléctrica teniendo en cuenta la estimación de la potencia eléctrica requerida por todos los consumidores en las distintas situaciones de carga y en la situación de emergencia.

Se hace un balance eléctrico mediante el que se logre estimar la demanda eléctrica en cada situación. Entonces, se puede dimensionar el número de grupos generadores, incluidos los de emergencia y puerto si fuera necesario.

4.12. Parte 12: Plano de arreglo general.

4.13. Parte 13: Cálculo de medios de evacuación, salvamento y dispositivos salvavidas.

Determinar los dispositivos salvavidas necesarios utilizando las reglamentaciones del SOLAS y ordenanzas marítimas de aplicación de la PNA. También se adjunta en ésta parte un plano esquemático donde se muestra la distribución de todos los dispositivos salvavidas.

4.14. Parte 14: Cálculo de la integridad estructural al fuego.

4.15. Parte 15: Costo

Es último paso del proyecto es la estimación del presupuesto del buque para el astillero. Siempre que sea posible, el precio de los equipos se obtiene de los catálogos y datos reales de los fabricantes de los equipos. De no ser posible, se debe recurrir a aproximaciones.

Para el formato se deben considerar:

- Casco
- Equipo, alistamiento e instalaciones.
- Maquinaria auxiliar de cubierta.
- Instalación propulsora
- Maquinaria auxiliar de propulsión
- Instalaciones especiales.
- Gastos varios del astillero.

Un desafio que se presenta es la presición de la estimación de costos, ya que los mismos se encuentran sujetos a las variaciones del mercado.

4.16. Base de datos

El punto de partida del trabajo a desarrollar son la descripción del proyecto y la elaboración de una base de datos con buques comparables al de proyecto. Se pretende obtener una lista de barcos con datos suficientes para extrapolar los necesarios.

Para la elaboración de la base de datos se deben imponer condiciones a los buques que se buscan, que están fijadas por los requisitos de las especificaciones del proyecto. Sin embargo, en base a éstas el número de barcos que podrían elegirse sería demasiado amplio y con valores, como la potencia al freno (BHP), muy dispersos entre los distintos buques. Por lo tanto, hay que imponer más condiciones para tener una relación de buques adecuada. Las otras exigencias son las funciones que realizan estos buques.

5. Bibliografía

- Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante*. España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- González, F. *Construcción Naval I, Vol I y II*. ETSIN.

Parte II

Dimensionamiento. Definición de dimensiones principales.

Revisión B
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Base de datos **3**

2.1. Tipo de buque y base de datos preliminar 3

2.2. Base de datos definitiva y relaciones entre dimensiones principales 4

3. Dimensionamiento **5**

3.1. Determinación de la eslora y el número de Froude 5

3.2. Determinación de la manga (B) 6

3.3. Determinación del puntal (D) 7

3.4. Coeficientes adimensionales de la carena 8

3.4.1. Coeficiente de bloque (CB) 8

3.4.2. Coeficiente de la sección media (CM) 8

3.4.3. Coeficiente de la flotación (C_f) 9

3.4.4. Coeficiente prismático (CP) 9

3.5. Determinación de la posición longitudinal del centro de carena, XB 10

3.6. Estimación del desplazamiento, $\triangle$, y peso en rosca, P_{rosca} 10

3.6.1. Estimación del peso en rosca, P_{rosca} 10

3.6.2. Estimación del desplazamiento, $\triangle$ 10

3.7. Estimación del calado (T) 11

4. Selección de la alternativa óptima **12**

4.1. Eslora entre perpendiculares,L_{pp}, y el número de Froude, Fr 12

4.2. Manga, B 12

4.3. Puntal, D 12

4.4. Coeficientes adimensionales de carena 12

4.5. Posición longitudinal del centro de carena, XB 13

4.6. Desplazamiento, $\triangle$ 13

4.7. Calado, T 13

5. Viabilidad técnica de la alternativa seleccionada **13**

5.1. Verificación de las relaciones adimensionales 13

5.2. Verificación del francobordo 14

6. Resumen de los resultados **14**

7. Bibliografía **15**

1. Introducción

El objetivo de esta parte es determinar las dimensiones principales del buque del proyecto y sus coeficientes de forma. Los resultados que se obtengan son analizados técnica y económicamente para seleccionar la alternativa óptima.

Como en el proyecto de un buque se sigue una espiral de diseño, las conclusiones que se exponen en esta parte son la consecuencia de sucesivos cambios. Por consiguiente en este apartado de dimensionamiento se exponen sólo los resultados finales de la alternativa que se selecciona para el buque del proyecto.

Lo primero es elaborar una base de datos con buques de apoyo a plataformas de características similares al del buque del proyecto. Para confeccionar esta base de datos se siguen las especificaciones del proyecto, que son las siguientes:

- **REGLAMENTOS Y SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN:** American Bureau of Shipping (ABS), IMO (SOLAS, MARPOL)
- **VELOCIDAD:** 15 nudos al 90 % MCR.
- **REQUISITOS:** Área de operación, Río de la Plata, Río Paraná, Atlántico Sur, paso por canales de Panamá y Suez. Capacidad de remolque, 90 TBP, recupero de hidrocarburos, FiFi, acomodación para 25 personas, 20 tripulantes y 5 pasajeros.
- **REQUISITOS DE CARGA MÍNIMOS:** Lodos y salmuera 310 m^3dispuestos en 6 tanques, dos de los cuales son para salmuera; cemento 200 m^3; agua potable 350 m^3; MDO 600 m^3; agua para perforación 385 m^3que puede formar parte del sistema de lastre y capacidad de transporte de carga sobre cubierta 450 m^3.

Una vez reducida la base de datos a una lista de 3 buques, que sean los más similares al de la especificación, se lleva a cabo la estimación de las dimensiones principales mediante correlaciones y fórmulas que den como resultado los valores de varias alternativas para la configuración del buque proyecto.

2. Base de datos

2.1. Tipo de buque y base de datos preliminar

En principio, la concepción del proyecto reside en dar apoyo a plataformas offshore y, aunque en la zona de operación para este cometido se puede considerar la construcción de un PSV (Platform Supply Vessel), las especificaciones de proyecto exigen dotar al buque proyecto de capacidad de remolque, es decir, de tiro a punto fijo. Por lo cual, los buques en los que se debe poner atención para hacer la base de datos son buques AHTS (Anchor Handling Tug Supply).

Como punto de partida para el dimensionamiento del buque proyecto se confecciona entonces una base de datos preliminar, la cual forman buques ya construidos que cumplen los siguientes requisitos:

- Sólo se buscan buques de apoyo a plataformas con capacidad de remolque y manejo de anclas, es decir, AHTS (Anchor Handling Tug Supply).
- Para que la lista de barcos sea de una calidad suficiente, se tienen especialmente en cuenta la eslora máxima (70 m $<$ L_{OA} $<$ 80 m) y las toneladas de peso muerto (2500 $<$ DWT $<$ 4000), de forma que los buques se eligen de manera que no difieran mucho de esas dos dimensiones.
- Se evalúan construcciones que sean relativamente recientes. De manera tal que cuenten con normativas de contrucción actualizadas.

En la *Tabla 1* puede verse la lista que compone la base de datos preliminar.

Constructor	BUQUE	L_{OA} [m]	L_{PP} [m]	B [m]	D [m]	T [m]	V [knots]	DWT	BHP [KW]	TPF [T]	Año	Tipo	SC
M.M	AH7001	70,7	63	16	7,2	6	14	3400	10880	125	2010	AHTS	ABS
M.M	PS7501	75	66,98	17,25	8	6,5	13	3000	6000	-	2013	PSV	ABS
M.M	PS7801	78,7	70,1	16		5,8	14,5	3200	-	-	2013	PSV	ABS
M.M	AH5902	59,25	52,2	14,95	6,1	4,95	13	1400	5150	62	2012	AHTS	ABS
A.O	UT 712 CD	79,9	69,5	19,2	8,3	6,8	17,5	2800	14000	220	2012	AHTS	RINA
Maersk	Maersk logger	90,3	79	23	9,5	7,8	16,7	4500	23500	268	2009	AHTS	Lloyd's
Sitio Web	1072290-W10	70	63	16,8	7,6	6,1	14	2691	10880	135	2004	PSV	-
Bourbon	Bourbon hidra	84	76,2	18,8	7,6	6,3	14,5	4640	7060	-	1999	PSV	DNV
A.O	Asso ventiquattro	69,4	59,4	16,8	7,5	6,1	16,5	2000	13900	155	2001	AHTS	RINA
A.O.	Asso ventotto	68,9	60,45	16,8	7,2	6,15	15,5	2450	11400	137	2007	AHTS	RINA

Tabla 1: Base de datos preliminar

Los datos que aparecen en la tabla por orden son:

- Constructor: M.M. (Megadolon Marine), A.O. (Augusta Offshore)
- L_{OA}: eslora máxima.
- L_{PP}: eslora entre perpendiculares.
- B: manga.
- D: puntal.
- T: calado máximo.
- V: velocidad de servicio.
- DWT: toneladas de peso muerto.
- BHP: potencia al freno total.
- TPF: tiro a punto fijo.
- Año de construcción.
- Tipo de buque.
- SC: Sociedad de clasificación.

La información para elaborar la base de datos de la *Tabla 1* se obtiene a partir de la ficha técnica de cada buque que la compone, proporcionada por los diferentes constructores, navieras y astilleros.

2.2. Base de datos definitiva y relaciones entre dimensiones principales

Se realiza una última selección para conformar la base de datos final, la misma sienta las bases para realizar los cálculos pertinentes al dimensionamiento. Para ello se imponen las siguientes condiciones:

- DWT ~ 3000 T. Esta estimación se determina a partir de los requisitos mínimos de carga dados por las especificaciones del proyecto.
- Eslora máxima $\rightarrow$ 63.00 m $< L_{OA} <$ 75.00 m.
- Calado $\rightarrow$ d $\geq$ 6.00 m.

En la *Tabla 2* se muestra como queda la lista de buques final.

Constructor	BUQUE	L_{OA} [m]	L_{PP} [m]	B [m]	D [m]	T [m]	V [knots]	DWT	BHP [KW]	TPF [T]	Año	Tipo	SC
M.M	AH7001	70,7	63	16	7,2	6	14	3400	10880	125	2010	AHTS	ABS
M.M	PS7501	75	66,98	17,25	8	6,5	13	3000	6000	-	2013	PSV	ABS
Sitio Web	1072290-W10	70	63	16,8	7,6	6,1	14	2691	10880	135	2004	PSV	-

Tabla 2: Base de datos final

Los valores normales (*Tabla 3*) de las relaciones adimensionales y del número de Froude [1], para este tipo de embarcaciones son:

L/B	B/D	B/T	L/D	T/D	Fr
2,5 - 4,7	1,9 - 2,5	2,1 - 2,8	5 - 9,5	0,78 - 0,91	0,3 - 0,4

Tabla 3: Valores normales de las relaciones adimensionales y del n° de Froude

En la *Tabla 4* se resumen las relaciones entre las dimensiones principales de los buques base de la *Tabla 2*.

Constructor	BUQUE	L_{OA} [m]	L_{PP} [m]	B [m]	D [m]	T [m]	V [knots]	L_{PP}/B	B/D	B/T	L_{PP}/D	T/D	Fr
M.M	AH7001	70,7	63	16	7,2	6	14	3,938	2,222	2,667	8,750	0,833	0,287
M.M	PS7501	75	66,98	17,25	8	6,5	13	3,883	2,156	2,654	8,373	0,813	0,259
-	-	70	63	16,8	7,6	6,1	14	3,750	2,211	2,754	8,289	0,803	0,287

Tabla 4: Relaciones adimensionales de los buques de la base de datos

Si se comparan los valores obtenidos en la *Tabla 4* con los dados por la *Tabla 3*, se puede observar que todas las relaciones adimensionales están dentro del rango de los valores preestablecidos. En la *Tabla 5* se realiza una media de estos, para los buques de la base de datos final.

L_{PP}/B	B/D	B/T	L_{PP}/D	T/D	Fr
3,857	2,196	2,692	8,471	0,816	0,278

Tabla 5: Valores medios de las relaciones adimensionales

Llegado a este punto, se puede comenzar a hacer el dimensionamiento del buque del proyecto, lo que permite hacer una definición de su configuración, de las dimensiones y de los coeficientes de forma.

Se llega a varias estimaciones del dimensionamiento haciendo regresiones sobre la base de datos. Para comprobar la veracidad de la regresión se obtiene el coeficiente de correlación, cuyo valor cercano a uno indica que la metodología que se aplica es la correcta.

Una vez realizadas todas las estimaciones, los resultados que se obtienen proporcionan distintas alternativas que deben ser analizadas para poder arribar a una conclusión final.

3. Dimensionamiento

3.1. Determinación de la eslora y el número de Froude

Según Meredith [2], un estudio del libro Registro del Lloyd's pone de manifiesto que la eslora entre perpendiculares guarda relación directa con la raíz cúbica del peso muerto (DWT).

Se realiza la siguiente regresión para hacer una estimación de la eslora entre perpendiculares del buque del proyecto.

$$L_{pp} = f\left(\sqrt[3]{DWT}\right)$$

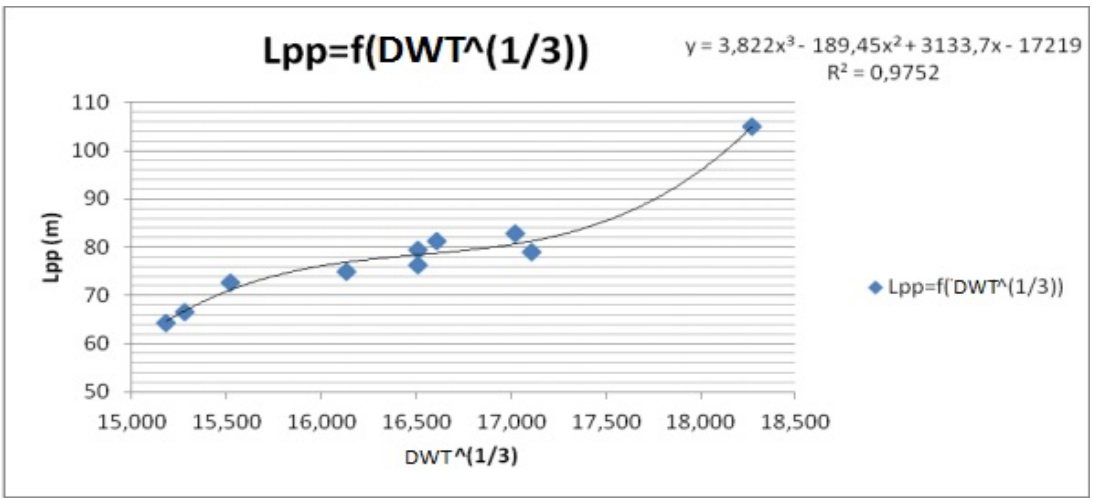


Gráfico 1: $L_{PP} = f\left(\sqrt[3]{DWT}\right)$

Con el peso muerto estimado del buque del proyecto 3500 T, se puede determinar la eslora entre perpendiculares mediante la siguiente expresión:

$$L_{PP} = 3{,}822\left(\sqrt[3]{DWT}\right)^3 - 189{,}45\left(\sqrt[3]{DWT}\right)^2 + 3133{,}7\left(\sqrt[3]{DWT}\right) - 17219$$

$$L_{PP} = 64{,}43\,m$$

Vale aclarar que en la parte 3 de este proyecto se va a proceder a realizar la distribución de los espacios y el posterior cálculo de la distribución de los pesos de la embarción. Por lo tanto, es menester corroborar el valor del DWT estimado en primera instancia y la eslora que se obtiene en la anterior ecuación. Si la discrepancia resulta muy grande, hay que realizar otra vuelta en la espiral de diseño.

A partir del valor que se obtiene para la eslora entre perpendiculares se determina el número de Froude, ya que la velocidad del buque está indicada en las especificaciones del proyecto.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g * L_{pp}}} = \frac{15 * 0{,}5144\frac{m}{s}}{\sqrt{9{,}81\frac{m}{s^2} * 64{,}43m}} = 0{,}307$$

3.2. Determinación de la manga (B)

Se puede conseguir una primera estimación de la manga con el valor medio de la relación eslora-manga $\left(\frac{L_{pp}}{B}\right)$ de la *Tabla 5*.

$$\frac{L_{pp}}{B} = 3{,}857$$

Reemplazando por la eslora entre perpendiculares que se obtiene en 3.1:

$$B = \frac{L_{pp}}{3{,}857} = \frac{64{,}43\,m}{3{,}857} = 16{,}71\,m$$

Se realiza a continuación una correlación entre la manga y el peso muerto [1], B = g(DWT).

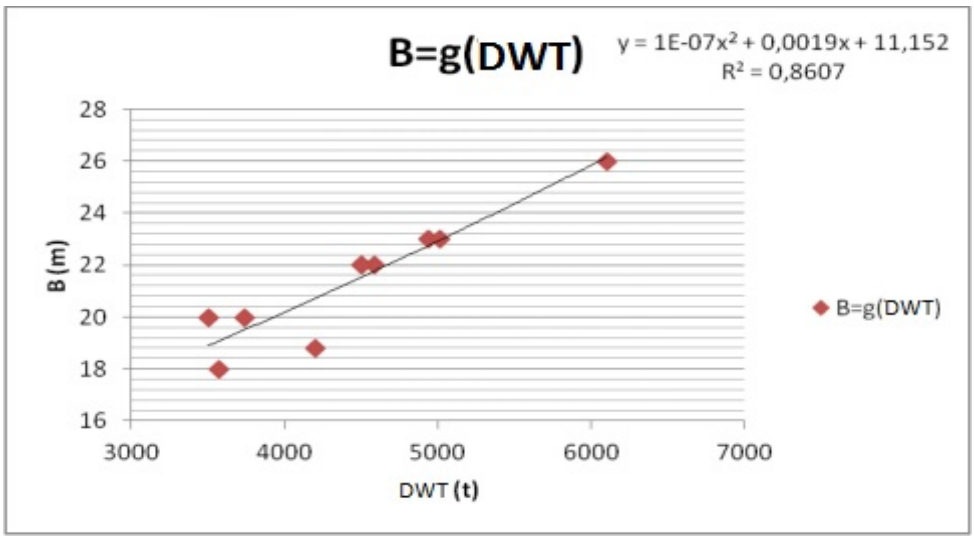


Gráfico 2: $B = g\,(DWT)$

En la ecuación del *Gráfico 2* se introduce el valor del DWT utilizado en la sección 3.1 para calcular la L_{pp} y se determina la manga:

$$B = 10^{-7} DWT^2 + 0{,}0019 * DWT + 11{,}152 = 19{,}02\,m$$

El valor difiere del obtenido con el valor medio de la relación eslora-manga $\left(\frac{L_{pp}}{B}\right)$. Por lo tanto, la manga queda comprendida por el rango de valores:

$$16{,}71\,m < B < 19{,}02\,m$$

3.3. Determinación del puntal (D)

Al igual que en 3.2, se realiza una primera estimación del puntal con el valor medio de la relación eslora-puntal $\left(\frac{L_{pp}}{D}\right)$ de la *Tabla 5.*

$$\frac{L_{pp}}{D} = 8{,}471$$

Reemplazando por la eslora entre perpendiculares que se obtiene en 3.1:

$$D = \frac{L_{pp}}{8{,}471} = \frac{64{,}43}{8{,}471} = 7{,}605\,m$$

Otra forma de estimarlo puede ser utilizando el valor medio de la relación manga-puntal $\left(\frac{B}{D}\right)$ de la *Tabla 5.*

$$\frac{B}{D} = 2{,}196$$

Reemplazando con los valores de manga que se obtienen en 3.2:

$$D = \frac{B}{2{,}196} = \left\{ \begin{array}{c} \frac{16{,}71}{2{,}196} \\ \frac{19{,}02}{2{,}196} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{c} D = 7{,}609\,m \\ D = 8{,}66\,m \end{array} \right\}$$

Se adoptan los resultados que se obtienen meditante los valores medios de las relaciones adimensionales, $\left(\frac{L_{pp}}{D}\right)$ y $\left(\frac{B}{D}\right)$. Por lo tanto, el puntal queda comprendido por el rango de valores:

$$7{,}60\,m < D < 8{,}66\,m$$

3.4. Coeficientes adimensionales de la carena

3.4.1. Coeficiente de bloque (CB)

El coeficiente de bloque, CB, es fundamental para representar las formas del buque. Tiene una incidencia directa sobre la resistencia al avance y la capacidad del carga del buque.
Para estimar el valor del coeficiente de bloque, se utilizan expresiones publicadas que, en función de la velocidad y la eslora o de otra dimensión principal del buque, determinan un valor adecuado de CB.
En [1] se encuentra la siguiente estimación:

- Fórmula de Townsin:

$$CB = 0{,}7 + 0{,}125 tan^{-1}(25 * (0{,}23 * Fr))$$

$$CB = 0{,}83$$

Y en [2] se encuentran las siguientes dos estimaciones:

- Fórmula de Azpiroz:

$$CB = 1{,}03 - 0{,}193 \frac{V}{\sqrt{L_{pp}}}$$

$$CB = 0{,}67$$

- Fórmula de Meredith:

$$CB = 1{,}135 - 0{,}276 \frac{V}{\sqrt{L_{pp}}}$$

$$CB = 0{,}62$$

Y el valor del coeficiente de bloque dado por [3] para este tipo de embarcaciones es de 0.66.
Por lo tanto, el valor del CB queda inicialmente comprendido por el siguiente rango de valores:

$$0{,}62 < CB < 0{,}83$$

3.4.2. Coeficiente de la sección media (CM)

El coeficiente de sección media, CM, influye por sobre todo en la resistencia al avance del barco. La influencia principal en ésta es en la curva de áreas, ya que pueden formarse unos hombros demasiado agudos que terminan derivando en la separación del flujo de agua más cerca de la sección media a popa y un sistema de olas secundario a proa de la sección media. Lo que da como resultado un aumento de la resistencia al avance y por ende en la selección de motores más grandes para alcanzar la velocidad de 15 nudos dadas en las especificaciones del diseño.

$$CM = \frac{A_M}{B * T}$$

Siendo:

- A_M : el área sumergida de la sección media
- B : la manga ($16{,}71\,m < B < 19{,}02\,m$)
- T : el calado

El valor de dicho coeficiente dado por [3] para este tipo de embarcaciones es de 0.906.
En [1] se encuentra la siguiente estimación, la cual se está relacionada con el coeficiente de bloque:

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - CB)^{3{,}5}}$$

El valor que se obtiene para el CM queda comprendido por el siguiente rango de valores:

$$0{,}906 < CM < 0{,}99$$

3.4.3. Coeficiente de la flotación (C_f)

Se expresa como:

$$C_f = \frac{A_{Flot}}{L_{pp} * B}$$

Donde:

- A_{Flot} : Área en la línea de flotación.
- B : Manga ($16{,}71\,m < B < 19{,}02\,m$)
- L_{pp} : Eslora entre perpendiculares ($L_{pp} = 64{,}43\,m$)

El coeficiente de flotación guarda una relación directa con las formas del buque y el coeficiente de bloque. A mayor CB (formas llenas), el coeficiente de flotación es alto. Caso contrario cuando el buque tiene un CB bajo (formas finas), el coeficiente de flotación también es bajo.
En [1] se encuentra la siguiente estimación:

$$C_f = 0{,}45 * CB + 0{,}56$$

El valor que se obtiene para el C_f queda comprendido por el siguiente rango de valores:

$$0{,}83 < C_f < 0{,}93$$

3.4.4. Coeficiente prismático (CP)

El coeficiente prismático, CP, puede determinarse a partir del coeficiente de bloque, CB, y el coeficiente de sección media, CM, de la siguiente forma:

$$CP = \frac{CB}{CM}$$

Donde:

- $0{,}62 < CB < 0{,}83$
- $0{,}906 < CM < 0{,}99$

El valor que se obtiene para el CP queda comprendido por el siguiente rango de valores:

$$0{,}63 < CP < 0{,}83$$

En la *Tabla 6* se resumen todos los coeficientes que se obtienen en 3.4.

CB	CM	CP	C_f
0,66 (Azpiroz)	0,98	0,68	0,86
0,613 (Meredith)	0,96	0,63	0,83
0,83 (Townsin)	0,99	0,83	0,93

Tabla 6: Coeficientes adimensionales de carena

3.5. Determinación de la posición longitudinal del centro de carena, XB

XB nos proporciona la posición del centro de gravedad longitudinal del volumen de carena. Debe determinarse en base a consideraciones hidrodinámicas y de calados en las distintas condiciones de carga. Teóricamente existe un valor óptimo de XB, que se debería tratar de adoptar, intentando que la posición longitudinal del centro de gravedad del buque coincida con este XB [4].

En [1] se indica una fórmula publicada por L. Troost sobre la posición adecuada de XB para que la resistencia al avance sea mínima:

$$XB = 17{,}5 * CP - 12{,}5$$

En esta fórmula XB es la abscisa del centro de carena en porcentaje de la eslora entre perpendiculares, respecto a la sección media, con valores positivos a proa de la misma.

El valor que se obtiene para el XB puede estar entre los siguientes valores:

$$XB\,(CP = 0{,}68) = -0{,}543\,;\ XB\,(CP = 0{,}63) = -1{,}376\,;\ XB\,(CP = 0{,}83) = 2{,}08$$

En los primeros 2 casos, la posición longitudinal del centro de carena está a popa de la sección maestra. Mientras que para el tercer caso, está a proa de ésta.

3.6. Estimación del desplazamiento, $\triangle$, y peso en rosca, P_{rosca}

Para poder estimar el calado, T, se debe hacer antes una estimación del desplazamiento. El desplazamiento del buque se compone de dos partes, el peso en rosca y el peso muerto.

$$\triangle = P_{rosca} + DWT$$

El peso en rosca está integrado por la suma de todos los pesos del buque listo para navegar, excluyendo: carga, pasaje, tripulación y efectos. El resto es el peso muerto, es decir, el peso que un buque puede transportar.

3.6.1. Estimación del peso en rosca, P_{rosca}

De [1] se utiliza el método de Watson y Gilfillan, que hace la siguiente discriminación de pesos:

- Estructura de acero (WST)
- Equipo y habilitación (WOA)
- Maquinaria (WRP)

Donde:

- WST = 835.23 Tons
- WOA = 373.46 Tons
- WRP = 247.01 Tons

Por lo tanto:

$$P_{rosca} = WST + WOA + WRP = 825{,}23 + 373{,}46 + 247{,}01 = 1455{,}7\,Tons$$

Se vuelve en detalle sobre este método en la Parte 3 del proyecto.

3.6.2. Estimación del desplazamiento, $\triangle$

Como el DWT ya fue estimado previamente, el desplazamiento se calcula a partir de la suma del peso muerto y el peso en rosca.

$$\triangle = P_{rosca} + DWT = 1455{,}7\,Tons + 3500\,Tons = 4955{,}7\,Tons$$

3.7. Estimación del calado (T)

Se calcula el calado, T, en función del desplazamiento, $\triangle$, la eslora entre perpendiculares, L_{pp}, la manga, B, y el coeficiente de bloque, CB.

$$CB = \frac{\triangle}{L_{pp} * B * T * 1{,}025}$$

Como la manga estimada queda comprendida entre un rango de valores, se toma un valor medio de la misma. ($16{,}71\,m < B < 19{,}02\,m$)

$$T = \frac{\triangle}{L_{pp} * B * CB * 1{,}025}$$

Donde:

- $L_{pp} = 64{,}43\,m$
- $B = 17{,}87\,m$

En la *Tabla 7* se compilan todos los calados que se obtienen para los diferentes coeficientes de bloque, CB.

CB	T [m]
0,66 (Azpiroz)	6,27
0,613 (Meredith)	6,84
0,83 (Townsin)	5,05

Tabla 7: Estimaciones del calado

La relación entre el calado de diseño y la eslora de los buques de la base de datos varía mucho de unos a otros. Esto se debe a los equipos instalados en cada uno de ellos y a que sus características se diseñan para un determinado propósito. Por lo tanto, no se puede estimar mediante correlaciones el valor del calado.

Se deben tener en cuenta los problemas que pueden presentarse en las siguientes etapas del proyecto:

- El límite superior del calado está impuesto por el francobordo mínimo.
- El límite inferior del calado queda impuesto por razones estructurales.

4. Selección de la alternativa óptima

Una vez estimadas la configuración, las dimensiones y los coeficientes de forma se evaluan las distintas combinaciones posibles para poder seleccionar aquella que se considere la alternativa óptima.

Se analizan cada una de las dimensiones calculadas en la sección 3 y se explican los criterios para hacer su elección final.

4.1. Eslora entre perpendiculares,L_{pp}, y el número de Froude, Fr

Se adopta el valor de la correlación $L_{pp} = f\left(\sqrt[3]{DWT}\right)$realizada en 3.1. ya que el coeficiente de correlación tiene un valor bien cercano a uno, lo que avala la presición de la misma.

$$L_{pp} = 65\,m \;\; ; Fr = 0{,}3055$$

4.2. Manga, B

La consideración más importante que hay que tener en cuenta es la estabilidad transversal. Ya que el hecho de llevar grandes cargas sobre cubierta eleva el centro de gravedad, lo que hace disminuir la altura metacéntrica. Se elige como valor 16.8 m ya que cae dentro del rango calculado en el apartado 3.2 y además coincide con el valor de manga de los buques base.

$$B = 16{,}8\,m$$

4.3. Puntal, D

Para elegir un puntal adecuado se suele cuidar el cumplimiento de los criterios de estabilidad, que haya suficiente espacio para la cámara de máquinas y que satisfaga el francobordo mínimo.

Se adopta como valor el que se obtiene en 3.3. a partir de las relaciones adimensionales eslora-puntal y manga-puntal.

$$D = 7{,}6\,m$$

4.4. Coeficientes adimensionales de carena

Si bien se obtienen a través de aproximaciones en el apartado 3, por medio del programa Foran [5] en el módulo fsurf, se realiza la transformación de carena de un buque base. Sin embargo, para introducir en el programa un coeficiente de bloque inicial se tuvo en cuenta el valor obtenido en el apartado 3 por la fórmula de Azpiroz.

Se hace enfásis en el coeficiente de bloque, ya que es el más importante de los calculados, ya que guarda una relación directa con las características hidrodinámicas del buque pero también con la capacidad de carga del mismo.

Luego de sucesivas transformaciones de carena del buque base, se adopta como coeficiente de bloque óptimo:

$$CB = 0{,}71$$

Si bien es alto para este tipo de embarcaciones, se tuvo que implementar una solución de compromiso sacrificando virtudes hidrodinámicas con el fin de aumentar la capacidad de carga del buque.

Con la misma transformación de carena quedan definidos los restantes coeficientes adimensionales. Vale destacar que los coeficientes calculados a través de las correlaciones empíricas que se resumen en la *Tabla 6,* sirven de base para comenzar con el proceso iterativo en el programa Foran.

$$CM = 0{,}99\,;\; CP = 0{,}71\,;\; C_f = 0{,}91$$

4.5. Posición longitudinal del centro de carena, XB

Si bien se hace una estimación para este en el apartado 3.5, la misma no se tiene en cuenta. Ya que se calcula a partir del CP estimado en 3.4.4.

Por lo tanto, su valor también queda determinado, a partir de la transformación de carena en el programa foran, utilizando el módulo fsurf.

$$CP = 0{,}914\,m \ (a\,popa\,de\,la\,sección\,media)$$

4.6. Desplazamiento, $\triangle$

Se puede calcular ahora una nueva estimación del desplazamiento a partir de la transformación de carena realizada en el fsurf. Siendo éste entonces:

$$\triangle = 5185\,Tons$$

Se considera que el peso del acero esta bien calculado por el método de Watson para una primera vuelta en la espiral de proyecto [1]. Vale aclarar que este cálculo, como el del peso en rosca, es una mera aproximación, por lo cual debe tener un margén sobre el cual ajustar a medida que se desarrolla la ingeniería. En la parte 4 (PME-PB-011-000) de este proyecto se vuelve sobre éste tema y se amplía en detalle el cálculo de los pesos correspondientes al DWT.

4.7. Calado, T

A partir de:

$$CB = \frac{\triangle}{L * B * T * 1{,}025}$$

Quedando entonces:

$$T = 6{,}40\,m$$

5. Viabilidad técnica de la alternativa seleccionada

5.1. Verificación de las relaciones adimensionales

Una vez seleccionadas las dimensiones finales del buque proyecto, lo primero que hay que hacer es ver que éstas cumplen con las relaciones adimensionales. En la Tabla 8 se muestran los siguientes valores para el buque de proyecto:

L_{pp}/B	B/D	B/T	L_{pp}/D	T/D
3,869	2,211	2,646	8,553	0,836

Tabla 8: Relaciones adimensionales del buque del proyecto

El rango de variaciones de las relaciones adimensionales en la base de datos final puede verse en *Tabla 9.*

Rango	L_{pp}/B	B/D	B/T	L_{pp}/D	T/D
Mínimo	3,750	2,150	2,650	8,280	0,803
Máximo	3,938	2,22	2,754	8,75	0,833

Tabla 9: Rango de variaciones de las relaciones adimensionales de los buques base

Los valores normales de las relaciones adimensionales [1], que se muestran en la *Tabla 3,* en el apartado 2.2. Ponen de manifiesto que tanto los valores de la *Tabla 8* como de la *Tabla 9,* se encuentran dentro de los márgenes mínimos y máximos. En consecuencia, se puede afirmar que las dimensiones que se adoptan en la sección 4, se corresponden con las necesidades del proyecto.

5.2. Verificación del francobordo

El cálculo detallado del francobordo se realiza en la Parte 4 del proyecto, Cálculos de Arquitectura Naval, con las correspondientes correcciones por eslora, coeficiente de bloque, puntal, arrufo, etc. Ahora se realiza una estimación para comprobar que se cumple lo indicado en el Convenio Internacional de Líneas de Máxima Carga de 1966 [6].

Se denomina francobordo a la distancia desde la cubierta completa más elevada, que posee medios de cierre estancos para todas las aberturas expuestas a la intemperie (cubierta de francobordo), hasta una línea de flotación, denominada de "máxima carga", y hasta la cual permiten cargar las reglamentaciones internacionales.

En primera aproximación puede estimarse para buques de suministro a plataformas petrolíferas, según [1], que el francobordo esté generalmente entre los valores 1,2 m y 1,6 m. Se comprueba que el francobordo no está por debajo de dicho intervalo a partir de la diferencia entre el puntal, D, y el calado, T.

$$FB = D - T = 7{,}6 - 6{,}40 = 1{,}20\,m$$

Con dicho valor se considera que cae dentro del rango de valores impuesto como estimación inicial.

6. Resumen de los resultados

El resultado de los cálculos hechos para la estimación de las dimensiones y de los coeficientes de forma para el buque del proyecto se resumen en la *Tabla 10*.

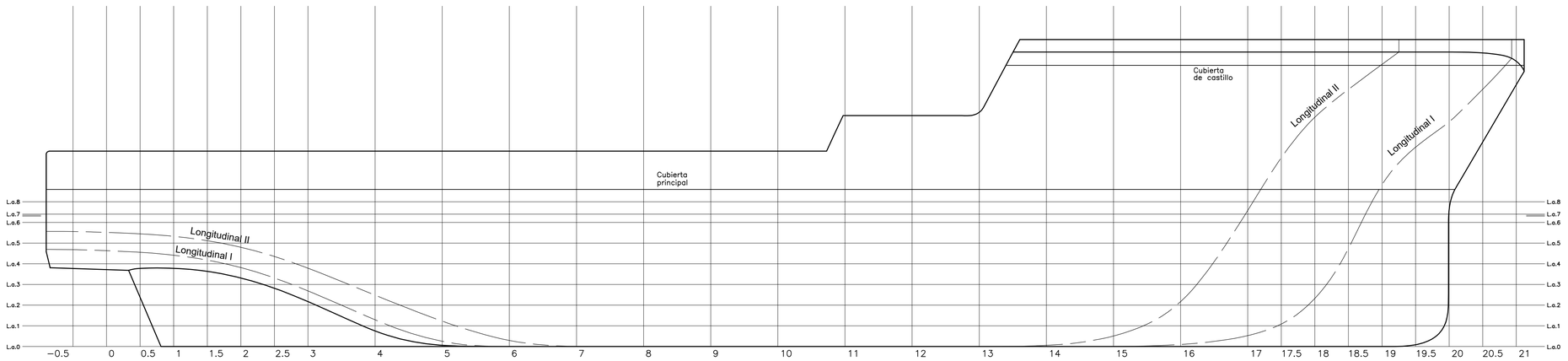
DIMENSIONES PRINCIPALES	
Eslora total (L_{OA}) [m]	75
Eslora entre perpendiculares (L_{PP}) [m]	65
Manga (B) [m]	16,8
Puntal (D) [m]	7,6
Calado (T) [m]	6,4
Velocidad (V) [knots]	15
Acomodación	25
Desplazamiento (Δ) [Tons]	5185
Coeficiente de bloque (CB)	0,71
Coeficiente de sección media (CM)	0,99
Coeficiente prismático (CP)	0,71
Coeficiente de flotación (C_f)	0,91
Posición longitudinal del centro de carena (XB) [m]	0,914
Número de Froude (Fr)	0,305

Tabla 10: Resumen del dimensionamiento del buque

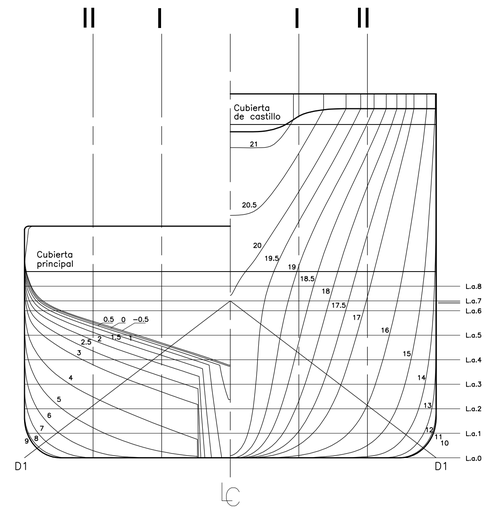
7. Bibliografía

- [1], [2] Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante*. España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- [3] Lewis, E. (1988). *Pinciples of naval architecture, Vol II*. E.E.U.U., Jersey City. The Society of Naval Architects and Marine Engineers (S.N.A.M.E.).
- [4] Lewis, E. (1988). *Pinciples of naval architecture, Vol I*. E.E.U.U., Jersey City. The Society of Naval Architects and Marine Engineers (S.N.A.M.E.).
- [5] Foran. (2008). General Design Subsystem, Fsurf Module.

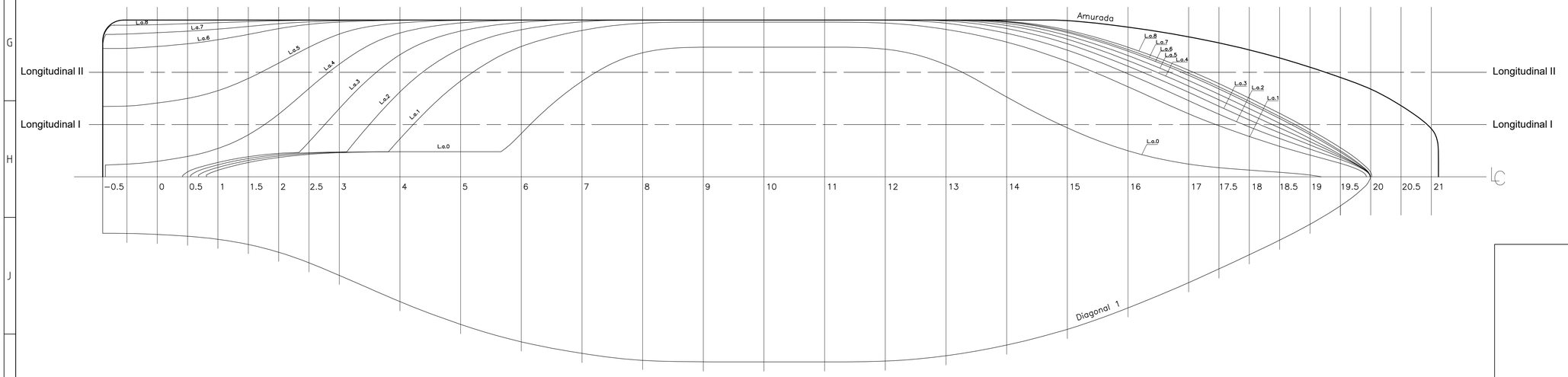
PERFIL LONGITUDINAL



SECCIONES TRANSVERSALES



LÍNEAS DE AGUA



Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS
Nº DE TRIPULANTES	:	25
POTENCIA INSTALADA	:	8000 KW
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	:	ABS
TIRO A LA BITA	:	90 TONS

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo		
FECHA: 17/11/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:125	PME-PB-010-002	A1

ITBA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

PLANO DE LÍNEAS BUQUE "AMANDA"

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
0	CORR. SEGÚN COMM NF1	17/11/16	PME	NF1
B	CORR. SEGÚN COMM NF1	18/04/16	PME	NF1
A	INICIAL	15/03/16	PME	NF1

MODIFICACIONES

Parte III

Disposición general. Capacidades de tanques.

Revisión B
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Análisis previo **3**

3. Disposición general **4**

3.1. Espaciado de cuadernas, bulárcamas, mamparos y puntales 4

3.1.1. Cuadernas 4

3.1.2. Bulárcamas 5

3.1.3. Mamparos 5

3.1.4. Puntales 6

3.2. Disposición de doble fondo, elementos longitudinales y cubiertas 6

3.2.1. Doble fondo 6

3.2.2. Elementos longitudinales 7

3.2.3. Cubiertas 7

3.3. Zona de carga y zona de trabajo 8

3.4. Zona de sala de máquinas. Alturas de doble fondo y plataformas. 8

3.5. Habilitación. Tripulación mínima. 8

3.6. Zonas de amarre y fondeo. Local del servo 9

4. Disposición de tanques **10**

5. Capacidades de tanques **11**

5.1. Sistema de combustible 11

5.1.1. Cálculo del tanque de servicio diarios 12

5.1.2. Cálculo del tanque de sedimentación 12

5.1.3. Cálculo de la bomba de trasiego 12

5.1.4. Cálculo del tanque de reboses 13

5.1.5. Cálculo de combustible para los generadores, MDO 13

5.1.6. Cálculo del tanque de MDO de servicio diario 13

5.2. Sistema de aceite 14

5.2.1. Cálculo del tanque almacén de aceite de motores 14

5.2.2. Cálculo del tanque de aceite de los generadores 14

5.2.3. Cálculo del aceite de cilindros 14

5.2.4. Cálculo del tanque de servicio diario de aceite 15

5.3. Sistema de sentinas y sistema de lodos 15

5.3.1. Cálculo del tanque de sentinas 15

5.3.2. Cálculo del tanque de lodos 15

5.3.3. Cálculo del tanque de aceite sucio 16

5.3.4. Cálculo del tanque de aguas grises 16

5.3.5. Cálculo del tanque de aguas negras 16

6. Plano de disposición general **16**

7. Bibliografía **17**

1. Introducción

El objetivo de esta parte pasa por el análisis de la configuración de espacios del buque, con el objetivo final de definir de forma integrada la disposición general del mismo. Para ello se debe tener en cuenta la reglamentación de la Sociedad de Clasificación ABS y los Convenios SOLAS y MARPOL, además de los requisitos de las especificaciones del proyecto y los parámetros definidos en el documento PME-PB-010-003:

- **REGLAMENTOS Y SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN:** American Bureau of Shipping (ABS), SOLAS, MARPOL.
- **ESLORA MÁXIMA:** 75 m.
- **PESO MUERTO:** 3688 TPM.
- **VELOCIDAD:** 15 nudos al 90 % MCR.
- **SISTEMA DE PROPULSIÓN:** 2 motores Diésel 4 tiempos.
- **REQUISITOS ADICIONALES:** Área de operación, Río de la Plata, Río Paraná, Atlántico Sur, paso por canales de Panamá y Suez. Capacidad de remolque, 90 TBP, recupero de hidrocarburos, FiFi, acomodación para 25 personas, 20 tripulantes y 5 pasajeros.
- **REQUISITOS DE CARGA MÍNIMOS:** Lodos y salmuera 310 m^3dispuestos en 6 tanques, dos de los cuales son para salmuera; cemento 200 m^3; agua potable 350 m^3; MDO 600 m^3; agua para perforación 385 m^3que puede formar parte del sistema de lastre y capacidad de transporte de carga sobre cubierta 450 m^3.

Se debe tratar de conseguir también una configuración que cumpla con los requisitos de estabilidad, distribución de pesos y resistencia estructural.

Las partes que se consideran en la disposición general son:

- Espaciado de cuadernas, bulárcamas, mamparos y puntales.
- Disposición de mamparos, cubiertas y doble fondo.
- Zona de carga o de trabajo.
- Zona de sala de máquinas. Alturas de doble fondo y plataformas.
- Disposición de tanques y espacios de carga.
- Habilitación.
- Zonas de amarre y fondeo. Local del servo-motor.

  Además se fija la clara entre cuadernas que se va a adoptar.

2. Análisis previo

El buque del proyecto se encuadra dentro de los buques de apoyo a plataformas destinados a llevar a cabo tareas de remolque de las plataformas de perforación u otros artefactos flotantes y transporte de suministros y personal. Las cualidades que requieren este tipo de buques imponen los parámetros del diseño de los mismos, puesto que la disposición general va a estar vinculada al servicio al que se destina el buque.

Se destancan las siguientes características que se deben considerar:

- Es necesaria una cubierta de trabajo amplia y despejada a popa del barco que sirve para la estiba de la carga: contenedores, cadenas, tubos, etc., con lo cual toda la superestructura va situada a proa. Dicha cubierta debe estar convenientemente reforzada y protegida para soportar pesos elevados y evitar daños estructurales. En las especificaciones de diseño se requiere una área libre mínima en cubierta de 450 m^2 y que pueda trabajar con una carga de 7 ton/m^2.
- La necesidad de disponer de capacidad de tiro a punto fijo requiere la instalación, en la línea central del buque, de un guinche de remolque.
- El puente de gobierno tiene total visibilidad, 360º, para permitir un control continuo de todo el entorno durante la operación del buque, tanto para la navegación como para los trabajos en cubierta.
- Se requiere una acomodación para 20 tripulantes y 5 pasajeros, lo que condiciona los espacios necesarios para los alojamientos. La habilitación va a estar situada sobre la cubierta principal, por encima de la sala de máquinas.
- Las superficies de los mamparos transversales son planas, al igual que las superficies de las cubiertas, puesto que se decide precindir del arrufo por su coste constructivo y además para no complicar los trabajos en cubierta.
- La mayoría de los espacios y tanques de carga se destinan al almacén y transporte del combustible, agua potable y no potable, lodo de perforación, salmuera, cemento pulverizado, así como productos químicos utilizados en el proceso de perforación.
- La sala de máquinas se sitúa en proa, ya que la zona de popa es muy fina y se requiere, por lo tanto, unbicarla en la zona más amplia, con espacio suficiente para albergar los motores principales, bombas y demás equipos.
- El sistema de propulsión es Diésel con 2 motores principales 4T semi-rápidos, los cuales se acoplan a una reductora antes de llegar a la hélice. Se entra en detalle sobre este tema en la parte 5 del proyecto.
- Según ABS, la notación de la clase aplicable al buque del proyecto es PSV, lo cual indica los requerimientos que esta Sociedad de Clasificación exige.

3. Disposición general

3.1. Espaciado de cuadernas, bulárcamas, mamparos y puntales

La estructura de este tipo de embarcaciones suele ser transversal en las zonas de popa y proa y longitudinal en la zona central [1]. Es decir, es de estructura mixta.

Para hacer el compartimentado del buque debe tenerse en cuenta, conjuntamente, la posición de las cuadernas con la de las bulárcamas y los mamparos. De esta forma se determinan las dimensiones de los tanques de carga y las posiciones de los equipos y la maquinaria, que deben coincidir con los refuerzos primarios para que la transmisión de esfuerzos y vibraciones sean adecuadas, sin poner en riesgo la estructura.

3.1.1. Cuadernas

La clara entre cuadernas tiene gran importancia en la disposición general por su influencia en los siguientes aspectos:

- El escantillonado de los elementos estructurales afecta al peso resultante de acero, lo cual concierne al coste de construcción, peso en rosca, capacidad de carga y estabilidad del buque.
- El compartimentado del buque se hace en base a la posición de las cuadernas y bulárcamas.
- Dimensiones de los tanques estructurales, ya que los mamparos de los tanques tienen que coincidir con los refuerzos primarios [2].
- La posición de los equipos y la maquinaria se proyecta de tal forma que la transmisión de esfuerzos a las cuadernas sea la adecuada [2].

Se define la separación entre cuadernas según los siguientes criterios:

- Se elige una clara entre cuadernas uniforme en toda la eslora con el fin de simplificar la construcción y el diseño del buque.
- Los valores más habituales para este tipo de buques son alrededor de 600- 650 mm.
- Se comienza por situar la cuaderna de constricción 0 en la perpendicular de popa, eje de la mecha del timón.
- El ABS en la parte 3 [3] establece que la clara de cuaderna se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$s = 2{,}08 * L + 438\,mm \qquad cuando\, L \leq 270\,m$$

$$s = 574\,mm$$

La clara entre cuadernas calculada es 574 mm y es el valor mínimo que esta puede tener. No obstante, se establece:

$$s = 650\,mm$$

3.1.2. Bulárcamas

La posición de los mamparos estancos y, por tanto, el compartimentado del buque, coincide, como se dijo antes, con la posición de las bulárcamas. Su espaciado entonces debe ser un número entero de veces el espaciado entre cuadernas.

Se elige una separación entre bulárcamas de 4 claras de cuadernas, es decir, una bulárcama cada tres cuadernas. Esto se mantiene constante a lo largo de toda la eslora del buque y está en el máximo que permite la Sociedad de Clasificación en los extremos del buque. Sin embargo, en las cuadernas 17, 58, 80 y 94 se colocan bulárcamas, dado que en dichas zonas se dispone de mamparos estancos.

Por lo tanto, el espaciado entre bulárcamas es de 2600 mm a no ser que se indique lo contrario. Para hacer esta definición se siguen los lineamientos dados por la sociedad de clasificación, ABS [3], donde se indica que el máximo recomendado es de 3 (tres) metros o 10 ft.

3.1.3. Mamparos

De acuerdo con el reglamento del ABS, en la Parte 3 [3], se especifica que para un buque de eslora entre 65 m y 85 m con la maquinaria situada en el centro, el número de mamparos debe ser de 4.

La distribución de estos mamparos estancos es un mamparo de colisión en el pique de proa, sendos mamparos a proa y popa de la sala de máquinas y un mamparo en el pique de popa. Su ubicación es la que se indica a continuación:

- Mamparo de pique de proa: Como se indica en los reglamentos del SOLAS, en el Capítulo II-I Regla 12 [4], y en el ABS [3]:

Se coloca un mamparo de colisión que es estanco hasta la cubierta de cierre. El mismo esta situado a una distancia de la perpendicular de proa no inferior a 0.05L o a 10 m, el que sea menor. Solo en casos especiales, dicha distancia no es superior a 0.08L o a 0.05L + 3 m, si esta segunda magnitud es mayor.

Distancia desde la perpendicular de proa mayor a 0.05L o 10 m.

$$0{,}05 * L = 0{,}05 * 75\,m = 3{,}75\,m$$

Y no puede ser superior a 0.08L o 0.05L + 3 m.

$$0{,}08 * L = 0{,}08 * 75\,m = 6\,m$$

$$0{,}05 * L + 3\,m = 0{,}05 * 75\,m + 3\,m = 6{,}75\,m$$

Por lo tanto, el mamparo de pique de proa debe ubicarse a una distancia de la perpendicular de proa a una distancia comprendida entre los valores 3750 mm y 6750 mm.

Para el proyecto se decide ubicar el mamparo de colisión en la cuaderna 94 a 3900 mm de la perpendicular de proa.

- Mamparos de sala de máquinas: Se localizan estos en las cuadernas 58 y 80 respectivamente, con lo que la longitud de la sala termina siendo de 14300 mm.

Entre los mamparos del pique de proa y el de proa de sala de máquinas, cuadernas 80 y 94, se sitúan los bow thrusters.

- Mamparo de pique de popa: Se ubica de manera tal que deje un espacio suficiente para el cuarto de timones. Para este proyecto se lo ubica en la cuaderna 17, que se sitúa a 11050 mm hacía proa desde la perpendicular de popa.

Por otra parte, entre el mamparo popel de sala de máquinas y el del pique de popa, cuadernas 58 y 17, se ubica la zona de carga. La misma cuenta con una eslora de 26650 mm.

3.1.4. Puntales

La posición de los puntales del buque del proyecto es diferente según la zona del buque que se analice. La separación mayoritaria que se elige para estos elementos es dos claras de bulárcamas, es decir, 6500 mm.

3.2. Disposición de doble fondo, elementos longitudinales y cubiertas

En este punto se analiza la disposición del doble fondo, los longitudinales y las distintas cubiertas del buque del proyecto.

Los refuerzos longitudinales también condicionan la disposición de tanques y de otros elementos del buque. El escantillonado de los longitudinales debe cumplir las prescripciones establecidas en las normativas dadas por el ABS para cumplir con la resistencia estructural mínima exigida al buque.

3.2.1. Doble fondo

La elección de la altura del doble fondo se calcula conforme a los mínimos exigidos por la normativa, tanto el Convenio SOLAS [4], como el ABS [3]. Los requisitos de estas normativas son:

- Condiciones de SOLAS:

El techo del doble fondo se prolonga hasta los costados del buque de manera tal que proteja los fondos hasta la curvatura del pantoque.

$$760\,mm \leq h = 1000 * \frac{B}{20}(mm) \leq 2000\,mm$$

$$h = 840\,mm$$

- Condiciones del ABS:

$$760\,mm \leq h = \frac{B}{20}(mm) \leq 2000\,mm$$

$$h = 840\,mm$$

Por lo tanto, el valor mínimo que debe tener el doble fondo debe ser de 840 mm. No obstante, el valor que se adopta para aumentar la capacidad de carga de los tanques del doble fondo es de:

$$d_{DB} = 1150\,mm$$

Los requerimientos de la altura de la quilla dados por la Sociedad de clasificación, ABS, se verifican en la parte 7 del presente informe, Cálculo del módulo resistente de la sección media. Documento PME-PB-100-007.

3.2.2. Elementos longitudinales

Los elementos longitudinales que conforman la estructura del buque del proyecto son parte de los refuerzos primarios o de los refuerzos secundarios de dicha estructura.

El análisis del diseño de la estructura se realiza en la parte 7, Cálculo del módulo resistente de la sección media, documento PME-PB-100-007.

Se elige una clara entre longitudinales de 650 mm y, por lo tanto, se consideran múltiplos de esta distancia para posicionar el resto de refuerzos estructurales.

En el doble fondo del buque se sitúan las vagras del doble fondo y la quilla. Se dispone de una quilla plana en crujía y dos vagras a cada banda del buque.

Se dispone de esloras en crujía, en la cubierta principal, con la finalidad de contribuir a la resistencia longitudinal y de transmitir cargas a los baos, que a su vez, las distribuyan al resto de los elementos estructurales.

3.2.3. Cubiertas

La distribución de las cubiertas es un aspecto importante a considerar a la hora de diseñar la disposición general del buque. Se debe procurar una distribución relativamente homogénea de alturas a partir de la primera plataforma, la cual siempre tiene un puntal más alto sobre el doble fondo que el que se deja entre las restantes plataformas.

En la zona de máquinas y el local del servomotor debe considerarse una altura mínima libre de 3500 mm.

La altura total de la zona de alojamientos, sobre la que se sitúa el puente de gobierno, viene impuesta por la visibilidad desde éste. Las cubiertas interiores de superestructura, tienen en cuenta factores ergonométricos y de disposición de servicios, para obtener alturas de libre paso de 2100 mm como mínimo. La altura de cada cubierta sobre la inmediata inferior es no menor de 2400 mm, aunque siempre que no existan limitaciones de otro tipo debe estar entre 2800 mm y 3000 mm.

El puntal de la cubierta castillo tiene que satisfacer un requerimiento del reglamento de Líneas de Carga, que establece una altura mínima en la perpendicular de proa, sobre el calado máximo, a efectos de limitar los embarques de agua, lo que condiciona la altura de la cubierta castillo. Esto se explica en la parte 4, Cálculos de Arquitectura Naval, documento PME-PB-010-009.

Dicho esto, la distribución de las cubiertas del buque de proyecto quedan del siguiente modo:

- Doble fondo, 1155 mm. Sobre esta cubierta se sitúa la sala de máquinas, el espacio para los propulsores transversales (bow y stern thrusters) y la zona de carga.
- 2° Cubierta, 5000 mm. Está situada a una altura de 3850 mm del doble fondo, entre las cuadernas -2 y 80. Se ubica en sala de máquinas, fuera del espacio de cargas. Sobre esta cubierta se encuentra la cabina de control de máquinas.
- 1° Cubierta, 7600 mm. El cubierta principal del buque. Se divide en una zona de trabajo, a popa de la superestructura en la cubierta de intemperie, con un área amplia y despejada con los equipos y servicios necesarios para el remolque y otras cargas; y en una zona de habilitación a proa, donde se encuentran los vestuarios para el personal del buque, el hospital, un local para lavandería y 2 camarotes, uno para 4 tripulantes y otro para 2 tripulantes.
- Cubierta - A, 10600 mm. A popa de esta cubierta se encuentran equipos para el manejo de la carga. Mientras que a proa se encuentra una zona de habilitación con 3 camarotes capaces de albergar 12 tripulantes, comedor, cocina y despensas frigoríficas y secas.
- Cubierta - B, 13600 mm. A popa de esta cubierta se encuentra el bote de rescate, mientras que a proa se disponen los camarotes de los oficiales, capitán y jefe de máquinas. Siendo 7 camarotes en total. También se sitúan los equipos necesarios que forman el sistema de amarre y fondeo.
- Cubierta - Puente, 16600 mm. En esta cubierta se sitúan los paneles de navegación y los equipos e instrumentos de navegación y comunicaciones necesarios para el gobierno del buque del proyecto. Además, a popa del puente se sitúa el panel de control y monitorización de los equipos de remolque y otras cargas.
- Cubierta - Sobre puente (upper deck), 20000 mm. Sobre esta cubierta se sitúa el local del generador de emergencia y puerto y el local de la unidad de aire acondicionado del puente de gobierno, además de las luces de navegación y otros instrumentos de navegación.

- Plataforma radar, 22900 mm. En ella se sitúan los equipos de radar y comunicaciones. El final de los conductos de exhaustación de los motores principales del buque del proyecto se encuentran en esta cubierta.

3.3. Zona de carga y zona de trabajo

La disposición de la zona de carga es entre los mamparos estancos del pique de popa y de popa de sala de máquinas, en las cuadernas 17 y 58, y sobre el doble fondo del buque, hasta la 1ª Cubierta. En este espacio se sitúan los tanques de carga y la zona de bombas y compresores de carga y descarga. Todos los tanques del buque del proyecto deben disponerse cumpliendo con la reglamentación del Convenio MARPOL.

La zona de trabajo del buque proyecto es la cubierta de intemperie, en la 1ª Cubierta, a popa de la superestructura. En esta cubierta se disponen los equipos necesarios para el remolque u otro tipo de operación. Además se instalan pequeños compartimentos que sirven como talleres y almacenes, necesarios para operar con las plataformas offshore.

3.4. Zona de sala de máquinas. Alturas de doble fondo y plataformas.

La sala de máquinas está situada entre los mamparos estancos de proa y popa de sala de máquinas, entre las cuadernas 58 y 80. En sentido vertical, el doble fondo limita este espacio por la parte inferior, mientras que la 1ª Cubierta, limita la sala de máquinas por la parte superior. La 2ª Cubierta proporciona una plataforma intermedia entre el techo y el fondo de la sala de máquinas.

El diseño del espacio de sala de máquinas se hace conforme al espacio requerido para albergar toda la maquinaria necesaria, especialmente los grupos generadores y motores principales. Estos 2 motores Diésel 4T se sitúan sobre el doble fondo de la sala de máquinas de forma simétrica, 1 a babor y 1 a estribor. Debe existir una distancia mínima entre los motores principales, con el fin de proporcionar un espacio suficiente entre ellos para su mantenimiento y operación. El guardacalor se sitúa en crujía, a popa de la cuaderna 80.

La cabina de control está situada sobre la 2ª Cubierta, a popa del guardacalor. En ella se dispone un sistema de control y monitorización que posibilita el funcionamiento desatendido de la cámara de máquinas.

En la 2ª Cubierta se dispone de un taller para poder realizar las labores de mantenimiento de los equipos y servicios que incluye la sala de máquinas.

La mayoría de los equipos se instalan sobre el doble fondo y, por el contrario, la plataforma de la 2ª Cubierta queda más vacía. Las bombas de agua salada (de lastre, de refrigeración, de circulación, de sentinas, etc.) se sitúan cerca de las tomas de mar, para hacer el colector lo más corto posible.

En la parte 5, Cálculo de la potencia propulsora. Selección de motor propulsor, se dimensionan los equipos requeridos para la operación del buque del proyecto.

3.5. Habilitación. Tripulación mínima.

La zona de habilitación se dispone en la superestructura de proa del buque, por encima de la cubierta principal, es decir la 1ª cubierta. Es requisito de las especificaciones del proyecto hacer un diseño con una acomodación para 25 personas, incluyendo 5 pasajeros.

Los alojamientos vienen definidos por su volumen, que depende por una parte del número de personas y por otra parte el estándar o grado de confort aplicable en el buque, que se suele medir por los metros cuadrados por tripulante y el tipo de los camarotes y de los aseos, individuales, dobles, etc. Los mínimos están fijados por reglamentos nacionales e internacionales, que siguen los requisitos de los distintos convenios internacionales de trabajo de la Oraganización Internacional del Trabajo, la ley nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (19.587) y el decreto 4.160/73.

El comedor se sitúa en la 1ª cubierta; por encima se disponen los camarotes de los oficiales, capitán y jefe de máquinas; en orden descendente se sitúan los camarotes del contra maestre, los de la tripulación de cubierta (marineros) y los de la de máquinas (engrasador, electricista, etc).

La cocina, la despensa seca y la despensa refrigerada se disponen teniendo presente que es necesario el traslado de pesos y volúmenes importantes entre ellas, y que la recepción de alimentos para ambas despensas debe ser lo más cómoda posible. La despensa refrigerada se divide en 2 cámaras con distintas temperaturas para la conservación de los distintos tipos de alimentos.

Los locales de navegación y puente de gobierno se sitúan en la parte de proa de la Cubierta Puente. En estos locales se disponen todos los paneles centrales de detección y de alarmas contraincendios y de seguridad. Los costados del puente de gobierno llegan hasta la manga máxima del buque y permiten circular de una banda a la otra del buque.

Para la acomodación de las 25 personas que requieren las especificaciones se han dispuesto un total de 12 camarotes. En la Tabla 1 se indica la distribución de los camarotes en las distintas cubiertas de la zona de habilitación:

ESQUEMA DE CAMAROTES	CAMAROTE INDIVIDUAL	CAMAROTE 2 PERSONAS	CAMAROTE 4 PERSONAS	TOTALES POR CUBIERTA
1° CUBIERTA	-	1	1	6 Personas
CUBIERTA - A	-	-	3	12 personas
CUBIERTA - B	7	-	-	7 Personas
TOTALES POR CAMAROTE	7 Personas	2 Personas	16 Personas	**25 Personas**

Tabla 1: Esquema de camarotes en la zona de habilitación

Y en la Tabla 2 se indica como está compuesta la tripulación:

RANGO	CANTIDAD
Capitán	1
1er Oficial de cubierta	1
2do Oficial de cubierta	1
3er Oficial de cubierta	1
Contra maestre	1
Jefe de máquinas	1
1er Oficial de máquinas	1
2do Oficial de máquinas	1
Marinero	4
Operador de grúa	3
Cocinero	1
Engrasador	2
Electricista	1
Personal sanitario	1
Personal de plataforma	5
Total	**25**

Tabla 2: Tripulación del buque

3.6. Zonas de amarre y fondeo. Local del servo

Los equipos principales de amarre y fondeo del buque se sitúan en la proa del mismo, sobre la cubierta B. Mientras que en popa, se encuentra el local de máquinas de timón (servomotor), sobre la 2° Cubierta, entre las cuadernas -2 y 4. Adicionalmente, se ubican dos capstan a cada banda en la zona de popa, sobre la cubierta principal, como complemento al sistema de amarre.

En la parte 6, Cálculo y dimensionamiento de la pala de timón y máquina de gobierno, (documento PME-PB-200-002) se detalla el dimensionamiento de la pala de timón y la selección de los servomotores.

4. Disposición de tanques

Todos los tanques del buque se han dispuesto de forma simétrica, con el fin de asegurar un centro de gravedad dentro del plano de crujía. Caso contrario, el buque podría presentar una escora permanente. El análisis para las diferentes situaciones de carga se realiza en la parte 4, Cálculos de Arquitectura naval (documento PME-PB-010-008).

Los diferentes tanques que se instalan en el buque son:

- Tanques de lastre o de agua de perforación: Se disponen en los costados del buque y en la zona de popa del mismo. Tienen como fin mantener al buque en una posición de equilibrio además de proteger la integridad del mismo. Por otra parte, también se utilizan para transportar agua de perforación hacia las plataformas offshore. Como requerimiento de proyecto debe transportar 385 m^3de agua de perforación.
- Cofferdams: Se instalan para separar los tanques que contengan agua dulce para el consumo humano de los tanques que contienen sustancias, como combustible o aceite. Se colocan 2 cofferdams por banda.
- Tanques de servicio: Tanques donde se ubican los distintos tipos de consumos del buque. Los principales son, tanques de almacén de combustible, HFO, tanques de MDO para los generadores, tanques de almacén de aceite lubricante, agua dulce y de servicios diarios. Los tanques sucios deben ir en el doble fondo de la sala de máquinas. Siendo estos, el tanque de sentinas, el tanque de aceite sucio, el tanque de lodos, tanque de aguas grises y tanque de aguas negras.
- Tanques de Combustible diésel, MDO: El combustible requerido por las plataformas para la generación de energía. Como requerimiento de proyecto debe transportar por lo menos 600 m^3de MDO.
- Tanques de liquid mud: Se disponen dos tanques por banda de 44.2 m^3 y 59 m^3, respectivamente.
- Tanques de cemento: Se disponen 4 tanques en crujía de 50 m^3 cada uno.
- Tanques de salmuera: Se dipone de un tanque por banda de 59 m^3.
- Tanques de agua dulce: Se almacena en los tanques de proa por debajo de la cubierta principal. Se elige esta ubicación para estar más cerca de la zona de habilitación y así reducir el largo de las tuberías. Se dispone de un tanque en crujía, por detrás del mamparo de colisión, de 134.8 m^3y tres más a cada banda, de 72.8 m^3, 15.5 m^3 y 18.3 m^3, respectivamente.

Esta información se presenta de manera detallada en el anexo 1 en el documento PME-PB-010-005.

Para la definición de los mamparos y cubiertas, se utiliza el módulo fsurf del programa Foran y para la definición y cálculos de los volumenes de carga se utiliza el módulo Volume, del mismo programa.

En el caso de los tanques de combustible, el convenio MARPOL [5] indica que en el caso de los buques cuya capacidad total de combustible líquido sea igual o superior a 600 m^3 pero inferior a 5000 m^3, los tanques de combustible líquido van a estar dimpuestos por dentro de la línea de trazado de las planchas del forro del costado, y en ningún caso a menos de la distancia w medida, como se muestra en la *Figura 1*, en cualquier sección transversal perpendicularmente al forro del costado.

$$w = 0{,}4 + 2{,}4 * \frac{C}{20000}$$

Siendo el valor mínimo de w, 1m y C el volumen total de combustible líquido. El mismo se cálcula en la parte 5, Cálculo de la potencia propulsora, pero se adelanta que el volumen total de HFO es de 681.1 m^3. Se le suma a esto, el volumen de MDO que se lleva como carga a la plataforma, que es de 648.1 m^3. Por lo tanto la distancia mínima entre los tanques de combustible y el costado del buque debe ser de:

$$w = 0{,}4 + 2{,}4 * \frac{1329{,}2}{20000} = 0{,}56\,m$$

Se termina adoptando w = 1 m, que es el valor mínimo que se puede adoptar.

5. Capacidades de tanques

5.1. Sistema de combustible

Los motores van a estar operando con combustible pesado, HFO. Para determinar la capacidad total de combustible que se va a utilizar, se debe fijar una autonomía para el buque. Como en las especificaciones del proyecto no se indica ninguna cantidad de días en particular, se fija la misma en 18 días, teniendo en consideración la autonomía en millas naúticas que se calcula a continuación.

$$Autonomía_{mN} = 15\,knots * 18\,días * 24\frac{h}{días} = 6480\,mN$$

En la *Figura 1* se grafica un posible recorrido que va desde la ciudad de Rosario hasta Tierra del Fuego. El mismo es de 4000 Km (2160 mN) y es una distancia que equivale a una tercera parte de la autonomía del buque.

Figura 1: Recorrido desde Rosario hasta Tierra del Fuego

A partir de esto, se calcula el volumen de los tanques de almacén de combustible, HFO, mediante la siguiente expresión:

$$V_{HFO} = \frac{MCR\,(90\,\%) * Consumo\,específico * Autonomía * 24}{\rho_{HFO}}$$

$$V_{HFO} = \frac{2 * 4000\,KW * 0{,}9 * 0{,}177\frac{Kg}{KW-h} * 18\,días * 24\frac{h}{días}}{920\frac{kg}{m^3}} = 598{,}41\,m^3$$

Si se le agrega a este valor calculado, el 10 % de margén para la condición de llegada a puerto.

$$V_{HFO} = 658{,}25\,m^3$$

Vale aclarar que este volumen calculado representa el volumen útil para los 18 días de navegación. El mismo debe ser mayor, ya que debe considerarse un 2 % de descuento por acero y un 2 % de descuento para el llenado. Es por ello que el volumen definido en el módulo Volume del programa Foran, es mayor al calculado en este apartado. Esto se puede ver en el documento PME-PB-010-005, hoja 13.

5.1.1. Cálculo del tanque de servicio diarios

Los tanques de servicio diario deben estar dimensionados para cubrir el consumo de los motores principales al menos 24 horas. No obstante, en caso de necesidad por limitación de espacio, el tamaño de estos tanques puede estar dimensionado para un mínimo de 8 horas, por requerimiento de las sociedades de clasificación.

$$V_{HFO-Serv} = \frac{P * C * 8}{\rho_{HFO}}$$

- $V_{HFO-Serv}$: Capacidad total del tanque o los tanques de servicio diario.
- P: Potencia de los motores Diésel a bordo.
- C: Consumo específico de los motores principales.
- ρ_{HFO} : Densidad del combustible (HFO).

$$V_{HFO-Serv} = \frac{2 * 4000\,KW * 0{,}177 \frac{Kg}{KW-h} * 8\,h}{920\,\frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{HFO-Serv} = 12{,}31\,m^3$$

5.1.2. Cálculo del tanque de sedimentación

Su función es permitir la decantación de los residuos sólidos y el agua del combustible. Es importante que tenga una área grande para favorecer la sedimentación y al mismo tiempo no demasiado alta para que la decantación sea rápida. Para asegurar un tiempo suficiente para la sedimentación, la capacidad de combustible de cada tanque debe ser suficiente para un mínimo de 24 horas de operación.

$$V_{HFO-Sed} = \frac{P * C * 24}{\rho_{HFO}}$$

- $V_{HFO-Sed}$: Capacidad total del tanque o los tanques de sedimentación.
- P: Potencia de los motores Diésel a bordo.
- C: Consumo específico de los motores principales.
- ρ_{HFO} : Densidad del combustible (HFO).

$$V_{HFO-Sed} = \frac{2 * 4000\,KW * 0{,}177 \frac{Kg}{KW-h} * 24\,h}{920\,\frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{HFO-Sed} = 22{,}6\,m^3$$

5.1.3. Cálculo de la bomba de trasiego

Tiene que tener la capacidad para llenar el tanque de sedimentación en un tiempo determinado.

$$Q_{trasiego} = \frac{V_{HFO-Sed}}{t}$$

- t: tiempo de llenado (2 horas).
- $V_{HFO-Sed}$: capacidad del tanque de sedimentación (22.6 m^3).

$$Q_{trasiego} = \frac{22{,}6\,m^3}{2\,horas} = 11{,}3\frac{m^3}{hora}$$

5.1.4. Cálculo del tanque de reboses

La capacidad del tanque de reboses va a ser suficiente como para cubrir cualquier operación incorrecta. Situado en el doble fondo de cámara de máquinas. Se dimensiona para cubrir que se siga trasegando combustible con el tanque lleno durante 10 minutos.

$$V_{reboses} = Q_{trasiego} * \frac{10\,min}{60\,\frac{min}{h}} = 11{,}3\frac{m^3}{hora} * \frac{1}{6}hora = 1{,}88\,m^3 \approx 2\,m^3$$

5.1.5. Cálculo de combustible para los generadores, MDO

Se realiza una estimación preliminar del balance eléctrico del buque de 2800 KW. Sobre este tema se va a entrar en detalle en la parte 11, cálculo del balance eléctrico y selección de la planta generadora. Como el buque va a disponer de dos generadores de cola capaces de erogar una potencia de 1200 KW, el volumen de MDO debe ser capaz de abastecer una demanda de 1600 KW.

$$V_{MDO} = \frac{P_{el} * C * Autonomía * 24}{\rho_{MDO}}$$

- P_{el}: potencia demandada por los generadores principales (1600 KW).
- C: consumo específico de los generadores $\left(0{,}184\frac{Kg}{KW-h}\right)$.
- ρ_{MDO} : densidad del MDO $\left(870\frac{Kg}{m^3}\right)$

$$V_{MDO} = \frac{1600\,KW * 0{,}184\frac{Kg}{KW-h} * 18\,días * 24\frac{h}{días}}{870\frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{MDO} = 146{,}18\,m^3$$

5.1.6. Cálculo del tanque de MDO de servicio diario

Al igual que con los tanques de servicio diario de HFO, estos deben estar dimensionados para cubrir el consumo de los generadores principales al menos 24 horas. No obstante, en caso de necesidad por limitación de espacio, el tamaño de estos tanques puede estar dimensionado para un mínimo de 12 horas para los tanques de combustible liviano.

$$V_{MDO-Serv} = \frac{P_{el} * C * 12}{\rho_{HFO}}$$

- $V_{MDO-Serv}$: Capacidad total del tanque o los tanques de servicio diario.
- P_{el}: Potencia demandada por los generadores $(1600\,KW)$
- C: Consumo específico de los generadores.
- ρ_{MDO} : Densidad del combustible (MDO).

$$V_{MDO-Serv} = \frac{1600\,KW * 0{,}184\frac{Kg}{KW-h} * 12horas}{870\frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{MDO-Serv} = 4{,}06\,m^3$$

5.2. Sistema de aceite

5.2.1. Cálculo del tanque almacén de aceite de motores

Almacena el aceite lubricante para el cambio de aceite de los equipos por deterioro o contaminación. El tanque de aceite para los motores se calcula para poder realizar un determinado número de cambios de aceite en los motores a bordo. El volumen del mismo esta dado en la project guide del motor por la siguiente expresión:

$$V_{LO-Motor} = \frac{1{,}7 * MCR}{1000} = \frac{1{,}7 * 8000\,KW}{1000}$$

$$V_{LO-Motor} = 13{,}6\,m^3$$

Al igual que para el volumen calculado de HFO, el volumen del tanque de aceite debe ser mayor, ya que debe considerarse un 2 % de descuento por acero y un 2 % de descuento para el llenado. Es por ello, que el volumen definido en el módulo Volume del programa Foran, es mayor al calculado en este apartado. Esto se puede ver en el documento PME-PB-010-005, hoja 17.

5.2.2. Cálculo del tanque de aceite de los generadores

Se calcula de igual manera que para el cálculo de combustible de los motores principales.

$$V_{LO-Generadores} = \frac{P_{el} * C_{gen} * Autonomía * 24}{\rho_{LO}}$$

- P_{el} : Potencia eléctrica de los generadores ($1600\,KW$).
- C_{gen} : Consumo específico de aceite de los generadores $\left(0{,}0008\frac{Kg}{KW-h}\right)$.
- ρ_{LO} : Densidad del aceite$\left(897\frac{Kg}{m^3}\right)$

$$V_{LO-Generadores} = \frac{1600\,KW * 0{,}0008\frac{Kg}{KW-h} * 18\,días * 24\frac{h}{días}}{897\frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{LO-Generadores} = 0{,}7\,m^3$$

5.2.3. Cálculo del aceite de cilindros

Es el volumen correspondiente al aceite que se utiliza en los cilindros pero no recircula por el sistema. Es decir, se quema. Se calcula a partir del consumo específico de aceite de los motores principales.

$$V_{LO-Cilindros} = \frac{P * C_{Motor} * Autonomía * 24}{\rho_{LO}}$$

- P: Potencia de los motores principales al MCR.
- C_{Motor} : Consumo específico de aceite de los motores principales $\left(0{,}0006\frac{Kg}{KW-h}\right)$
- ρ_{LO} : Densidad del aceite lubricante $\left(897\frac{Kg}{m^3}\right)$

$$V_{LO-Cilindros} = \frac{8000\,KW * 0{,}0006\frac{Kg}{KW-h} * 18\,días * 24\frac{h}{días}}{897\frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{LO-Cilindros} = 2{,}31\,m^3$$

5.2.4. Cálculo del tanque de servicio diario de aceite

Se calcula como mínimo el aceite necesario para cubrir el consumo durante 8 horas.

$$V_{LO-Diario} = \frac{P * C_{Motor} * 8}{\rho_{LO}}$$

- P: Potencia de los motores principales al MCR.
- C_{Motor} : Consumo específico de aceite de los motores principales $\left(0{,}0006 \frac{Kg}{KW-h}\right)$
- ρ_{LO} : Densidad del aceite lubricante $\left(897 \frac{Kg}{m^3}\right)$

$$V_{LO-Diario} = \frac{8000\,KW * 0{,}0006 \frac{Kg}{KW-h} * 8horas}{897 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_{LO-Diario} = 0{,}05\,m^3$$

5.3. Sistema de sentinas y sistema de lodos

5.3.1. Cálculo del tanque de sentinas

El tanque de sentinas se sitúa en el doble fondo de cámara de máquinas y almacena el agua sucia de sentinas hasta llegar a tierra si no existe separador o se utiliza como almacén hasta que se acumule suficiente agua sucia para arrancar el separador.

La capacidad de este tanque se calcula en función de la potencia de los motores principales instalados a bordo.

$$V_{Sentinas} = 1{,}5 + \frac{P - 1000}{1500} = 1{,}5 + \frac{8000 - 1000}{1500}$$

$$V_{Sentinas} = 6{,}167\,m^3$$

5.3.2. Cálculo del tanque de lodos

Almacena los residuos de las purificadoras de combustible y del separador de sentinas. Su capacidad se calcula de acuerdo a MARPOL en función del consumo de los motores a bordo y si es necesario purificar o no el combustible que se queme.

$$V_{Lodos} = K * C * D$$

- K: 0.01 para buques que purifican combustible.
- C: consumo específico de combustible.
- D: días de navegación.

$$V_{Lodos} = 0{,}01 * \frac{0{,}177 \frac{Kg}{KW-h} * 24 \frac{h}{días} * 9600\,KW}{1000 \frac{Kg}{m^3}} * 18\,días$$

$$V_{Lodos} = 12{,}23\,m^3$$

5.3.3. Cálculo del tanque de aceite sucio

Permite el almacenamiento del aceite contaminado de los motores hasta llegar a puerto para descargarlo. Su capacidad se calcula en función de la cantidad de cambios de aceite para el que está diseñado el motor.

En general se dimensiona para un solo cambio de aceite, por lo tanto el volumen va a ser equivalente al de aceite de los motores. Por lo tanto:

$$V_{Aceite\ sucio} = 13{,}6\,m^3$$

5.3.4. Cálculo del tanque de aguas grises

La producción de aguas residuales a bordo se puede estimar como [6]:

- Sanitarios (duchas): 100 $\frac{l}{pers-día}$
- Lavanderías: $40\frac{l}{pers-día}$
- Cocina: $60\frac{l}{pers-día}$

El volumen del tanque de aguas grises se calcula como:

$$V_{Aguas\ grises} = C * N_{pers} * T$$

- N_{pers} : Número de personas a bordo ($25\,personas$).
- C: generación de aguas grises y negras por persona y día.
- T: días de almacén de aguas residuales.

$$V_{Aguas\ grises} = 200\frac{l}{pers-día} * 25\,pers * 4\,días = 20\,m^3$$

5.3.5. Cálculo del tanque de aguas negras

Se considera la siguiente estimación para el dimensionamiento del tanque de aguas negras [6]:

- Aguas negras: 70 $\frac{l}{pers-día}$

Se calcula de igual manera que el tanque de aguas grises:

$$V_{Aguas\ negras} = C * N_{pers} * T$$

$$V_{Aguas\ negras} = 70\frac{l}{pers-día} * 25\,pers * 4\,días = 7\,m^3$$

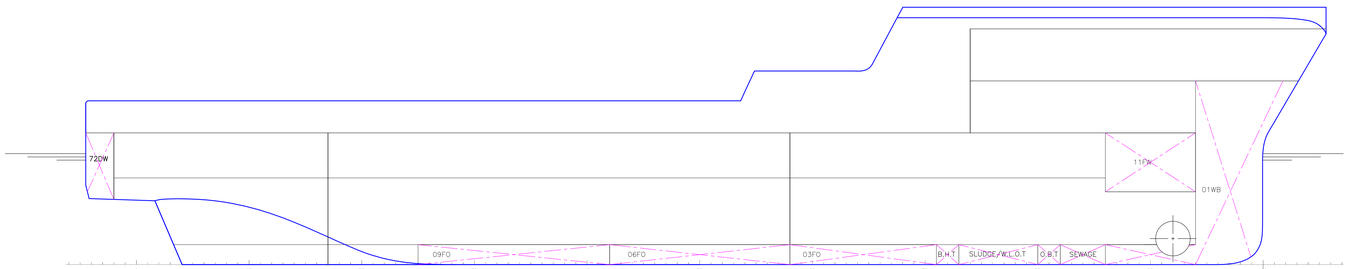
Se adjunta el plano de capacidades en el anexo 2. PME-PB-011-002.

6. Plano de disposición general

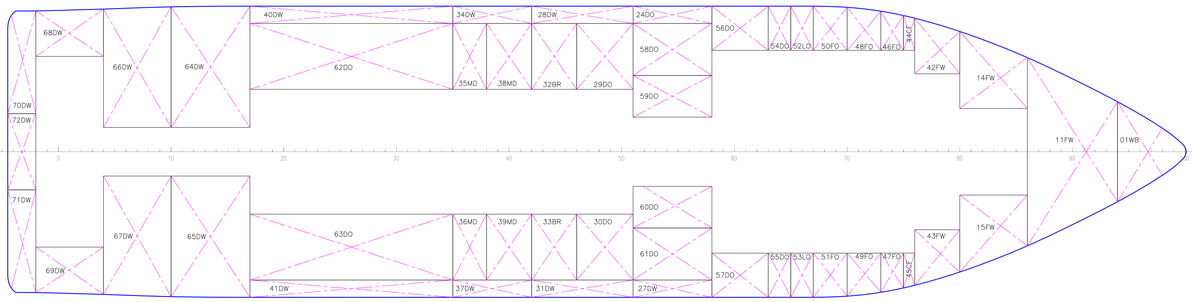
Se presenta en el anexo 3, el plano de arreglo general PME-PB-011-001_A. Se incluye en este el perfil longitudinal, cubiertas y secciones transversales significativas.

7. Bibliografía

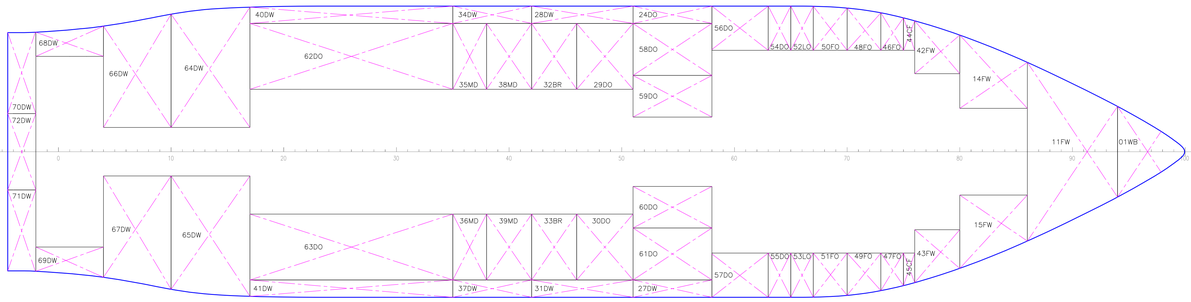
- [1] FIORENTINO, N. (2014). *Solicitaciones sobre la Viga Buque - Unidad 3.* Apuntes de Construcción Naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- [2] FIORENTINO, N. (2014). *Resistencia Transversal - Unidad 6.* Apuntes de Construcción Naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- [3] ABS, *Rules for building and classing, Part 3 Hull construction and equipment.* March 2014.
- [4] OMI, *Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS)*, Capítulo II-I Regla 12. Londres, Julio 2002.
- [5] OMI, *Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL).* Londres, Marzo 2002.
- [6] FIORENTINO, N. (2014). *Sistema sanitario - Unidad II.* Apuntes de Alistamiento Naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).



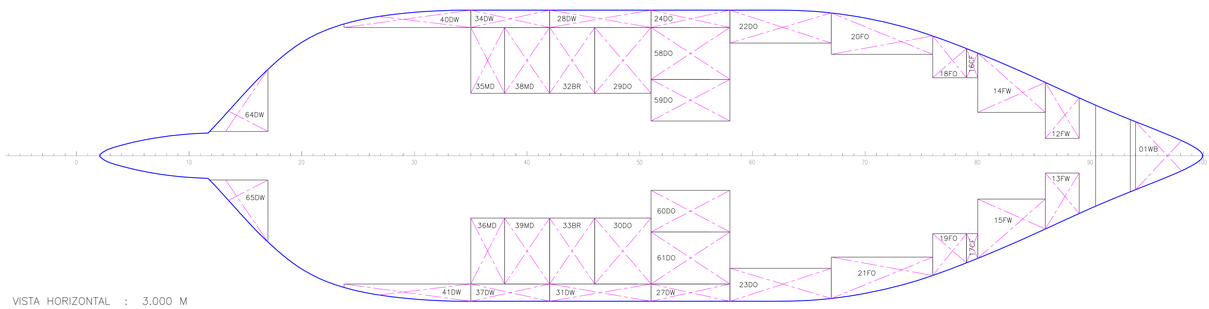
PERFIL LONGITUDINAL



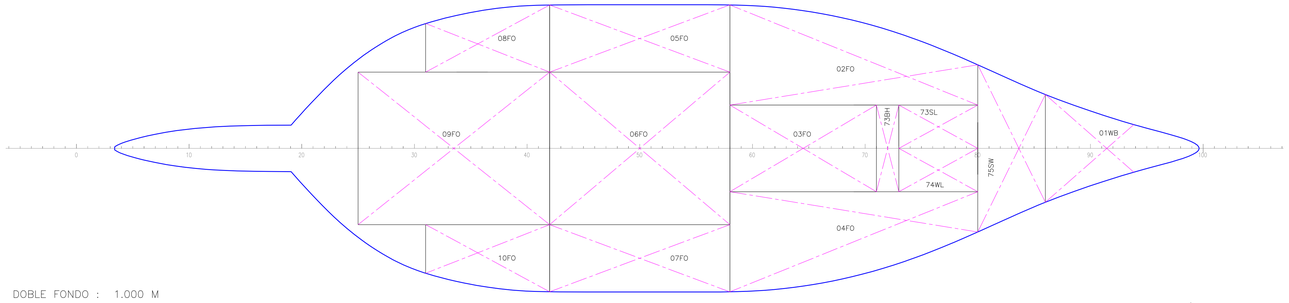
VISTA HORIZONTAL : 7.000 M



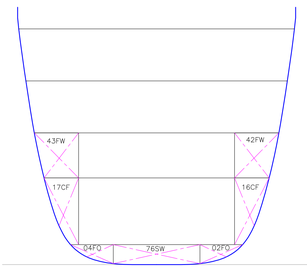
VISTA HORIZONTAL : 6.000 M



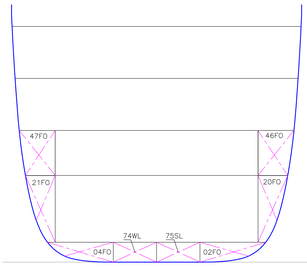
VISTA HORIZONTAL : 3.000 M



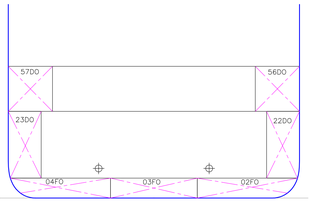
DOBLE FONDO : 1.000 M



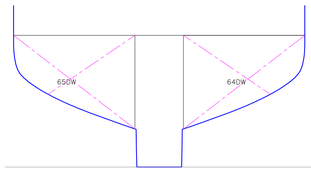
CUADERNA 80



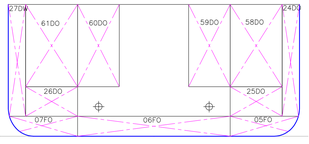
CUADERNA 75



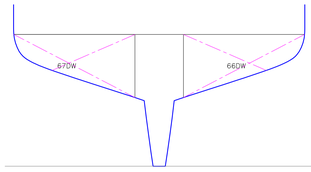
CUADERNA 60



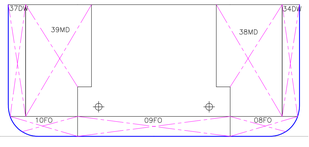
CUADERNA 15



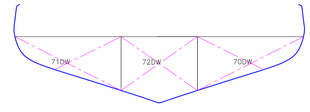
CUADERNA 55



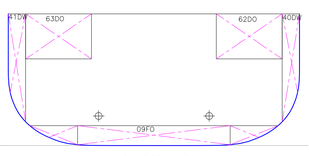
CUADERNA 5



CUADERNA 40



CUADERNA -3



CUADERNA 30

CUADERNA 0

RO= 1.025 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	164.2	160.9	161.6	157.7	6.04	0.00	62.25
72DW	Tk Drill Water 72 CL	16.1	15.8	15.9	15.5	6.15	0.00	-1.92
64DW	Tk Drill Water 64 Br	116.2	113.9	114.4	111.6	5.59	4.38	8.94
66DW	Tk Drill Water 66 Br	71.4	70.0	70.3	68.6	6.13	4.28	4.62
34DW	Tk Drill Water 34 Br	29	28.4	28.6	27.9	4.34	7.90	25.04
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.7	36.9	37.1	36.2	4.32	7.90	30.22
40DW	Tk Drill Water 40 Br	52.7	51.7	51.9	50.6	5.12	7.86	17.75
37DW	Tk Drill Water 37 St	29	28.4	28.6	27.9	4.34	-7.90	25.04
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.7	36.9	37.1	36.2	4.32	-7.90	30.22
65DW	Tk Drill Water 65 St	116.2	113.9	114.4	111.6	5.59	-4.38	8.94
41DW	Tk Drill Water 41 St	52.7	51.7	51.9	50.6	5.12	-7.86	17.75
24DO	Tk Drill Water 24 Br	29.3	28.7	28.8	28.1	4.32	7.90	35.43
27DW	Tk Drill Water 27 St	29.3	28.7	28.8	28.1	4.32	-7.90	35.43
70DW	Tk Drill Water 70 Br	16.2	15.8	15.9	15.5	6.47	4.70	-1.94
71DW	Tk Drill Water 71 St	16.2	15.8	15.9	15.5	6.47	-4.70	-1.94
67DW	Tk Drill Water 67 St	71.4	70.0	70.3	68.6	6.13	-4.28	4.62
68DW	Tk Drill Water 68 Br	17.1	16.8	16.8	16.4	6.74	6.68	0.69
69DW	Tk Drill Water 69 St	17.1	16.8	16.8	16.4	6.74	-6.68	0.69

RO= 0.920 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	109.7	107.5	96.9	105.4	0.57	0.00	21.87
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	105.2	103.1	93.0	101.1	0.56	0.00	32.50
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	48.6	47.6	42.9	46.7	0.56	0.00	41.92
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	24.7	24.2	21.8	23.7	0.62	5.97	24.03
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	42.6	41.8	37.6	40.9	0.59	6.19	32.50
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	67.3	65.9	59.5	64.6	0.60	4.75	43.68
10FO	Tk Heavy FO 10 St	24.7	24.2	21.8	23.7	0.62	-5.97	24.03
07FO	Tk Heavy FO 07 St	42.6	41.8	37.6	40.9	0.59	-6.19	32.50
04FO	Tk Heavy FO 04 St	67.3	65.9	59.5	64.6	0.60	-4.75	43.68
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	15.1	14.8	13.4	14.5	3.25	5.55	50.32
19FO	Tk Heavy FO 19 St	15.1	14.8	13.4	14.5	3.25	-5.55	50.32
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	40.4	39.6	35.7	38.8	3.21	6.81	46.11
21FO	Tk Heavy FO 21 St	40.4	39.6	35.7	38.8	3.21	-6.81	46.11
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	7	6.8	6.1	6.7	6.31	6.88	48.09
47FO	Tk HFO Daily 47 St	7	6.8	6.1	6.7	6.31	-6.88	48.09
48FO	Tk HFO Setti 48 Br	11.8	11.6	10.5	11.4	6.29	7.02	46.46
49FO	Tk HFO Setti 49 St	11.8	11.6	10.5	11.4	6.29	-7.02	46.46
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	12.7	12.5	11.2	12.2	6.28	7.10	44.52
51FO	Tk Heavy FO 51 St	12.7	12.5	11.2	12.2	6.28	-7.10	44.52

RO= 0.870 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
59DO	Tk Marine DO 59 Br	51.8	50.8	43.3	49.7	5.18	3.20	35.43
29DO	Tk Marine DO 29 Br	75.2	73.7	62.8	72.2	4.45	5.59	31.53
58DO	Tk Marine DO 58 Br	64.7	63.4	54.1	62.2	5.18	5.90	35.42
30DO	Tk Marine DO 30 St	75.2	73.7	62.8	72.2	4.45	-5.59	31.53
61DO	Tk Marine DO 61 St	64.7	63.4	54.1	62.2	5.18	-5.90	35.42
60DO	Tk Marine DO 60 St	51.8	50.8	43.3	49.7	5.18	-3.20	35.43
22DO	Tk Marine DO 22 Br	41.5	40.7	34.7	39.9	3.07	7.42	40.58
23DO	Tk Marine DO 23 St	41.5	40.7	34.7	39.9	3.07	-7.42	40.58
62DO	Tk Marine DO 62 Br	115.6	113.3	96.6	111.0	6.27	5.50	16.90
63DO	Tk Marine DO 63 St	115.6	113.3	96.6	111.0	6.27	-5.50	16.90
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	8.6	8.4	7.2	8.3	6.27	7.12	41.60
55DO	Tk MDO Daily 55 St	8.6	8.4	7.2	8.3	6.27	-7.12	41.60
56DO	Tk Marine DO 56 Br	21.5	21.1	18.0	20.7	6.27	7.13	39.32
57DO	Tk Marine DO 57 St	21.5	21.1	18.0	20.7	6.27	-7.13	39.32

RO= 0.900 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	8.6	8.4	7.4	8.3	6.27	7.12	42.90
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	8.6	8.4	7.4	8.3	6.27	-7.12	42.90

RO= 1.000 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	137.6	134.8	132.1	132.1	5.94	0.00	58.22
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	15.5	15.2	14.9	14.9	2.77	2.34	56.82
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	74.3	72.8	71.3	71.3	4.69	4.07	53.77
15FW	Tk Fresh Water 15 St	74.3	72.8	71.3	71.3	4.69	-4.07	53.77
13FW	Tk Fresh Water 13 St	15.5	15.2	14.9	14.9	2.77	-2.34	56.82
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	18.3	17.9	17.6	17.6	6.31	5.87	50.64
43FW	Tk Fresh Water 43 St	18.3	17.9	17.6	17.6	6.31	-5.87	50.64

RO= 2.500 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
32BR	Tk Brine 32 Br	60.2	59.0	144.5	57.8	4.45	5.59	28.60
33BR	Tk Brine 33 St	60.2	59.0	144.5	57.8	4.45	-5.59	28.60

RO= 2.800 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
38MD	Tk Mud 38 Br	60.2	59.0	161.8	57.8	4.45	5.59	26.00
35MD	Tk Mud 35 Br	45.1	44.2	121.4	43.3	4.45	5.59	23.73
39MD	Tk Mud 39 St	60.2	59.0	161.8	57.8	4.45	-5.59	26.00
36MD	Tk Mud 36 St	45.1	44.2	121.4	43.3	4.45	-5.59	23.73
75SL	Sludge Tank 75	13.1	12.8	35.1	12.5	0.56	1.25	49.72

RO= 1.000 T/M3		100 % VOL. BRUTO	100 % VOL. UTIL	VOL. DE LLENADO (98% DEL VOL. UTIL)		CENTER OF GRAVITY		
IDEN	DESCRIPTION	M3	M3	TONS	M3	HG	HB	PP
73BH	Bilge Holding Tank 73	7.5	7.3	7.2	7.2	0.56	0.00	46.80
76SW	Sewage Tk 76	29.1	28.5	28.0	28.0	0.63	0.00	53.79
74WL	Waste LO Tank 74	13.1	12.8	12.5	12.5	0.56	-1.25	49.72

NOTA I: EL VOLUMEN BRUTO ES EL VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE, EL 98% DEL MISMO ES EL VOLUMEN ÚTIL. MIENTRAS QUE EL VOLUMEN DE LLENADO ES EL 98% DEL VOLUMEN ÚTIL.

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo		
FECHA: 21/04/2016		

ITBA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
★ UNIVERSIDAD PRIVADA ★

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	B	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:125	PME-PIB-011-002	A0

PROYECTO DE BUQUES

PLANO DE CAPACIDADES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	CORRECCIÓN SEGÚN NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI

NOTA II: TODAS LAS VISTAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES SON MIRANDO A POPA

F O R A N S Y S T E M
==========

MODULE VOLUME VERSION 70

SPACES DEFINITION
CAPACITIES

CUSTOMER	-	PROJEC	CONSTR	FNAM
DESCRIPTION OF SHIP	-	PB2015	c001	pame

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

IDSP	DESCRIPTION	NSUB	SYMM	TP	TL	DS%	CONTENTS
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	2		D	D	2.0	1
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	1		D	D	2.0	3
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	1		D	D	2.0	3
04FO	Tk Heavy FO 04 St	1	02FO	D	D	2.0	3
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	1		D	D	2.0	3
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	1		D	D	2.0	3
07FO	Tk Heavy FO 07 St	1	05FO	D	D	2.0	3
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	1		D	D	2.0	3
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	1		D	D	2.0	3
10FO	Tk Heavy FO 10 St	1	08FO	D	D	2.0	3
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	1		D	D	2.0	6
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	1		D	D	2.0	6
13FW	Tk Fresh Water 13 St	1	12FW	D	D	2.0	6
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	1		D	D	2.0	6
15FW	Tk Fresh Water 15 St	1	14FW	D	D	2.0	6
16CF	Tk Cofferdam 16 Br	1		D	D	2.0	
17CF	Tk Cofferdam 17 St	1	16CF	D	D	2.0	
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	1		D	D	2.0	3
19FO	Tk Heavy FO 19 St	1	18FO	D	D	2.0	3
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	1		D	D	2.0	3
21FO	Tk Heavy FO 21 St	1	20FO	D	D	2.0	3
22DO	Tk Marine DO 22 Br	1		D	D	2.0	4
23DO	Tk Marine DO 23 St	1	22DO	D	D	2.0	4
24DO	Tk Drill Water 24 Br	1		D	D	2.0	1
25DO	Tk Marine DO 25 Br	1		D	D	2.0	4
26DO	Tk Marine DO 26 St	1	25DO	D	D	2.0	4
27DW	Tk Drill Water 27 St	1	24DO	D	D	2.0	1
28DW	Tk Drill Water 28 Br	1		D	D	2.0	1
29DO	Tk Marine DO 29 Br	2		D	D	2.0	4
30DO	Tk Marine DO 30 St	2	29DO	D	D	2.0	4
31DW	Tk Drill Water 31 St	1	28DW	D	D	2.0	1
32BR	Tk Brine 32 Br	2		D	D	2.0	8
33BR	Tk Brine 33 St	2	32BR	D	D	2.0	8
34DW	Tk Drill Water 34 Br	1		D	D	2.0	1
35MD	Tk Mud 35 Br	2		D	D	2.0	9
36MD	Tk Mud 36 St	2	35MD	D	D	2.0	9
37DW	Tk Drill Water 37 St	1	34DW	D	D	2.0	1
38MD	Tk Mud 38 Br	2		D	D	2.0	9
39MD	Tk Mud 39 St	2	38MD	D	D	2.0	9
40DW	Tk Drill Water 40 Br	1		D	D	2.0	1
41DW	Tk Drill Water 41 St	1	40DW	D	D	2.0	1
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	1		D	D	2.0	6
43FW	Tk Fresh Water 43 St	1	42FW	D	D	2.0	6
44CF	Tk Cofferdam 44 Br	1		D	D	2.0	
45CF	Tk Cofferdam 45 St	1	44CF	D	D	2.0	
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	1		D	D	2.0	3
47FO	Tk HFO Daily 47 St	1	46FO	D	D	2.0	3
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	1		D	D	2.0	3
49FO	Tk HFO Settl 49 St	1	48FO	D	D	2.0	3
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	1		D	D	2.0	3

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

IDSP	DESCRIPTION	NSUB	SYMM	TP	TL	DS%	CONTENTS
51FO	Tk Heavy FO 51 St	1	50FO	D	D	2.0	3
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	1		D	D	2.0	5
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	1	52LO	D	D	2.0	5
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	1		D	D	2.0	4
55DO	Tk MDO Daily 55 St	1	54DO	D	D	2.0	4
56DO	Tk Marine DO 56 Br	1		D	D	2.0	4
57DO	Tk Marine DO 57 St	1	56DO	D	D	2.0	4
58DO	Tk Marine DO 58 Br	1		D	D	2.0	4
59DO	Tk Marine DO 59 Br	1		D	D	2.0	4
60DO	Tk Marine DO 60 St	1	59DO	D	D	2.0	4
61DO	Tk Marine DO 61 St	1	58DO	D	D	2.0	4
62DO	Tk Marine DO 62 Br	1		D	D	2.0	4
63DO	Tk Marine DO 63 St	1	62DO	D	D	2.0	4
64DW	Tk Drill Water 64 Br	1		D	D	2.0	1
65DW	Tk Drill Water 65 St	1	64DW	D	D	2.0	1
66DW	Tk Drill Water 66 Br	1		D	D	2.0	1
67DW	Tk Drill Water 67 St	1	66DW	D	D	2.0	1
68DW	Tk Drill Water 68 Br	1		D	D	2.0	1
69DW	Tk Drill Water 69 St	1	68DW	D	D	2.0	1
70DW	Tk Drill Water 70 Br	1		D	D	2.0	1
71DW	Tk Drill Water 71 St	1	70DW	D	D	2.0	1
72DW	Tk Drill Water 72 CL	1		D	D	2.0	1

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

DEFINITION OF SUBSPACES DEFINED BY ITS LIMITS

IDSP	SB	AFT LIMIT	FORE LIMIT	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	STARB.	PORT
01WB							
	1 B	62	100	H	9	H	H
	2 B	4	110	9	7	H	H
02FO							
	1 B	2	B 61	H	9	B 59	H
03FO							
	1 B	2	B 58	H	9	B 60	B 59
05FO							
	1 B	52	B 2	H	9	B 55	H
06FO							
	1 B	52	B 2	H	9	B 56	B 55
08FO							
	1 B	54	B 52	H	9	B 55	H
09FO							
	1 B	53	B 52	H	9	B 56	B 55
11FW							
	1 B	44	B 4	16	1	H	H
12FW							
	1 B	44	B 105	9	16	B 106	H
14FW							
	1 B	3	B 44	9	1	B 45	H
16CF							
	1 B	99	B 3	9	2	B 81	H
18FO							
	1 B	96	B 99	9	2	B 81	H
20FO							
	1 B	92	B 96	9	2	B 94	H
22DO							
	1 B	2	B 92	9	2	B 90	H
24DO							
	1 B	5	B 2	9	1	B 65	H
25DO							
	1 B	5	B 2	9	3	B 19	B 65
28DW							
	1 B	17	B 5	9	1	B 6	H
29DO							
	1 B	25	B 5	9	1	B 11	B 6
	2 B	25	B 5	4	1	B 29	B 11
32BR							
	1 B	24	B 25	9	1	B 11	B 6
	2 B	24	B 25	4	1	B 29	B 11
34DW							
	1 B	15	B 17	9	1	B 6	H
35MD							
	1 B	26	B 23	9	1	B 79	B 6
	2 B	26	B 23	4	1	B 63	B 79

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

DEFINITION OF SUBSPACES DEFINED BY ITS LIMITS

IDSP	SB	AFT LIMIT	FORE LIMIT	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	STARB.	PORT
38MD							
	1 B	23	B 24	9	1	B 79	B 6
	2 B	23	B 24	4	1	B 63	B 79
40DW							
	1 B	1	B 15	9	1	B 6	H
42FW							
	1 B	71	B 3	2	1	B 73	H
44CF							
	1 B	49	B 71	2	1	B 77	H
46FO							
	1 B	101	B 49	2	1	B 77	H
48FO							
	1 B	103	B 101	2	1	B 77	H
50FO							
	1 B	76	B 103	2	1	B 77	H
52LO							
	1 B	89	B 76	2	1	B 87	H
54DO							
	1 B	82	B 89	2	1	B 87	H
56DO							
	1 B	2	B 82	2	1	B 87	H
58DO							
	1 B	5	B 2	3	1	B 19	B 65
59DO							
	1 B	5	B 2	3	1	B 21	B 19
62DO							
	1 B	1	B 26	8	1	B 83	B 6
64DW							
	1 B	12	B 1	H	1	B 13	H
66DW							
	1 B	10	B 12	H	1	B 67	H
68DW							
	1 B	39	B 10	H	1	B 40	H
70DW							
	1	-4	B 39	1 D -3.000	1	B 42	H
72DW							
	1	-4	B 69	1 D -3.000	1	B 43	B 42

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC	CONSTR	FNAM
PB2015	c001	pame

LOADS LISTING

#	DESCRIPTION	(T/M3)	%
1	WATER BALLAST	1.025	98.0
2	BUNKER - C	0.930	98.0
3	HEAVY FUEL	0.920	98.0
4	LIGHT FUEL	0.870	98.0
5	LUBRICATING OIL	0.900	98.0
6	FRESH WATER	1.000	98.0
7	BOILED FEED WATER	1.000	98.0
8	BRINE	2.500	98.0
9	Lodos	2.800	98.0
10	Drill Water	1.025	98.0
40	Cemento	2.500	
49	FIXED BALLAST	1.000	
50	CREW AND EFFECTS	1.000	

DATE - 16.03.29

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

INDIVIDUAL CAPACITIES

IDSP	SPACE DESCRIPTION	GROSS VOLUME M3	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	164.2	160.9	6.126	0.000	62.277
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	67.3	65.9	0.614	4.753	43.688
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	48.6	47.6	0.575	0.000	41.925
04FO	Tk Heavy FO 04 St	67.3	65.9	0.614	-4.753	43.688
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	42.6	41.8	0.603	6.195	32.503
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	105.2	103.1	0.575	0.000	32.500
07FO	Tk Heavy FO 07 St	42.6	41.8	0.603	-6.195	32.503
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	24.7	24.2	0.628	5.977	24.026
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	109.7	107.5	0.583	0.000	21.863
10FO	Tk Heavy FO 10 St	24.7	24.2	0.628	-5.977	24.026
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	137.6	134.8	5.968	0.000	58.220
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	15.5	15.2	2.800	2.344	56.821
13FW	Tk Fresh Water 13 St	15.5	15.2	2.800	-2.344	56.821
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	74.3	72.8	4.752	4.076	53.770
15FW	Tk Fresh Water 15 St	74.3	72.8	4.752	-4.076	53.770
16CF	Tk Cofferdam 16 Br	3.8	3.7	3.371	5.315	51.666
17CF	Tk Cofferdam 17 St	3.8	3.7	3.371	-5.315	51.666
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	15.1	14.8	3.282	5.554	50.317
19FO	Tk Heavy FO 19 St	15.1	14.8	3.282	-5.554	50.317
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	40.4	39.6	3.242	6.810	46.117
21FO	Tk Heavy FO 21 St	40.4	39.6	3.242	-6.810	46.117
22DO	Tk Marine DO 22 Br	41.5	40.7	3.109	7.425	40.577
23DO	Tk Marine DO 23 St	41.5	40.7	3.109	-7.425	40.577
24DO	Tk Drill Water 24 Br	29.3	28.7	4.380	7.899	35.425
25DO	Tk Marine DO 25 Br	23.3	22.8	2.003	5.900	35.425
26DO	Tk Marine DO 26 St	23.3	22.8	2.003	-5.900	35.425
27DW	Tk Drill Water 27 St	29.3	28.7	4.380	-7.899	35.425
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.7	36.9	4.380	7.899	30.225
29DO	Tk Marine DO 29 Br	75.2	73.7	4.515	5.589	31.525
30DO	Tk Marine DO 30 St	75.2	73.7	4.515	-5.589	31.525
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.7	36.9	4.380	-7.899	30.225
32BR	Tk Brine 32 Br	60.2	59.0	4.515	5.589	28.600
33BR	Tk Brine 33 St	60.2	59.0	4.515	-5.589	28.600
34DW	Tk Drill Water 34 Br	29.0	28.4	4.409	7.895	25.037
35MD	Tk Mud 35 Br	45.1	44.2	4.515	5.589	23.725
36MD	Tk Mud 36 St	45.1	44.2	4.515	-5.589	23.725
37DW	Tk Drill Water 37 St	29.0	28.4	4.409	-7.895	25.037
38MD	Tk Mud 38 Br	60.2	59.0	4.515	5.589	26.000
39MD	Tk Mud 39 St	60.2	59.0	4.515	-5.589	26.000
40DW	Tk Drill Water 40 Br	52.7	51.7	5.172	7.864	17.728
41DW	Tk Drill Water 41 St	52.7	51.7	5.172	-7.864	17.728
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	18.3	17.9	6.339	5.868	50.636
43FW	Tk Fresh Water 43 St	18.3	17.9	6.339	-5.868	50.636
44CF	Tk Cofferdam 44 Br	3.1	3.0	6.345	6.769	49.070
45CF	Tk Cofferdam 45 St	3.1	3.0	6.345	-6.769	49.070
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	7.0	6.8	6.333	6.882	48.085
47FO	Tk HFO Daily 47 St	7.0	6.8	6.333	-6.882	48.085

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

INDIVIDUAL CAPACITIES

IDSP	SPACE DESCRIPTION	GROSS VOLUME M3	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	11.8	11.6	6.318	7.019	46.457
49FO	Tk HFO Settl 49 St	11.8	11.6	6.318	-7.019	46.457
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	12.7	12.5	6.306	7.103	44.519
51FO	Tk Heavy FO 51 St	12.7	12.5	6.306	-7.103	44.519
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	8.6	8.4	6.301	7.124	42.900
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	8.6	8.4	6.301	-7.124	42.900
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	8.6	8.4	6.300	7.125	41.600
55DO	Tk MDO Daily 55 St	8.6	8.4	6.300	-7.125	41.600
56DO	Tk Marine DO 56 Br	21.5	21.1	6.300	7.125	39.325
57DO	Tk Marine DO 57 St	21.5	21.1	6.300	-7.125	39.325
58DO	Tk Marine DO 58 Br	64.7	63.4	5.229	5.900	35.425
59DO	Tk Marine DO 59 Br	51.8	50.8	5.228	3.200	35.425
60DO	Tk Marine DO 60 St	51.8	50.8	5.228	-3.200	35.425
61DO	Tk Marine DO 61 St	64.7	63.4	5.229	-5.900	35.425
62DO	Tk Marine DO 62 Br	115.6	113.3	6.300	5.500	16.900
63DO	Tk Marine DO 63 St	115.6	113.3	6.300	-5.500	16.900
64DW	Tk Drill Water 64 Br	116.2	113.9	5.626	4.389	8.932
65DW	Tk Drill Water 65 St	116.2	113.9	5.626	-4.389	8.932
66DW	Tk Drill Water 66 Br	71.4	70.0	6.163	4.293	4.623
67DW	Tk Drill Water 67 St	71.4	70.0	6.163	-4.293	4.623
68DW	Tk Drill Water 68 Br	17.1	16.8	6.756	6.684	0.686
69DW	Tk Drill Water 69 St	17.1	16.8	6.756	-6.684	0.686
70DW	Tk Drill Water 70 Br	16.2	15.8	6.470	4.702	-1.941
71DW	Tk Drill Water 71 St	16.2	15.8	6.470	-4.702	-1.941
72DW	Tk Drill Water 72 CL	16.1	15.8	6.183	0.000	-1.925

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

SPACES WITH LIQUID CARGO

IDSP	SPACE DESCRIPTION	MAXIMUM BREADTH M	MAXIMUM DEPTH M	HEELING MOMENT30G. IMO MTON	INERTIA OF NET VOLUME M4	PERC. FILL. %
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	8.636	10.600	22.4	121.8	98.0
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	5.824	1.150	33.3	152.1	98.0
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	5.000	1.150	24.5	88.0	98.0
04FO	Tk Heavy FO 04 St	5.824	1.150	33.3	152.1	98.0
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	3.935	1.150	15.8	52.5	98.0
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	8.800	1.150	93.7	590.6	98.0
07FO	Tk Heavy FO 07 St	3.935	1.150	15.8	52.5	98.0
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	3.925	1.150	8.4	28.9	98.0
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	8.800	1.150	96.7	627.5	98.0
10FO	Tk Heavy FO 10 St	3.925	1.150	8.4	28.9	98.0
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	11.182	3.400	137.7	309.7	98.0
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	3.631	3.050	2.7	5.4	98.0
13FW	Tk Fresh Water 13 St	3.631	3.050	2.7	5.4	98.0
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	4.555	6.450	9.1	19.7	98.0
15FW	Tk Fresh Water 15 St	4.555	6.450	9.1	19.7	98.0
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	2.877	3.850	1.2	2.8	98.0
19FO	Tk Heavy FO 19 St	2.877	3.850	1.2	2.8	98.0
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	2.523	3.850	2.4	5.4	98.0
21FO	Tk Heavy FO 21 St	2.523	3.850	2.4	5.4	98.0
22DO	Tk Marine DO 22 Br	1.900	3.850	1.6	3.3	98.0
23DO	Tk Marine DO 23 St	1.900	3.850	1.6	3.3	98.0
24DO	Tk Drill Water 24 Br	1.000	6.450	0.2	0.4	98.0
25DO	Tk Marine DO 25 Br	3.000	1.707	5.0	10.2	98.0
26DO	Tk Marine DO 26 St	3.000	1.707	5.0	10.2	98.0
27DW	Tk Drill Water 27 St	1.000	6.450	0.2	0.4	98.0
28DW	Tk Drill Water 28 Br	1.000	6.450	0.3	0.5	98.0
29DO	Tk Marine DO 29 Br	3.800	6.450	6.7	14.9	98.0
30DO	Tk Marine DO 30 St	3.800	6.450	6.7	14.9	98.0
31DW	Tk Drill Water 31 St	1.000	6.450	0.3	0.5	98.0
32BR	Tk Brine 32 Br	3.800	6.450	15.4	11.9	98.0
33BR	Tk Brine 33 St	3.800	6.450	15.4	11.9	98.0
34DW	Tk Drill Water 34 Br	1.000	6.450	0.2	0.4	98.0
35MD	Tk Mud 35 Br	3.800	6.450	13.0	8.9	98.0
36MD	Tk Mud 36 St	3.800	6.450	13.0	8.9	98.0
37DW	Tk Drill Water 37 St	1.000	6.450	0.2	0.4	98.0
38MD	Tk Mud 38 Br	3.800	6.450	17.3	11.9	98.0
39MD	Tk Mud 39 St	3.800	6.450	17.3	11.9	98.0
40DW	Tk Drill Water 40 Br	1.000	6.450	0.3	1.0	98.0
41DW	Tk Drill Water 41 St	1.000	6.450	0.3	1.0	98.0
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	3.280	2.600	3.2	5.6	98.0
43FW	Tk Fresh Water 43 St	3.280	2.600	3.2	5.6	98.0
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	2.306	2.600	0.6	1.1	98.0
47FO	Tk HFO Daily 47 St	2.306	2.600	0.6	1.1	98.0
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	2.501	2.600	1.2	2.3	98.0
49FO	Tk HFO Settl 49 St	2.501	2.600	1.2	2.3	98.0
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	2.550	2.600	1.4	2.5	98.0
51FO	Tk Heavy FO 51 St	2.550	2.600	1.4	2.5	98.0

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

SPACES WITH LIQUID CARGO

IDSP	SPACE DESCRIPTION	MAXIMUM BREADTH M	MAXIMUM DEPTH M	HEELING MOMENT30G. IMO MTON	INERTIA OF NET VOLUME M4	PERC. FILL. %
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	2.550	2.600	0.9	1.8	98.0
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	2.550	2.600	0.9	1.8	98.0
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	2.550	2.600	0.9	1.8	98.0
55DO	Tk MDO Daily 55 St	2.550	2.600	0.9	1.8	98.0
56DO	Tk Marine DO 56 Br	2.550	2.600	2.2	4.5	98.0
57DO	Tk Marine DO 57 St	2.550	2.600	2.2	4.5	98.0
58DO	Tk Marine DO 58 Br	3.000	4.743	5.0	10.2	98.0
59DO	Tk Marine DO 59 Br	2.400	4.743	2.6	5.2	98.0
60DO	Tk Marine DO 60 St	2.400	4.743	2.6	5.2	98.0
61DO	Tk Marine DO 61 St	3.000	4.743	5.0	10.2	98.0
62DO	Tk Marine DO 62 Br	3.800	2.600	26.3	53.5	98.0
63DO	Tk Marine DO 63 St	3.800	2.600	26.3	53.5	98.0
64DW	Tk Drill Water 64 Br	7.000	5.980	36.0	130.0	98.0
65DW	Tk Drill Water 65 St	7.000	5.980	36.0	130.0	98.0
66DW	Tk Drill Water 66 Br	6.999	4.242	31.3	111.0	98.0
67DW	Tk Drill Water 67 St	6.999	4.242	31.3	111.0	98.0
68DW	Tk Drill Water 68 Br	2.878	2.245	2.5	7.5	98.0
69DW	Tk Drill Water 69 St	2.878	2.245	2.5	7.5	98.0
70DW	Tk Drill Water 70 Br	6.124	3.000	7.7	0.0	98.0
71DW	Tk Drill Water 71 St	6.124	3.000	7.7	0.0	98.0
72DW	Tk Drill Water 72 CL	4.400	3.000	4.9	9.2	98.0

CUSTOMER - PROJEC CONSTR FNAM
DESCRIPTION OF SHIP - PB2015 c001 pame

WATER BALLAST CONTENTS # 1 SPECIFIC WEIGHT = 1.025 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	164.9	160.9	6.126	0.000	62.277
24DO	Tk Drill Water 24 Br	29.4	28.7	4.380	7.899	35.425
27DW	Tk Drill Water 27 St	29.4	28.7	4.380	-7.899	35.425
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.8	36.9	4.380	7.899	30.225
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.8	36.9	4.380	-7.899	30.225
34DW	Tk Drill Water 34 Br	29.1	28.4	4.409	7.895	25.037
37DW	Tk Drill Water 37 St	29.1	28.4	4.409	-7.895	25.037
40DW	Tk Drill Water 40 Br	53.0	51.7	5.172	7.864	17.728
41DW	Tk Drill Water 41 St	53.0	51.7	5.172	-7.864	17.728
64DW	Tk Drill Water 64 Br	116.8	113.9	5.626	4.389	8.932
65DW	Tk Drill Water 65 St	116.8	113.9	5.626	-4.389	8.932
66DW	Tk Drill Water 66 Br	71.8	70.0	6.163	4.293	4.623
67DW	Tk Drill Water 67 St	71.8	70.0	6.163	-4.293	4.623
68DW	Tk Drill Water 68 Br	17.2	16.8	6.756	6.684	0.686
69DW	Tk Drill Water 69 St	17.2	16.8	6.756	-6.684	0.686
70DW	Tk Drill Water 70 Br	16.2	15.8	6.470	4.702	-1.941
71DW	Tk Drill Water 71 St	16.2	15.8	6.470	-4.702	-1.941
72DW	Tk Drill Water 72 CL	16.2	15.8	6.183	0.000	-1.925
	WATER BALLAST	923.7	901.2	5.570	0.000	22.365

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

WATER BALLAST CONTENTS # 1 SPECIFIC WEIGHT = 1.025 T/M3
PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
01WB	Tk WaterBallast 01 f	161.6	157.7	6.04	0.00	62.25	33.5	121.8
24DO	Tk Drill Water 24 Br	28.8	28.1	4.32	7.90	35.43	4.5	0.4
27DW	Tk Drill Water 27 St	28.8	28.1	4.32	-7.90	35.43	4.5	0.4
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.1	36.2	4.32	7.90	30.22	5.8	0.5
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.1	36.2	4.32	-7.90	30.22	5.8	0.5
34DW	Tk Drill Water 34 Br	28.6	27.9	4.34	7.90	25.04	4.6	0.4
37DW	Tk Drill Water 37 St	28.6	27.9	4.34	-7.90	25.04	4.6	0.4
40DW	Tk Drill Water 40 Br	51.9	50.6	5.12	7.86	17.75	11.7	1.0
41DW	Tk Drill Water 41 St	51.9	50.6	5.12	-7.86	17.75	11.7	1.0
64DW	Tk Drill Water 64 Br	114.4	111.6	5.59	4.38	8.94	31.8	130.0
65DW	Tk Drill Water 65 St	114.4	111.6	5.59	-4.38	8.94	31.8	130.0
66DW	Tk Drill Water 66 Br	70.3	68.6	6.13	4.28	4.62	27.3	111.0
67DW	Tk Drill Water 67 St	70.3	68.6	6.13	-4.28	4.62	27.3	111.0
68DW	Tk Drill Water 68 Br	16.8	16.4	6.74	6.68	0.69	11.1	7.5
69DW	Tk Drill Water 69 St	16.8	16.4	6.74	-6.68	0.69	11.1	7.5
70DW	Tk Drill Water 70 Br	15.9	15.5	6.47	4.70	-1.94	0.0	0.0
71DW	Tk Drill Water 71 St	15.9	15.5	6.47	-4.70	-1.94	0.0	0.0
72DW	Tk Drill Water 72 CL	15.9	15.5	6.15	0.00	-1.92	5.7	9.2
	WATER BALLAST	905.2	883.1	5.52	0.00	22.36	233.0	632.5

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

HEAVY FUEL CONTENTS # 3 SPECIFIC WEIGHT = 0.920 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	60.7	65.9	0.614	4.753	43.688
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	43.8	47.6	0.575	0.000	41.925
04FO	Tk Heavy FO 04 St	60.7	65.9	0.614	-4.753	43.688
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	38.4	41.8	0.603	6.195	32.503
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	94.9	103.1	0.575	0.000	32.500
07FO	Tk Heavy FO 07 St	38.4	41.8	0.603	-6.195	32.503
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	22.2	24.2	0.628	5.977	24.026
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	98.9	107.5	0.583	0.000	21.863
10FO	Tk Heavy FO 10 St	22.2	24.2	0.628	-5.977	24.026
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	13.6	14.8	3.282	5.554	50.317
19FO	Tk Heavy FO 19 St	13.6	14.8	3.282	-5.554	50.317
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	36.4	39.6	3.242	6.810	46.117
21FO	Tk Heavy FO 21 St	36.4	39.6	3.242	-6.810	46.117
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	6.3	6.8	6.333	6.882	48.085
47FO	Tk HFO Daily 47 St	6.3	6.8	6.333	-6.882	48.085
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	10.7	11.6	6.318	7.019	46.457
49FO	Tk HFO Settl 49 St	10.7	11.6	6.318	-7.019	46.457
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	11.5	12.5	6.306	7.103	44.519
51FO	Tk Heavy FO 51 St	11.5	12.5	6.306	-7.103	44.519
	HEAVY FUEL	637.2	692.6	1.523	0.000	36.563

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

HEAVY FUEL CONTENTS # 3 SPECIFIC WEIGHT = 0.920 T/M3
PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	59.5	64.6	0.60	4.75	43.68	66.9	152.1
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	42.9	46.7	0.56	0.00	41.92	42.3	88.0
04FO	Tk Heavy FO 04 St	59.5	64.6	0.60	-4.75	43.68	66.9	152.1
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	37.6	40.9	0.59	6.19	32.50	40.9	52.5
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	93.0	101.1	0.56	0.00	32.50	91.5	590.6
07FO	Tk Heavy FO 07 St	37.6	40.9	0.59	-6.19	32.50	40.9	52.5
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	21.8	23.7	0.62	5.97	24.03	25.8	28.9
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	96.9	105.4	0.57	0.00	21.87	97.2	627.5
10FO	Tk Heavy FO 10 St	21.8	23.7	0.62	-5.97	24.03	25.8	28.9
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	13.4	14.5	3.25	5.55	50.32	5.0	2.8
19FO	Tk Heavy FO 19 St	13.4	14.5	3.25	-5.55	50.32	5.0	2.8
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	35.7	38.8	3.21	6.81	46.11	12.6	5.4
21FO	Tk Heavy FO 21 St	35.7	38.8	3.21	-6.81	46.11	12.6	5.4
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	6.1	6.7	6.31	6.88	48.09	2.9	1.1
47FO	Tk HFO Daily 47 St	6.1	6.7	6.31	-6.88	48.09	2.9	1.1
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	10.5	11.4	6.29	7.02	46.46	4.7	2.3
49FO	Tk HFO Settl 49 St	10.5	11.4	6.29	-7.02	46.46	4.7	2.3
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	11.2	12.2	6.28	7.10	44.52	4.9	2.5
51FO	Tk Heavy FO 51 St	11.2	12.2	6.28	-7.10	44.52	4.9	2.5
	HEAVY FUEL	624.4	678.7	1.51	0.00	36.56	558.1	1801.2

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

LIGHT FUEL CONTENTS # 4 SPECIFIC WEIGHT = 0.870 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
22DO	Tk Marine DO 22 Br	35.4	40.7	3.109	7.425	40.577
23DO	Tk Marine DO 23 St	35.4	40.7	3.109	-7.425	40.577
25DO	Tk Marine DO 25 Br	19.9	22.8	2.003	5.900	35.425
26DO	Tk Marine DO 26 St	19.9	22.8	2.003	-5.900	35.425
29DO	Tk Marine DO 29 Br	64.1	73.7	4.515	5.589	31.525
30DO	Tk Marine DO 30 St	64.1	73.7	4.515	-5.589	31.525
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	7.3	8.4	6.300	7.125	41.600
55DO	Tk MDO Daily 55 St	7.3	8.4	6.300	-7.125	41.600
56DO	Tk Marine DO 56 Br	18.4	21.1	6.300	7.125	39.325
57DO	Tk Marine DO 57 St	18.4	21.1	6.300	-7.125	39.325
58DO	Tk Marine DO 58 Br	55.2	63.4	5.229	5.900	35.425
59DO	Tk Marine DO 59 Br	44.2	50.8	5.228	3.200	35.425
60DO	Tk Marine DO 60 St	44.2	50.8	5.228	-3.200	35.425
61DO	Tk Marine DO 61 St	55.2	63.4	5.229	-5.900	35.425
62DO	Tk Marine DO 62 Br	98.6	113.3	6.300	5.500	16.900
63DO	Tk Marine DO 63 St	98.6	113.3	6.300	-5.500	16.900
	LIGHT FUEL	686.1	788.6	5.078	0.000	30.247

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

LIGHT FUEL CONTENTS # 4 SPECIFIC WEIGHT = 0.870 T/M3
PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
22DO	Tk Marine DO 22 Br	34.7	39.9	3.07	7.42	40.58	11.1	3.3
23DO	Tk Marine DO 23 St	34.7	39.9	3.07	-7.42	40.58	11.1	3.3
25DO	Tk Marine DO 25 Br	19.5	22.4	1.99	5.90	35.42	13.6	10.2
26DO	Tk Marine DO 26 St	19.5	22.4	1.99	-5.90	35.42	13.6	10.2
29DO	Tk Marine DO 29 Br	62.8	72.2	4.45	5.59	31.53	12.4	14.9
30DO	Tk Marine DO 30 St	62.8	72.2	4.45	-5.59	31.53	12.4	14.9
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	7.2	8.3	6.27	7.12	41.60	3.3	1.8
55DO	Tk MDO Daily 55 St	7.2	8.3	6.27	-7.12	41.60	3.3	1.8
56DO	Tk Marine DO 56 Br	18.0	20.7	6.27	7.13	39.32	8.3	4.5
57DO	Tk Marine DO 57 St	18.0	20.7	6.27	-7.13	39.32	8.3	4.5
58DO	Tk Marine DO 58 Br	54.1	62.2	5.18	5.90	35.42	13.6	10.2
59DO	Tk Marine DO 59 Br	43.3	49.7	5.18	3.20	35.43	10.9	5.2
60DO	Tk Marine DO 60 St	43.3	49.7	5.18	-3.20	35.43	10.9	5.2
61DO	Tk Marine DO 61 St	54.1	62.2	5.18	-5.90	35.42	13.6	10.2
62DO	Tk Marine DO 62 Br	96.6	111.0	6.27	5.50	16.90	44.5	53.5
63DO	Tk Marine DO 63 St	96.6	111.0	6.27	-5.50	16.90	44.5	53.5
	LIGHT FUEL	672.4	772.8	5.04	0.00	30.25	235.5	207.4

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

LUBRICATING OIL CONTENTS # 5 SPECIFIC WEIGHT = 0.900 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	7.6	8.4	6.301	7.124	42.900
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	7.6	8.4	6.301	-7.124	42.900
	LUBRICATING OIL	15.2	16.9	6.301	0.000	42.900

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
52LO	Tk Lubricant oil 52	7.4	8.3	6.27	7.12	42.90	3.3	1.8
53LO	Tk Lubricant oil 53	7.4	8.3	6.27	-7.12	42.90	3.3	1.8
	LUBRICATING OIL	14.9	16.5	6.27	0.00	42.90	6.6	3.6

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

FRESH WATER CONTENTS # 6 SPECIFIC WEIGHT = 1.000 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	134.8	134.8	5.968	0.000	58.220
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	15.2	15.2	2.800	2.344	56.821
13FW	Tk Fresh Water 13 St	15.2	15.2	2.800	-2.344	56.821
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	72.8	72.8	4.752	4.076	53.770
15FW	Tk Fresh Water 15 St	72.8	72.8	4.752	-4.076	53.770
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	17.9	17.9	6.339	5.868	50.636
43FW	Tk Fresh Water 43 St	17.9	17.9	6.339	-5.868	50.636
	FRESH WATER	346.8	346.8	5.218	0.000	55.444

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	132.1	132.1	5.94	0.00	58.22	45.3	309.7
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	14.9	14.9	2.77	2.34	56.82	6.2	5.4
13FW	Tk Fresh Water 13 St	14.9	14.9	2.77	-2.34	56.82	6.2	5.4
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	71.3	71.3	4.69	4.07	53.77	15.0	19.7
15FW	Tk Fresh Water 15 St	71.3	71.3	4.69	-4.07	53.77	15.0	19.7
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	17.6	17.6	6.31	5.87	50.64	7.6	5.6
43FW	Tk Fresh Water 43 St	17.6	17.6	6.31	-5.87	50.64	7.6	5.6
	FRESH WATER	339.8	339.8	5.18	0.00	55.44	102.8	371.0

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

BRINE CONTENTS # 8 SPECIFIC WEIGHT = 2.500 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
32BR	Tk Brine 32 Br	147.4	59.0	4.515	5.589	28.600
33BR	Tk Brine 33 St	147.4	59.0	4.515	-5.589	28.600
	BRINE	294.9	117.9	4.515	0.000	28.600

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
32BR	Tk Brine 32 Br	144.5	57.8	4.45	5.59	28.60	9.9	11.9
33BR	Tk Brine 33 St	144.5	57.8	4.45	-5.59	28.60	9.9	11.9
	BRINE	289.0	115.6	4.45	0.00	28.60	19.8	23.8

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

Lodos CONTENTS # 9 SPECIFIC WEIGHT = 2.800 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
35MD	Tk Mud 35 Br	123.8	44.2	4.515	5.589	23.725
36MD	Tk Mud 36 St	123.8	44.2	4.515	-5.589	23.725
38MD	Tk Mud 38 Br	165.1	59.0	4.515	5.589	26.000
39MD	Tk Mud 39 St	165.1	59.0	4.515	-5.589	26.000
	Lodos	577.9	206.4	4.515	0.000	25.025

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
35MD	Tk Mud 35 Br	121.4	43.3	4.45	5.59	23.73	7.4	8.9
36MD	Tk Mud 36 St	121.4	43.3	4.45	-5.59	23.73	7.4	8.9
38MD	Tk Mud 38 Br	161.8	57.8	4.45	5.59	26.00	9.9	11.9
39MD	Tk Mud 39 St	161.8	57.8	4.45	-5.59	26.00	9.9	11.9
	Lodos	566.4	202.3	4.45	0.00	25.02	34.6	41.6

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC	CONSTR	FNAM
PB2015	c001	pame

P R O C E S S C O M P L E T E D

TIME - 06.30.23

HULL FORM DEFINED WITH MODULE FSURF

DATA FILE: PRINTING FILE:rev2.lis DRAWING F.:

Parte IV

Cálculos de Arquitectura naval

Revisión C
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Tabla de hidrostáticas **3**

3. Estabilidad transversal **4**

3.1. Estabilidad transversal inicial 4

3.2. Estabilidad transversal a grandes ángulos. Curvas cruzadas. 5

4. Estados de carga **6**

4.1. Criterios de estabilidad transversal al estado intacto 6

4.1.1. Criterios generales para la navegación en aguas abiertas: 6

4.1.2. Criterios meterológicos 7

5. Conclusiones **8**

6. Bibliografía **9**

1. Introducción

El objetivo de esta parte pasa por mostrar los resultados de todos los cálculos de arquitectura naval referentes a:

- Curvas hidrostáticas, que reflejan el comportamiento de la carena del buque para los distintos calados.
- Curvas de brazos adrizantes.
- Estabilidad frente a las 4 condiciones de carga establecidas según OM-02-1992 PNA.
- Tabla y plano de capacidades y de centros de gravedad de los espacios.

Para hacer los cálculos hay que apoyarse en la normativa existente, que para el buque proyecto incluye a SOLAS [1], MARPOL [2], ABS [3], Convenio Internacional sobre líneas de carga [4] y Convenio sobre arqueo [5] de buques.

2. Tabla de hidrostáticas

Las curvas hidrostáticas indican parámetros y coeficientes del buque para distintos calados. Las propiedades de estas curvas dependen de las formas de la carena del buque, las cuales se definen en la parte 2, Dimensionamiento, cuando se determinan los coeficientes de forma mediante la transformación de la carena en el Foran.

Para hacer los cálculos se emplea el módulo hydros del programa Foran [6]. La densidad se fija en 1,025 t/m^3 , que es la del agua salada, y las características hidrostáticas que se muestran son:

- Desplazamiento ($\triangle$)
- Volumen de carena (∇)
- Calado (T)
- Eslora entre perpendiculares (L_{pp})
- Manga (B)
- Área de la flotación (A_{wl})
- Coeficientes de forma adimensionales (prismático (CP), de bloque (CB), de sección maestra (CM) y de flotación (C_f))
- Abscisa del centro de carena (XB)
- Abscisa del centro del área de flotación (LCF)
- Altura metacéntrica transversal (KM_t)
- Toneladas por centímetro de inmersión (TPcm)
- Momento de asiento unitario.(MTcm)
- Altura del centro de flotación (KB)
- Radio metacéntrico transversal (BM)

En la Tabla 1 se muestran los atributos de carena correspondientes al calado de diseño, siendo este de 6.4 m y con un asiento nulo.

ATRIBUTOS DE CARENA			
Desplazamiento	Δ	5145	Tons
Volumen de carena	∇	5020	m^3
Abscisa del centro de carena	XB	31,587	m
Área de flotación	A_{WL}	998,44	m^2
Radio metacéntrico transversal	BM_t	4,17	m
Coef. De bloque	CB	0,7	-
Coef. De sección media	CM	0,99	-
Coef. Prismático	CP	0,71	-
Momento de asiento unitario	MTcm	49,3	Tons*m
Toneladas por cm de inmersión	TPcm	10,23	Tons
Calado	T	6,4	m
Eslora entre perpendiculares	L_{pp}	65	m
Manga	B	16,8	m
Altura metacéntrica	KM	7,64	m
Centro del área de flotación	LCF	27,94	m
Altura del centro de flotación	KB	3,47	m
Coef. De flotación	C_f	0,91	-

Tabla 1: Características hidrostáticas de la carena para el calado de diseño

Las tablas hidrostáticas, están dadas para 16 calados (de 1 m a 8 m) sin trimado, es decir con asiento nulo.

El sistema de referencia que se emplea está localizado en el buque en la perpendicular de popa, siendo los valores positivos hacia proa y hacia babor. El asiento, si es que hay, se considera positivo cuando sea por popa.

En el anexo 1 se presenta una tabla que resume todos los atributos de carena para cada variación de calado y en el plano **PME-PB-010-004**, se grafican las curvas hidrostáticas, las cuales se obtienen mediante el módulo Hydros, estableciendo previamente los calados y trimados deseados.

3. Estabilidad transversal

Se define como la capacidad que tiene el buque de recobrar su posición de equilibrio (adrizarse) cuando es apartado apartado de este por una fuerza externa.

Empleando el módulo hydros se determina la estabilidad transversal inicial y la estabilidad transversal a grandes ángulos de escora.

3.1. Estabilidad transversal inicial

Para pequeños ángulos se puede definir el metacentro (M) como el punto donde se cortan el eje de crujía del barco y la vertical que pasa por el centro de empuje. Si el metacentro (M) está más alto que el centro de gravedad (G), el equilibrio del buque es estable; cuando el metacentro (M) está más bajo que el centro de gravedad (G), el par de fuerzas tiende por el contrario a inclinar más el barco y diremos que este es inestable; si el metacentro coincidiera con la situación del centro de gravedad, tendríamos un equilibrio indiferente.

El par adrizante que aparece ante una pequeña escora tiene la siguiente expresión:

$$Par\,adrizante = \triangle * GZ = \triangle * GM * sin\,(\theta)$$

El parámetro que se utiliza para evaluar la estabilidad inicial es el GM, la altura metacéntrica.

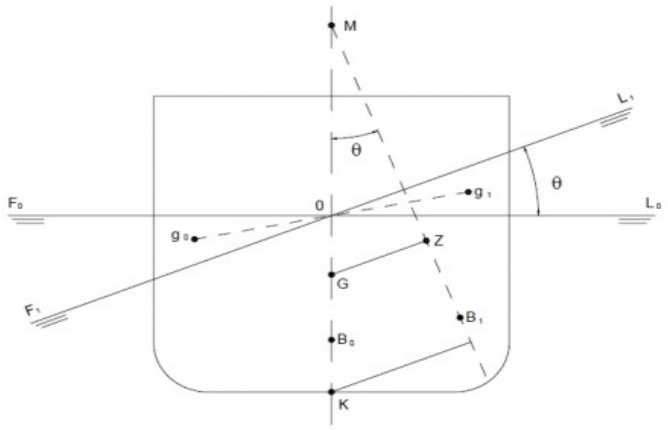


Figura 1: Estabilidad inicial

La altura metacéntrica transversal inicial (GM_0) no debe ser inferior a 0,15 m [7]. Para un calado de 6.4 metros y un asiento nulo, el valor para KM es de 7.64 metros. La posición del centro de gravedad, G, aún no se conoce, pero se estima en los lineamientos del proyecto que su valor para el máximo desplazamiento es de 4.152 metros, por encima del plano de construcción. Por lo tanto:

$$GM = KM - KG = 7{,}64\,m - 4{,}152\,m = 3{,}488\,m$$

3.2. Estabilidad transversal a grandes ángulos. Curvas cruzadas.

Cuando el ángulo de escora es mayor (a 30°), el metacentro ya no está en crujía y no se puede aplicar el razonamiento utilizado para escoras de pequeños ángulos, se denomina evoluta metacéntrica a la trayectoria que describe el metacentro a grandes ángulos. No obstante, el valor del par adrizante sigue siendo válido:

$$Par\,adrizante = \triangle * GZ$$

El parámetro indicativo de la estabilidad a grandes ángulos es el valor GZ que recibe el nombre de brazo adrizante. El producto de este brazo por el desplazamiento, Δ . GZ, se denomina momento adrizante o par adrizante. Para una determinada condición de carga, conocido G, el valor de GZ depende del ángulo de escora. Para una determinada situación de carga, estas curvas GZ en función del ángulo de escora es lo que se denomina curvas de estabilidad.

Al depender el brazo adrizante de estabilidad, GZ, de la posición del centro de gravedad del buque, G, los cálculos sólo sirven para una determinada situación de carga, definida por su desplazamiento y por la situación de su centro de gravedad.

Para solventar este problema se calculan las curvas de estabilidad con un centro de gravedad ficticio y, posteriormente, se corrigen para un determinado centro de gravedad. El centro de gravedad normalmente elegido es la intersección del plano de crujía con la línea de base y se suele denominar K.

Para una gama de desplazamientos y una serie de ángulos se calculan los brazos, en este caso, KN y constituyen las denominadas curvas cruzadas de estabilidad KN.

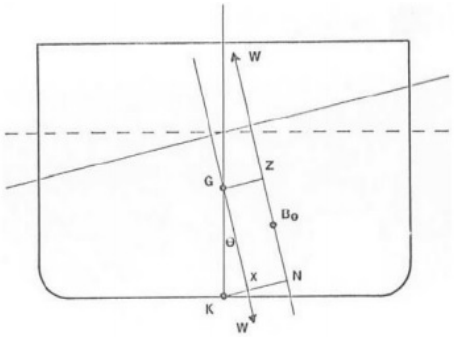


Figura 2: Estabilidad a grandes ángulos

De la figura anterior se deduce que una vez conocidas las curvas KN, para un determinado centro de gravedad, la expresión del brazo adrizante se excribe como:

$$GZ = KN - KG * sin\,(\theta)$$

Las curvas KN se trazan para 9 ángulos de escora (0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°), y para los desplazamientos comprendidos entre 500 y 5500 Toneladas.

En el anexo 2 se adjuntan las gráficas **PME-PB-010-012** que muestran las curvas cruzadas KN para la carena del buque de proyecto. Dichas curvas se obtienen del módulo Hydros del programa Foran y son calculadas para 5 condiciones, una de ellas sin asiento y las restantes con los asientos correspondientes a las 4 condiciones de carga que más adelante, en la presente parte, serán abordadas.

4. Estados de carga

Se estudian 4 condiciones de carga con el objetivo de determinar si el buque proyecto presenta los valores mínimos de estabilidad requeridos por la normativa vigente, OM-02-1992-PNA. Se dibujan las curvas de estabilidad para las condiciones de carga requeridas por la normativa. Dichas condiciones, en el caso del buque de proyecto son:

- Buque en condición de salida completamente cargado, con carga distribuida bajo cubierta y con carga detallada en posición y peso sobre la cubierta, con el total de provisiones y combustible, correspondientes a la peor condición de servicio en que se cumplen todos los criterios de estabilidad apropiados. (LC01)
- La misma condición anterior pero con el 10 % de provisiones y combustible. Es decir, el 10 % de consumibles, buque en condición de llegada. (LC02)
- Buque en lastre a la salida de viaje, sin carga pero con el total de provisiones y combustible. Es decir, 100 % de consumibles. (LC03)
- Buque en lastre al rendir viaje, sin carga y con el 10 % restante de provisiones y combustible. Es decir, en lastre y 10 % de consumibles. (LC04)

En *Tabla 2* se muestran los datos correspondientes a cada una de las condiciones de carga estudiadas.

Situación de carga	% Carga	% Consumibles
Salida con carga	100	100
Llegada con carga	100	10
Salida en lastre	0	100
Llegada en lastre	0	10

Tabla 2: Situaciones de carga del buque del proyecto

4.1. Criterios de estabilidad transversal al estado intacto

4.1.1. Criterios generales para la navegación en aguas abiertas:

- El área situada bajo la curva de brazos adrizantes no será inferior a 0,055 metros -radianes hasta un ángulo de escora de 30°, ni inferior a 0,09 metros-radianes hasta 40° o hasta el ángulo de inundación (θ_f), si éste es de menos de 40°. Además el área situada bajo la curva entre los ángulos de escora de 30° y 40°, o entre 30° y el ángulo de inundación (θ_f) si éste es menor de 40°, no será inferior a 0,03 metros-radianes.
- El brazo adrizante (GZ), será de 200 milímetros, como mínimo, para un ángulo de escora igual o superior a 30°.
- El brazo adrizante máximo (GZ máx.) corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30°, pero nunca inferior a 25°.
- La altura metacéntrica transversal inicial (GM) no será inferior a 150 milímetros, excepto para los buques pesqueros de una cubierta, o de superestructura incompleta, o de eslora no mayor a 70 metros, donde este valor será de 350 milímetros como mínimo.

4.1.2. Criterios meterológicos

- Se somete al buque a la acción de un viento constante que actúe perpendicularmente al eje longitudinal, lo que da como resultado un momento escorante.
- El brazo escorante se supone constante para todos los ángulos de inclinación. En estas circunstancias, y con referencia a la *Figura 3* el valor del área «b» debe ser igual o superior al área «a», es decir:

CWR = área «b»/área «a» mayor que 1

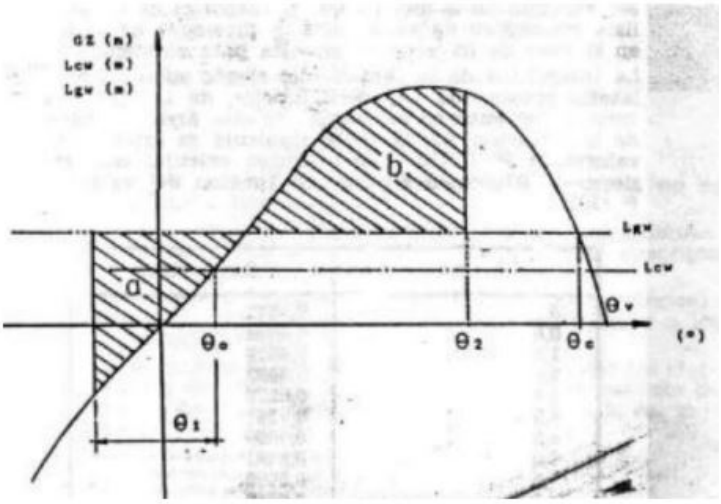


Figura 3

Donde:

- θ_0 =ángulo de escora provocado por un viento constante.
- θ_1 =ángulo de balance barlovento.
- θ_f =ángulo de inundación.
- θ_c =ángulo de segunda intersección entre curva de brazos escorantes.

En el anexo 3, se adjunta la tabla **PME-PB-010-008** en donde se muestran las 4 condiciones de cargas estudiadas y se indican los porcentajes de llenado de cada tanque en particular. En dicho documento también se adjuntan las curvas de brazos adrizantes, GZ, correspondientes para cada condición de carga.

Todos estos cálculos y gráficas se obtienen del módulo Load del programa Foran. En la *Tablas 3-4-5-6* se resumen los resultados obtenidos para la estabilidad del buque en las 4 condiciones de carga estudiadas.

Criterios generales					
Condición de carga	***Resumen***	***Condición para***	***Valor límite [7]***	***Valor real***	***Cumple***
LC01	Estabilidad dinámica	0° - 30°	0,055 m*rd	0,350 m*rd	OK
		0° - 40°	0,09 m*rd	0,545 m*rd	OK
		30° - 40°	0,03 m*rd	0,195 m*rd	OK
	Brazo adrizante	Θ ≥ 30°	0,2 m	1,36 m	OK
	Brazo adrizante máximo	30° < Θ	25°	56,1°	OK
	Altura metacéntrica	-	0,150 m	3,566 m	OK
	Criterios meteorológicos				
	Viento	Área b > Área a	Área a 14,068	Área b 41,55	OK

Tabla 3: Criterios de estabilidad del buque para la condición LC01

Criterios generales					
Condición de carga	**Resumen**	**Condición para**	**Valor límite [7]**	**Valor real**	**Cumple**
LC02	Estabilidad dinámica	0° - 30°	0,055 m*rd	0,364 m*rd	OK
		0° - 40°	0,09 m*rd	0,563 m*rd	OK
		30° - 40°	0,03 m*rd	0,199 m*rd	OK
	Brazo adrizante	Θ ≥ 30°	0,2 m	1,29 m	OK
	Brazo adrizante máximo	30° < Θ	25°	50°	OK
	Altura metacéntrica	-	0,150 m	3,2 m	OK
	Criterios meteorológicos				
	Viento	Área b > Área a	Área a: 13,88	Área b: 41,43	OK

Tabla 4: Criterios de estabilidad del buque para la condición LC02

Criterios generales					
Condición de carga	**Resumen**	**Condición para**	**Valor límite [7]**	**Valor real**	**Cumple**
LC03	Estabilidad dinámica	0° - 30°	0,055 m*rd	0,438 m*rd	OK
		0° - 40°	0,09 m*rd	0,715 m*rd	OK
		30° - 40°	0,03 m*rd	0,276 m*rd	OK
	Brazo adrizante	Θ ≥ 30°	0,2 m	1,85 m	OK
	Brazo adrizante máximo	30° < Θ	25°	51,9°	OK
	Altura metacéntrica	-	0,150 m	3,3 m	OK
	Criterios meteorológicos				
	Viento	Área b > Área a	Área a: 15,083	Área b: 55,57	OK

Tabla 5: Criterios de estabilidad del buque para la condición LC03

Criterios generales					
Condición de carga	**Resumen**	**Condición para**	**Valor límite [7]**	**Valor real**	**Cumple**
LC04	Estabilidad dinámica	0° - 30°	0,055 m*rd	0,521 m*rd	OK
		0° - 40°	0,09 m*rd	0,895 m*rd	OK
		30° - 40°	0,03 m*rd	0,373 m*rd	OK
	Brazo adrizante	Θ ≥ 30°	0,2 m	2,26 m	OK
	Brazo adrizante máximo	30° < Θ	25°	46,5°	OK
	Altura metacéntrica	-	0,150 m	3,2 m	OK
	Criterios meteorológicos				
	Viento	Área b > Área a	Área a: 16,63	Área b: 68,14	OK

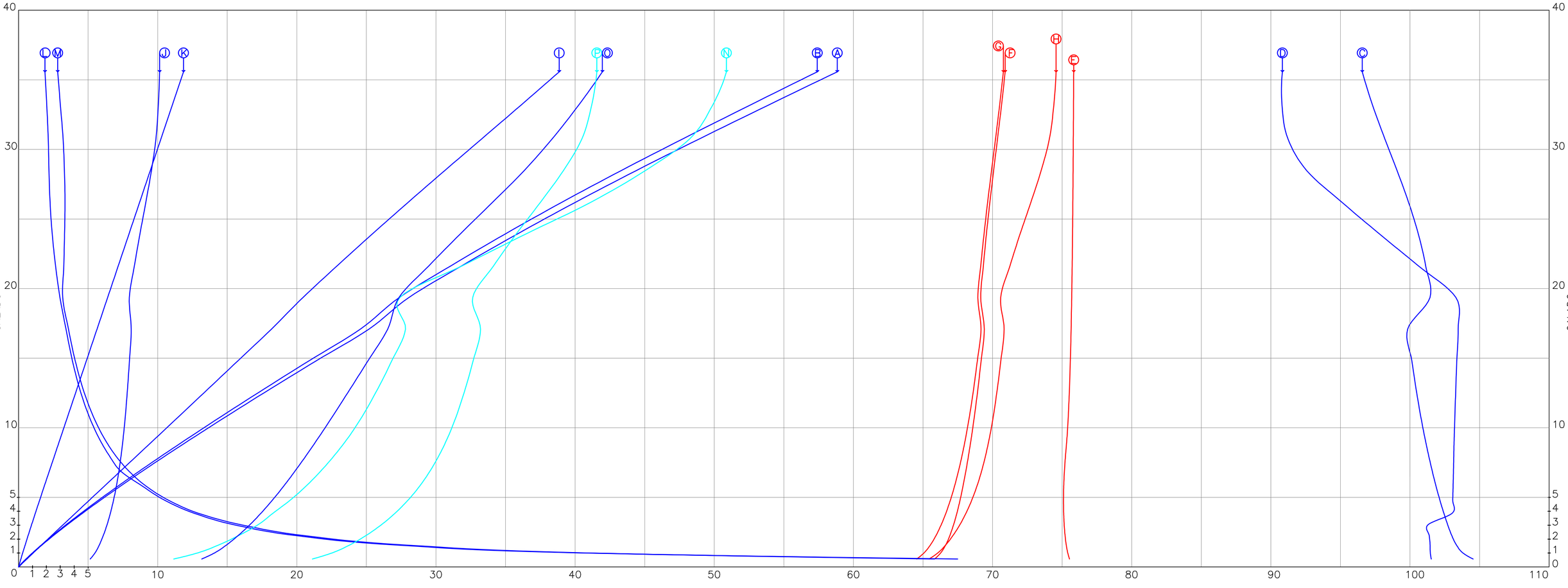
Tabla 6: Criterios de estabilidad del buque para la condición LC04

5. Conclusiones

En las tablas precedentes se puede ver que para las distintas condiciones se cumplen los requerimientos impuestos por los criterios correspondientes a PNA. Si se comparan las 4 condiciones, se puede ver que la condición más segura del buque es la LC04, ya que es la que presenta mayor estabilidad dinámica (mayor área en la curva de brazos adrizantes, ver documento PME-PB-010-013) para los diferentes ángulos de escora. Sin embargo, de las 4 condiciones la que presenta una mayor altura metacéntrica es la LC01 (condición de máxima carga). No obstante, es la que posee una menor reserva de flotabilidad, ya que es la que tiene el menor francobordo.

6. Bibliografía

- [1] OMI, *Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS)*, Capítulo II-I Regla 12. Londres, Julio 2002.
- [2] OMI, *Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL).* Londres, Marzo 2002.
- [3] ABS, *Rules for building and classing, Part 3, Chapter 3 Hull construction and equipment.* March 2014.
- [4] PNA, *Convenio internacional sobre líneas de carga*, Agosto 2009.
- [5] Marina Mercante, *Convenio sobre arqueo de buques*, Septiembre 1982.
- [6] Foran, (2008). General Design Subsystem, Hydros Module.
- [7] PNA, *Normas y criterios de estabilidad transversal para buques, OM N° 2-92.* Abril 1992.



CURVA	DESCRIPCIÓN	1CM EQUIVALENTE A	
A–DISFA	DESPLAZAMIENTO CON APÉNDICES	100.0000	T
B–DISV	VOLUMEN SIN APÉNDICES	100.0000	M3
C–XCBA	ABSCISA CENTRO DE CARENA	0.4000	M
D–XCF	C. DE G. DEL PLANO DE FLOTACIÓN	0.5000	M
E–CX	COEFICIENTE DE SECCIÓN MEDIA		
F–CP	COEFICIENTE PRISMÁTICO		
G–CB	COEFICIENTE DE BLOQUE		
H–CW	COEFICIENTE DEL ÁREA DE FLOTACIÓN		
I–KB	ORDENADA DEL CENTRO DE CARENA	0.1000	M
J–AW	ÁREA DE FLOTACIÓN	100.0000	M2
K–AX	ÁREA DE LA SECCIÓN MÁXIMA	10.0000	M2
L–ZBM	RADIO METACÉNTRICO TRANSVERSAL	2.0000	M
M–ZBML	RADIO METACÉNTRICO LONGITUDINAL	20.0000	M
N–MTC	MOMENTO DE ASIENTO UNITARIO	1.0000	TXCM
O–S	SUPERFICIE MOJADA	40.0000	M2
P–TCI	TONELADAS POR CM. DE INMERSIÓN	0.2500	T/CM

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	–
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	–

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 07/07/2016			

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	C	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME–PB–010–004	A2

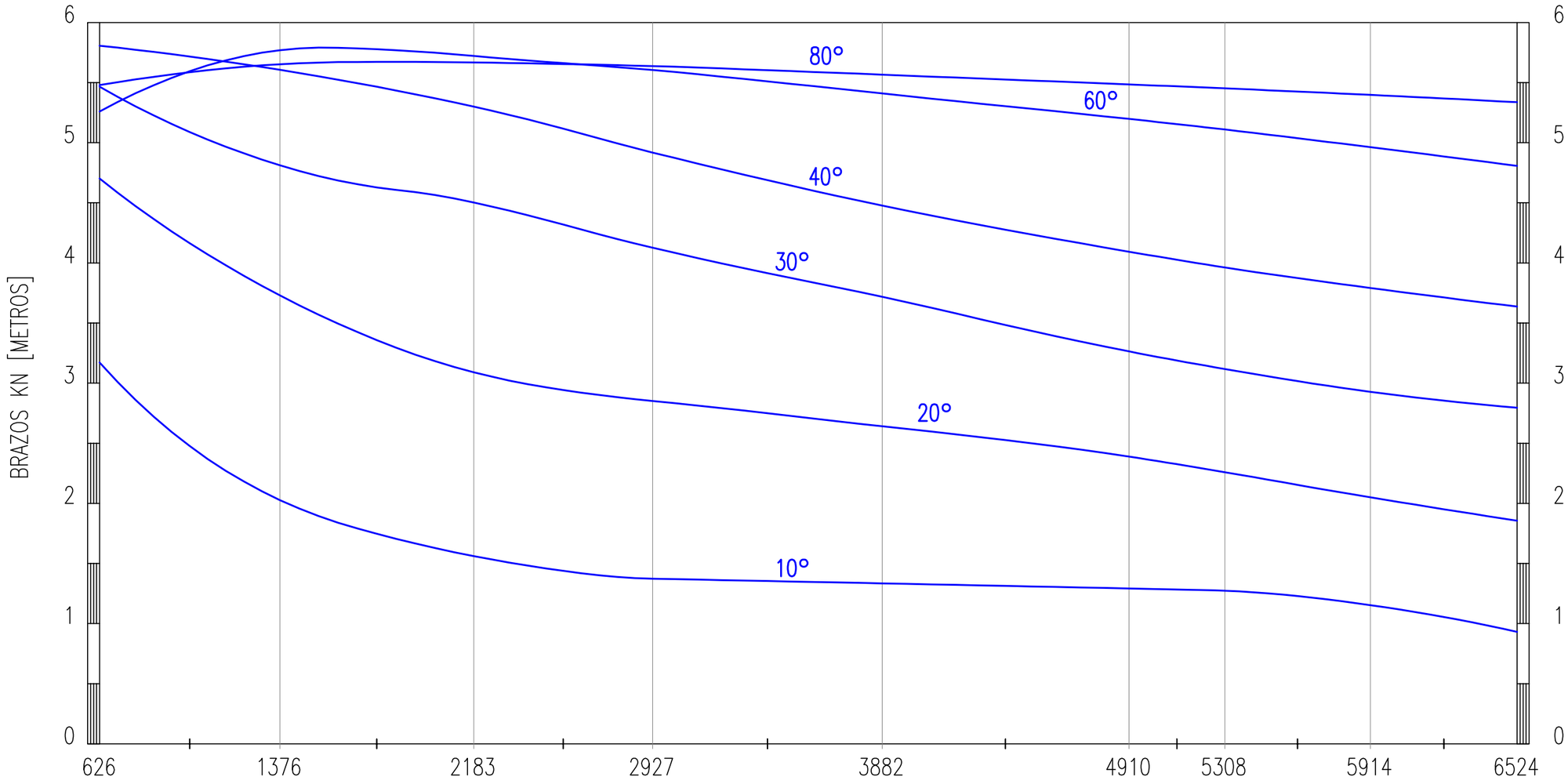
ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

CURVAS HIDROSTÁTICAS

MODIFICACIONES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
C	CORRECCIÓN SEGÚN NFI		PME	NFI
B	CORRECCIÓN SEGÚN NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI



ESCALAS

BRAZOS KN	1 CM	–	0.400 M
DESPLAZAMIENTO	1 CM	–	200.0 T

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M	MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M	BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	–
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M	TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
MOULDED BREADTH	B	16.800	M	VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M	SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	–

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
C	CORRECCIÓN SEGÚN NFI	07/07/16	PME	NFI
B	CORRECCIÓN SEGÚN NFI	22/04/16	PME	NFI
A	INICIAL	07/04/16	PME	NFI

NOTA: LA CURVAS CRUZADAS SE CORRESPONDEN A UNA CARENA SIN ASIENTO EN EL CALADO MÁX.

CURVAS CRUZADAS KN

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo		
FECHA: 07/07/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	C	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME–PB–010–012	A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

FORAN SYSTEM

LOAD MODULE

VERSION 70

LOADING CONDITIONS

CUSTOMER -
Copyright (c) 2010 Sener, Ingenier&#65533;a y Sistemas

Loading condition " LC01" DEPARTURE 100% CONS.

SELECTED OPTIONS

Standard calculation
Ship in calm water
Specific weight of the sea water : 1.025 T/M3.
Gaz discount : 2.0 %
Thickness of the keel plate : 0 MM
Metacentric height calculated for maximum inertia in tanks
Abcissae referenced to aft perpendicular
Draft mark abcissae (AP): 0.00 M. Draft mark abcissae (FP): 65.00M.
Calculation method : Direct calculation.

STABILITY OPTIONS

Heeling angles:
0.00 5.00 10.00 15.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00
Free surfaces correction by inertia moments
Correction by free surfaces considering heel and trim
KN values calculated with free trim

LONGITUDINAL STRENGTH OPTIONS

Longitudinal strength calculated

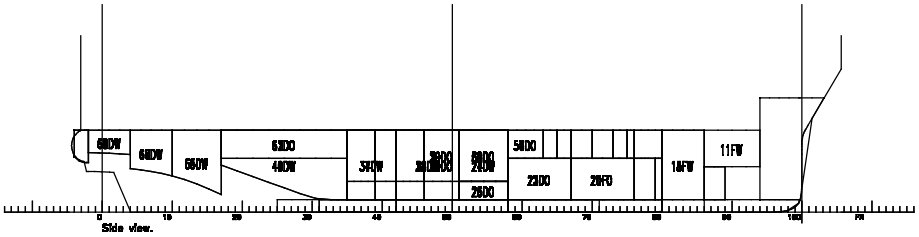
LIST OF LOADS

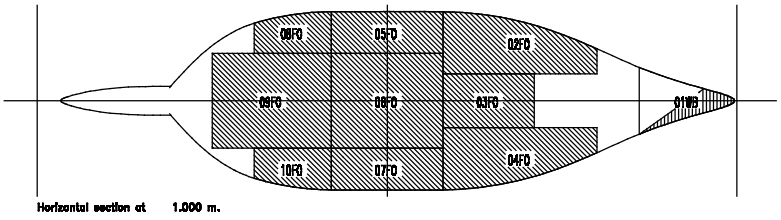
IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
	LIGHTSHIP WEIGHT	**1455.7**	**3.900**	**36.036**	
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	0.0	0.000	0.000	0.0
24DO	Tk Drill Water 24 Br	28.8	4.315	35.425	0.0
27DW	Tk Drill Water 27 St	28.8	4.315	35.425	0.0
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.1	4.315	30.225	0.0
34DW	Tk Drill Water 34 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
37DW	Tk Drill Water 37 St	0.0	0.000	0.000	0.0
40DW	Tk Drill Water 40 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
41DW	Tk Drill Water 41 St	0.0	0.000	0.000	0.0
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.1	4.315	30.225	0.0
64DW	Tk Drill Water 64 Br	114.4	5.588	8.936	0.0
65DW	Tk Drill Water 65 St	114.4	5.588	8.936	0.0
70DW	Tk Drill Water 70 Br	15.9	6.470	-1.941	0.0
66DW	Tk Drill Water 66 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
67DW	Tk Drill Water 67 St	0.0	0.000	0.000	0.0
68DW	Tk Drill Water 68 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
69DW	Tk Drill Water 69 St	0.0	0.000	0.000	0.0
71DW	Tk Drill Water 71 St	15.9	6.470	-1.941	0.0
72DW	Tk Drill Water 72 CL	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**WATER BALLAST**	**392.5**	**5.232**	**15.969**	**0.0**
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	59.5	0.603	43.682	0.0
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	42.9	0.563	41.925	0.0
04FO	Tk Heavy FO 04 St	59.5	0.603	43.682	0.0
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	37.6	0.592	32.503	0.0
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	93.0	0.563	32.500	0.0
07FO	Tk Heavy FO 07 St	37.6	0.592	32.503	0.0
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	21.8	0.617	24.029	0.0
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	96.9	0.572	21.865	0.0
10FO	Tk Heavy FO 10 St	21.8	0.617	24.029	0.0
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	13.4	3.247	50.316	0.0
19FO	Tk Heavy FO 19 St	13.4	3.247	50.316	0.0
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	35.7	3.207	46.115	0.0
21FO	Tk Heavy FO 21 St	35.7	3.207	46.115	0.0
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	6.1	6.308	48.085	0.0
47FO	Tk HFO Daily 47 St	6.1	6.308	48.085	0.0
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	10.5	6.292	46.457	0.0
49FO	Tk HFO Settl 49 St	10.5	6.292	46.457	0.0
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	11.2	6.280	44.519	0.0
51FO	Tk Heavy FO 51 St	11.2	6.280	44.519	0.0
TOTAL	**HEAVY FUEL**	**624.4**	**1.507**	**36.562**	**0.0**
22DO	Tk Marine DO 22 Br	34.7	3.071	40.576	0.0
23DO	Tk Marine DO 23 St	34.7	3.071	40.576	0.0
25DO	Tk Marine DO 25 Br	19.5	1.986	35.425	0.0
26DO	Tk Marine DO 26 St	19.5	1.986	35.425	0.0
29DO	Tk Marine DO 29 Br	62.8	4.453	31.525	0.0
30DO	Tk Marine DO 30 St	62.8	4.453	31.525	0.0
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	7.2	6.274	41.600	0.0
55DO	Tk MDO Daily 55 St	7.2	6.274	41.600	0.0
56DO	Tk Marine DO 56 Br	18.0	6.274	39.325	0.0
57DO	Tk Marine DO 57 St	18.0	6.274	39.325	0.0
58DO	Tk Marine DO 58 Br	54.1	5.181	35.425	0.0

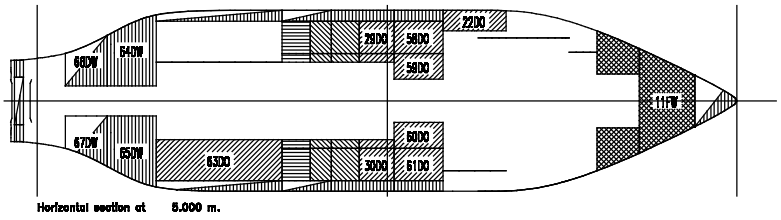
IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
59DO	Tk Marine DO 59 Br	43.3	5.181	35.425	0.0
60DO	Tk Marine DO 60 St	43.3	5.181	35.425	0.0
61DO	Tk Marine DO 61 St	54.1	5.181	35.425	0.0
62DO	Tk Marine DO 62 Br	96.6	6.274	16.900	0.0
63DO	Tk Marine DO 63 St	96.6	6.274	16.900	0.0
TOTAL	**LIGHT FUEL**	**672.4**	**5.038**	**30.247**	**0.0**
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	7.4	6.274	42.900	0.0
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	7.4	6.274	42.900	0.0
TOTAL	**LUBRICATING OIL**	**14.9**	**6.274**	**42.900**	**0.0**
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	132.1	5.936	58.219	0.0
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	14.9	2.772	56.821	0.0
13FW	Tk Fresh Water 13 St	14.9	2.772	56.821	0.0
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	71.3	4.695	53.769	0.0
15FW	Tk Fresh Water 15 St	71.3	4.695	53.769	0.0
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	17.6	6.314	50.635	0.0
43FW	Tk Fresh Water 43 St	17.6	6.314	50.635	0.0
TOTAL	**FRESH WATER**	**339.8**	**5.176**	**55.443**	**0.0**
35BR	Tk Brine 35 Br	144.5	4.453	24.050	0.0
36BR	Tk Brine 36 St	144.5	4.453	24.050	0.0
TOTAL	**BRINE**	**289.0**	**4.453**	**24.050**	**0.0**
32MD	Tk Mud 32 Br	161.8	4.453	28.600	0.0
33MD	Tk Mud 33 St	161.8	4.453	28.600	0.0
38MD	Tk Mud 38 Br	121.4	4.453	26.325	0.0
39MD	Tk Mud 39 St	121.4	4.453	26.325	0.0
TOTAL	**Lodos**	**566.4**	**4.453**	**27.625**	**0.0**
	cemento	125.0	3.000	14.300	
	reductor Br	9.9	0.500	16.900	
	reductor St	9.9	0.500	16.900	
	Trip y efectos	7.0	8.000	52.000	
	Cubertada Br	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada St	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada CL	100.0	6.900	20.800	
TOTAL	LOCAL LOADS	451.8	5.558	19.314	
	DISPLACEMENT	5181.8	4.121	31.254	
79	8	0			
	DISPLACEMENT	**5181.8**	**4.121**	**31.254**	

TOTAL LOADS

DESCRIPTION	WEIGHT (t)	ZCG S/B (m)	Z-MOM (mt)	XCG PPP (m)	X-MOM (mt)	YCG (m)	Y-MOM (mt)	INERTIA M. (m4)
WATER BALLAST	392.5	5.232	2053.44	15.969	6267.66	-0.000	-0.00	0.0
HEAVY FUEL	624.4	1.507	941.12	36.562	22829.97	-0.000	-0.00	0.0
LIGHT FUEL	672.4	5.038	3387.24	30.247	20337.01	0.000	0.00	0.0
LUBRICATING OIL	14.9	6.274	93.41	42.900	638.68	0.000	0.00	0.0
FRESH WATER	339.8	5.176	1759.06	55.443	18840.77	0.000	0.00	0.0
BRINE	289.0	4.453	1286.64	24.050	6949.58	-0.000	-0.00	0.0
Lodos	566.4	4.453	2521.80	27.625	15645.87	0.000	0.00	0.0
LOCAL LOADS	451.8	5.558	2510.90	19.314	8726.12	0.000	0.00	
DEADWEIGHT	3726.1	4.208	15679.4	29.387	109498.9	-0.000	-0.0	
LIGHTSHIP	1455.7	3.900	5677.0	36.036	52455.1	0.000	0.0	
DISPLACEMENT	5181.8	4.121	21355.6	31.254	161953.3	-0.000	-0.0	







WATER BALLAST HEAVY FUEL

EQUILIBRIUM WATERPLANE

DRAFTS (MOULDED)

6.576 m
6.248 m
6.412 m
49.495 m

CENTRE OF GRAVITY (A.P.) LCG = 31.254 KG = 4.121 m
CENTRE OF BUOYANCY (A.P.) LCB = 31.251 KB = 3.495 m
CENTRE OF FLOTATION (A.P.) LCF = 27.815

GM = 3.566 m
GMc= 3.566 m
KM = 7.688 m
C.G. O/BASE (CORR. BY FREE SURF.) 4.121 m.

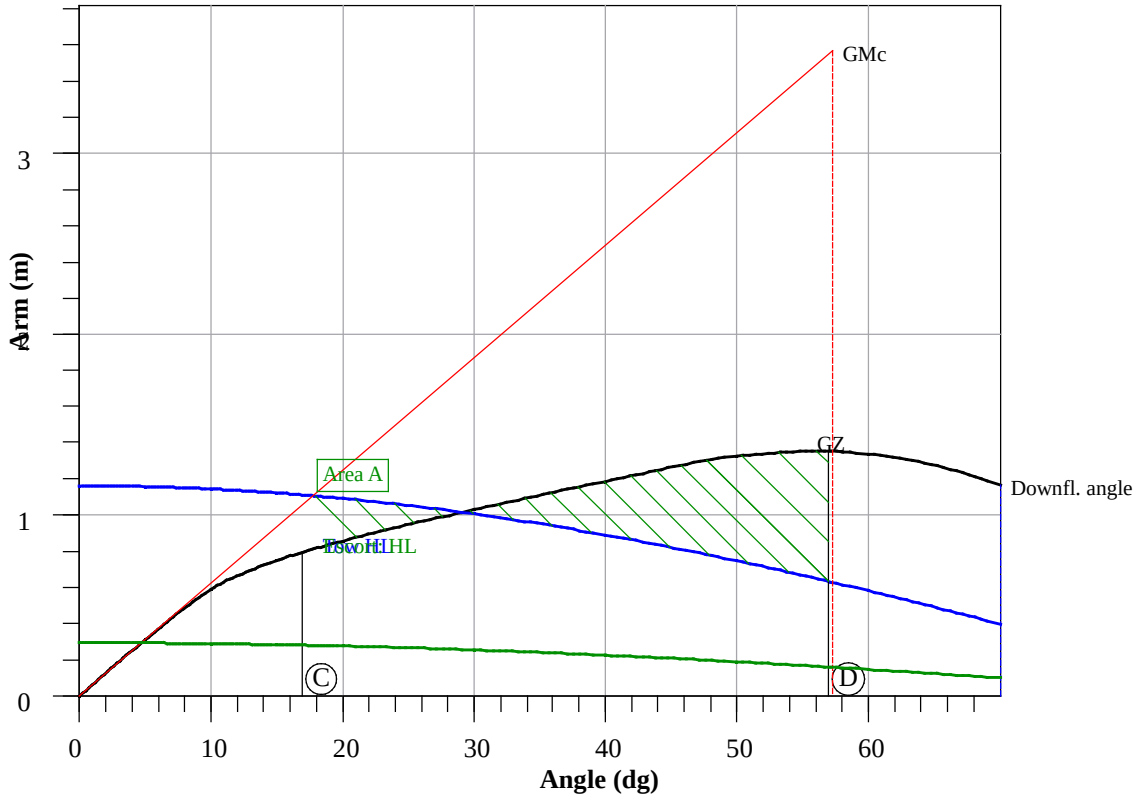
STABILITY CURVES

ANG (deg)	KN (m)	GZ (m)	DN (mm*rad)
0.000	0.000	0.000	0.000
5.000	0.668	0.309	13.683
10.000	1.304	0.589	53.386
15.000	1.815	0.748	112.346
20.000	2.265	0.855	182.532
30.000	3.090	1.029	347.451
40.000	3.835	1.183	540.737
50.000	4.494	1.324	760.581
60.000	4.960	1.336	994.964
70.000	5.252	1.165	1215.901

STABILITY CRITERIA: ABS Tugs

VARIABLE	VALUE	UNIT
Max bollard pull	10000.0	kN
Propulsion coefficient	0.50	
Height of hook over base line	15.000	m
Escort: Ft Tow Line Pull Force	140.0	tons
Escort: Fp Total propulsion thurster force	60.0	tons
Escort: Fh Hull & App force	200.0	tons
Escort: Propulsor centres height	1.000	m
Escort: Propulsor centres halfbreath	3.000	m

DESCRIPTION	REQUIRED	ACTUAL	UNIT	STATUS
Dynamic stability up to 30.0	0.0550	0.5198	m*rd	Ok
Downflooding angle		70.00	dg	
Dynamic stability up to 40.0	0.0900	0.8923	m*rd	Ok
Dynamic stability from 30.0 to 40.0	0.0300	0.3725	m*rd	Ok
Max. GZ for heel > 30 dg	0.200	2.260	m	Ok
Angle of GZ max	25.00	47.70	dg	Ok
Corrected Metacentric Height	0.150	3.566	m	Ok
Heel angle (Theta_C)		16.93	dg	
Maximum heel (Theta_D)		56.93	dg	
Area A	0.090	0.767	m*rd	Ok
Escort: Equilibrium due to heeling moment	< 13.5	4.9	DEG	Ok


GMc
GZ
Area A
Downfl. angle
C
D
3
1
0
0
10
20
30
40
50
60
Arm (m)
Angle (dg)

LONGITUDINAL STRENGTH - MAXIMUM VALUES

	-SAGG./+HOGG.	FRAME NUMBER	ABSCISSA A.P.
MAXIMUM POSITIVE SHEARING FORCE	353.70 T	47.000	30.550 M
MAXIMUM NEGATIVE SHEARING FORCE	-321.58 T	35.000	22.750 M
MAXIMUM POSITIVE BENDING MOMENT	1168.51 T	75.000	48.750 M
MAXIMUM NEGATIVE BENDING MOMENT	-3705.94 T	41.000	26.650 M

Loading condition " LC02" ARRIVAL 10 % CONS.

SELECTED OPTIONS

Standard calculation
Ship in calm water
Specific weight of the sea water : 1.025 T/M3.
Gaz discount : 2.0 %
Thickness of the keel plate : 0 MM
Metacentric height calculated for maximum inertia in tanks
Abcissae referenced to aft perpendicular
Draft mark abcissae (AP): 0.00 M. Draft mark abcissae (FP): 65.00M.
Calculation method : Direct calculation.

STABILITY OPTIONS

Heeling angles:
0.00 5.00 10.00 15.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00
Free surfaces correction by inertia moments
Correction by free surfaces considering heel and trim
KN values calculated with free trim

LONGITUDINAL STRENGTH OPTIONS

Longitudinal strength calculated

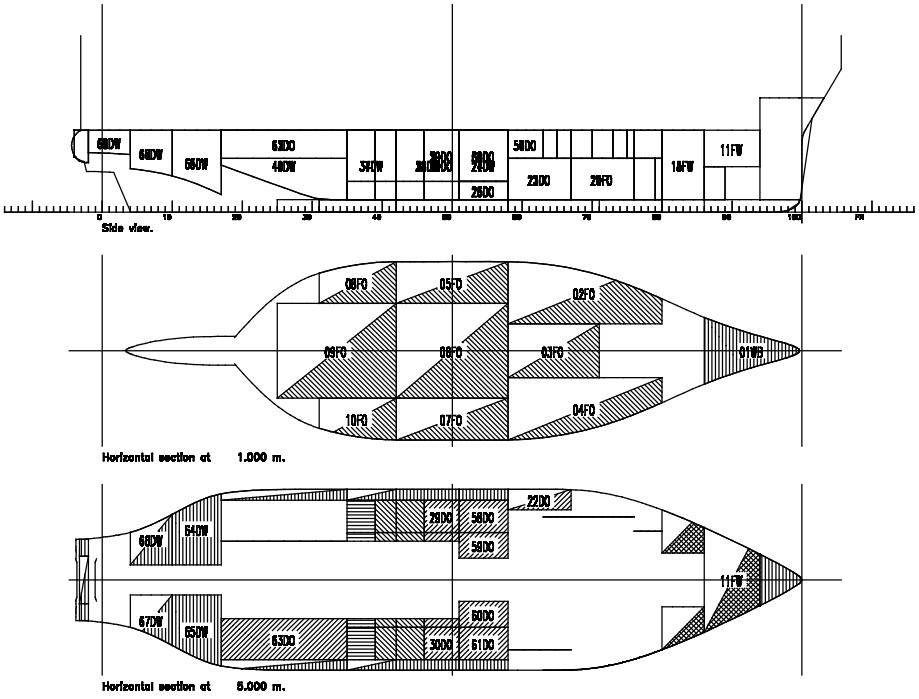
LIST OF LOADS

IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
	LIGHTSHIP WEIGHT	**1455.7**	**3.900**	**36.036**	
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	161.6	6.036	62.253	0.0
37DW	Tk Drill Water 37 St	0.0	0.000	0.000	0.0
40DW	Tk Drill Water 40 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
41DW	Tk Drill Water 41 St	0.0	0.000	0.000	0.0
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.1	4.315	30.225	0.0
24DO	Tk Drill Water 24 Br	28.8	4.315	35.425	0.0
27DW	Tk Drill Water 27 St	28.8	4.315	35.425	0.0
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.1	4.315	30.225	0.0
34DW	Tk Drill Water 34 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
64DW	Tk Drill Water 64 Br	114.4	5.588	8.936	0.0
65DW	Tk Drill Water 65 St	114.4	5.588	8.936	0.0
70DW	Tk Drill Water 70 Br	15.9	6.470	-1.941	0.0
66DW	Tk Drill Water 66 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
67DW	Tk Drill Water 67 St	0.0	0.000	0.000	0.0
68DW	Tk Drill Water 68 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
69DW	Tk Drill Water 69 St	0.0	0.000	0.000	0.0
71DW	Tk Drill Water 71 St	15.9	6.470	-1.941	0.0
72DW	Tk Drill Water 72 CL	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**WATER BALLAST**	**554.1**	**5.466**	**29.468**	**0.0**
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	6.1	0.081	42.876	77.0
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	4.4	0.058	41.925	71.6
04FO	Tk Heavy FO 04 St	6.1	0.081	42.876	77.0
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	3.8	0.072	32.507	22.5
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	9.5	0.058	32.500	480.2
07FO	Tk Heavy FO 07 St	3.8	0.072	32.507	22.5
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	2.2	0.089	24.367	8.2
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	9.9	0.064	22.266	478.8
10FO	Tk Heavy FO 10 St	2.2	0.089	24.367	8.2
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	1.4	1.448	50.281	0.7
19FO	Tk Heavy FO 19 St	1.4	1.448	50.281	0.7
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	3.6	1.426	45.865	2.2
21FO	Tk Heavy FO 21 St	3.6	1.426	45.865	2.2
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	0.6	5.141	48.082	0.8
47FO	Tk HFO Daily 47 St	0.6	5.141	48.082	0.8
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	1.1	5.136	46.452	1.9
49FO	Tk HFO Settl 49 St	1.1	5.136	46.452	1.9
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	1.1	5.132	44.515	2.5
51FO	Tk Heavy FO 51 St	1.1	5.132	44.515	2.5
TOTAL	**HEAVY FUEL**	**63.7**	**0.735**	**36.464**	**1261.9**
22DO	Tk Marine DO 22 Br	3.5	1.363	40.476	2.7
23DO	Tk Marine DO 23 St	3.5	1.363	40.476	2.7
25DO	Tk Marine DO 25 Br	19.5	1.986	35.425	0.0
26DO	Tk Marine DO 26 St	19.5	1.986	35.425	0.0
29DO	Tk Marine DO 29 Br	62.8	4.453	31.525	0.0
30DO	Tk Marine DO 30 St	62.8	4.453	31.525	0.0
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	0.7	5.130	41.600	1.8
55DO	Tk MDO Daily 55 St	0.7	5.130	41.600	1.8
56DO	Tk Marine DO 56 Br	1.8	5.130	39.325	4.5
57DO	Tk Marine DO 57 St	1.8	5.130	39.325	4.5
58DO	Tk Marine DO 58 Br	54.1	5.181	35.425	0.0

IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
59DO	Tk Marine DO 59 Br	43.3	5.181	35.425	0.0
60DO	Tk Marine DO 60 St	43.3	5.181	35.425	0.0
61DO	Tk Marine DO 61 St	54.1	5.181	35.425	0.0
62DO	Tk Marine DO 62 Br	96.6	6.274	16.900	0.0
63DO	Tk Marine DO 63 St	96.6	6.274	16.900	0.0
TOTAL	**LIGHT FUEL**	**564.8**	**5.124**	**28.326**	**17.9**
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	0.8	5.130	42.899	1.8
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	0.8	5.130	42.899	1.8
TOTAL	**LUBRICATING OIL**	**1.5**	**5.130**	**42.899**	**3.6**
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	13.5	4.391	58.196	171.5
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	1.5	1.355	56.811	1.7
13FW	Tk Fresh Water 13 St	1.5	1.355	56.811	1.7
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	7.3	1.667	53.658	4.7
15FW	Tk Fresh Water 15 St	7.3	1.667	53.658	4.7
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	1.8	5.142	50.624	3.6
43FW	Tk Fresh Water 43 St	1.8	5.142	50.624	3.6
TOTAL	**FRESH WATER**	**34.7**	**3.059**	**55.385**	**191.5**
35BR	Tk Brine 35 Br	144.5	4.453	24.050	0.0
36BR	Tk Brine 36 St	144.5	4.453	24.050	0.0
TOTAL	**BRINE**	**289.0**	**4.453**	**24.050**	**0.0**
32MD	Tk Mud 32 Br	161.8	4.453	28.600	0.0
33MD	Tk Mud 33 St	161.8	4.453	28.600	0.0
38MD	Tk Mud 38 Br	121.4	4.453	26.325	0.0
39MD	Tk Mud 39 St	121.4	4.453	26.325	0.0
TOTAL	**Lodos**	**566.4**	**4.453**	**27.625**	**0.0**
	cemento	125.0	3.000	14.300	
	reductor Br	9.9	0.500	16.900	
	reductor St	9.9	0.500	16.900	
	Trip y efectos	7.0	8.000	52.000	
	Cubertada Br	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada St	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada CL	100.0	6.900	20.800	
TOTAL	LOCAL LOADS	451.8	5.558	19.314	
	DISPLACEMENT	4356.6	4.408	29.765	
79	8	0			
	DISPLACEMENT	**4356.6**	**4.408**	**29.765**	

TOTAL LOADS

DESCRIPTION	WEIGHT (t)	ZCG S/B (m)	Z-MOM (mt)	XCG PPP (m)	X-MOM (mt)	YCG (m)	Y-MOM (mt)	INERTIA M. (m4)
WATER BALLAST	554.1	5.466	3028.92	29.468	16328.73	0.000	0.00	0.0
HEAVY FUEL	63.7	0.735	46.86	36.464	2323.37	-0.000	-0.00	1497.3
LIGHT FUEL	564.8	5.124	2893.85	28.326	15997.61	0.000	0.00	18.2
LUBRICATING OIL	1.5	5.130	7.79	42.899	65.17	0.000	0.00	3.6
FRESH WATER	34.7	3.059	106.07	55.385	1920.53	0.000	0.00	201.5
BRINE	289.0	4.453	1286.64	24.050	6949.58	-0.000	-0.00	0.0
Lodos	566.4	4.453	2521.80	27.625	15645.87	0.000	0.00	0.0
LOCAL LOADS	451.8	5.558	2510.90	19.314	8726.12	0.000	0.00	
DEADWEIGHT	2900.9	4.663	13526.9	26.619	77219.1	-0.000	-0.0	
LIGHTSHIP	1455.7	3.900	5677.0	36.036	52455.1	0.000	0.0	
DISPLACEMENT	4356.6	4.408	19204.9	29.765	129674.6	-0.000	-0.0	



WATER BALLAST HEAVY FUEL

EQUILIBRIUM WATERPLANE

DRAFTS (MOULDED)

6.614 m
4.292 m
5.453 m
47.630 m

CENTRE OF GRAVITY (A.P.) LCG = 29.765 KG = 4.408 m
CENTRE OF BUOYANCY (A.P.) LCB = 29.717 KB = 3.056 m
CENTRE OF FLOTATION (A.P.) LCF = 27.511

GM = 3.531 m
GMc= 3.216 m
KM = 7.939 m
C.G. O/BASE (CORR. BY FREE SURF.) 4.723 m.

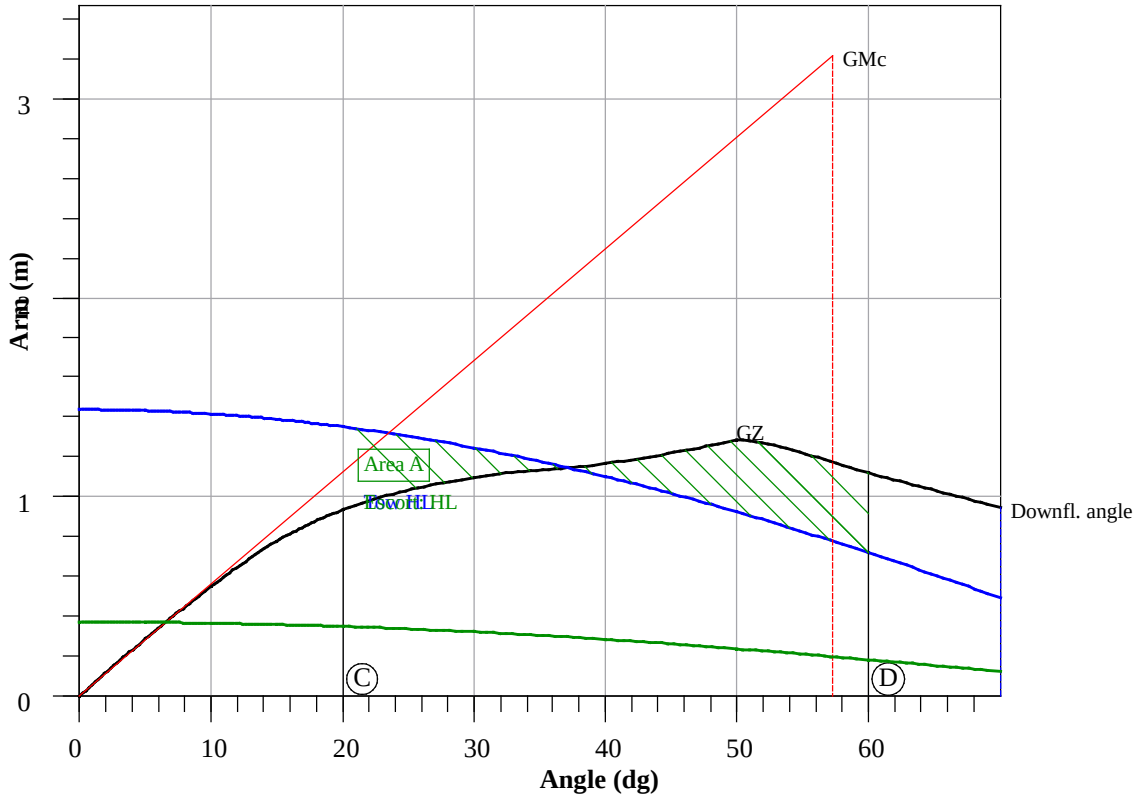
STABILITY CURVES

ANG (deg)	KN (m)	GZ (m)	DN (mm*rad)
0.000	0.000	0.000	0.000
5.000	0.690	0.285	12.605
10.000	1.344	0.548	49.137
15.000	1.955	0.778	107.344
20.000	2.481	0.934	182.462
30.000	3.345	1.095	361.636
40.000	4.052	1.164	559.145
50.000	4.732	1.283	772.028
60.000	5.057	1.118	983.710
70.000	5.382	0.943	1163.656

STABILITY CRITERIA: ABS Tugs

VARIABLE	VALUE	UNIT
Max bollard pull	10000.0	kN
Propulsion coefficient	0.50	
Height of hook over base line	15.000	m
Escort: Ft Tow Line Pull Force	140.0	tons
Escort: Fp Total propulsion thurster force	60.0	tons
Escort: Fh Hull & App force	200.0	tons
Escort: Propulsor centres height	1.000	m
Escort: Propulsor centres halfbreath	3.000	m

DESCRIPTION	REQUIRED	ACTUAL	UNIT	STATUS
Dynamic stability up to 30.0	0.0550	0.5198	m*rd	Ok
Downflooding angle		70.00	dg	
Dynamic stability up to 40.0	0.0900	0.8923	m*rd	Ok
Dynamic stability from 30.0 to 40.0	0.0300	0.3725	m*rd	Ok
Max. GZ for heel > 30 dg	0.200	2.260	m	Ok
Angle of GZ max	25.00	47.70	dg	Ok
Corrected Metacentric Height	0.150	3.216	m	Ok
Heel angle (Theta_C)		20.04	dg	
Maximum heel (Theta_D)		60.04	dg	
Area A	0.090	0.703	m*rd	Ok
Escort: Equilibrium due to heeling moment	< 13.5	6.2	DEG	Ok


GMc
GZ
Area A
Downfl. angle
C
D
3
1
0
0
10
20
30
40
50
60
Angle (dg)

LONGITUDINAL STRENGTH - MAXIMUM VALUES

	-SAGG./+HOGG.	FRAME NUMBER	ABSCISSA A.P.
MAXIMUM POSITIVE SHEARING FORCE	416.85 T	58.000	37.700 M
MAXIMUM NEGATIVE SHEARING FORCE	-261.55 T	35.000	22.750 M
MAXIMUM POSITIVE BENDING MOMENT	2715.72 T	73.000	47.450 M
MAXIMUM NEGATIVE BENDING MOMENT	-2859.49 T	39.802	25.871 M

Loading condition " LC03" BALLAST + 100 % CONS.

SELECTED OPTIONS

Standard calculation
Ship in calm water
Specific weight of the sea water : 1.025 T/M3.
Gaz discount : 2.0 %
Thickness of the keel plate : 0 MM
Metacentric height calculated for maximum inertia in tanks
Abcissae referenced to aft perpendicular
Draft mark abcissae (AP): 0.00 M. Draft mark abcissae (FP): 65.00M.
Calculation method : Direct calculation.

STABILITY OPTIONS

Heeling angles:
0.00 5.00 10.00 15.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00
Free surfaces correction by inertia moments
Correction by free surfaces considering heel and trim
KN values calculated with free trim

LONGITUDINAL STRENGTH OPTIONS

Longitudinal strength calculated

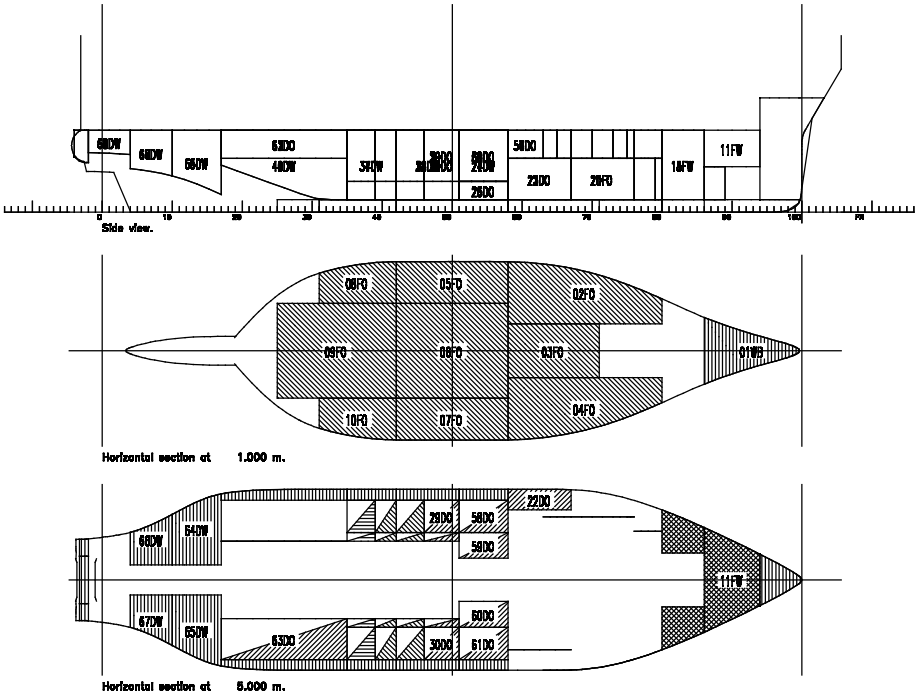
LIST OF LOADS

IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
	LIGHTSHIP WEIGHT	**1455.7**	**3.900**	**36.036**	
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	161.6	6.036	62.253	0.0
37DW	Tk Drill Water 37 St	28.6	4.344	25.037	0.0
40DW	Tk Drill Water 40 Br	51.9	5.124	17.745	0.0
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.1	4.315	30.225	0.0
41DW	Tk Drill Water 41 St	51.9	5.124	17.745	0.0
24DO	Tk Drill Water 24 Br	28.8	4.315	35.425	0.0
27DW	Tk Drill Water 27 St	28.8	4.315	35.425	0.0
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.1	4.315	30.225	0.0
34DW	Tk Drill Water 34 Br	28.6	4.344	25.037	0.0
64DW	Tk Drill Water 64 Br	114.4	5.588	8.936	0.0
65DW	Tk Drill Water 65 St	114.4	5.588	8.936	0.0
70DW	Tk Drill Water 70 Br	15.9	6.470	-1.941	0.0
66DW	Tk Drill Water 66 Br	70.3	6.134	4.624	0.0
67DW	Tk Drill Water 67 St	70.3	6.134	4.624	0.0
68DW	Tk Drill Water 68 Br	16.8	6.739	0.686	0.0
69DW	Tk Drill Water 69 St	16.8	6.739	0.686	0.0
71DW	Tk Drill Water 71 St	15.9	6.470	-1.941	0.0
72DW	Tk Drill Water 72 CL	15.9	6.155	-1.925	0.0
TOTAL	**WATER BALLAST**	**905.2**	**5.519**	**22.363**	**0.0**
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	59.5	0.603	43.682	0.0
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	42.9	0.563	41.925	0.0
04FO	Tk Heavy FO 04 St	59.5	0.603	43.682	0.0
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	37.6	0.592	32.503	0.0
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	93.0	0.563	32.500	0.0
07FO	Tk Heavy FO 07 St	37.6	0.592	32.503	0.0
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	21.8	0.617	24.029	0.0
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	96.9	0.572	21.865	0.0
10FO	Tk Heavy FO 10 St	21.8	0.617	24.029	0.0
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	13.4	3.247	50.316	0.0
19FO	Tk Heavy FO 19 St	13.4	3.247	50.316	0.0
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	35.7	3.207	46.115	0.0
21FO	Tk Heavy FO 21 St	35.7	3.207	46.115	0.0
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	6.1	6.308	48.085	0.0
47FO	Tk HFO Daily 47 St	6.1	6.308	48.085	0.0
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	10.5	6.292	46.457	0.0
49FO	Tk HFO Settl 49 St	10.5	6.292	46.457	0.0
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	11.2	6.280	44.519	0.0
51FO	Tk Heavy FO 51 St	11.2	6.280	44.519	0.0
TOTAL	**HEAVY FUEL**	**624.4**	**1.507**	**36.562**	**0.0**
22DO	Tk Marine DO 22 Br	34.7	3.071	40.576	0.0
23DO	Tk Marine DO 23 St	34.7	3.071	40.576	0.0
25DO	Tk Marine DO 25 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
26DO	Tk Marine DO 26 St	0.0	0.000	0.000	0.0
29DO	Tk Marine DO 29 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
30DO	Tk Marine DO 30 St	0.0	0.000	0.000	0.0
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	7.2	6.274	41.600	0.0
55DO	Tk MDO Daily 55 St	7.2	6.274	41.600	0.0
56DO	Tk Marine DO 56 Br	18.0	6.274	39.325	0.0
57DO	Tk Marine DO 57 St	18.0	6.274	39.325	0.0
58DO	Tk Marine DO 58 Br	0.0	0.000	0.000	0.0

IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
59DO	Tk Marine DO 59 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
60DO	Tk Marine DO 60 St	0.0	0.000	0.000	0.0
61DO	Tk Marine DO 61 St	0.0	0.000	0.000	0.0
62DO	Tk Marine DO 62 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
63DO	Tk Marine DO 63 St	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**LIGHT FUEL**	**119.8**	**4.418**	**40.323**	**0.0**
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	7.4	6.274	42.900	0.0
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	7.4	6.274	42.900	0.0
TOTAL	**LUBRICATING OIL**	**14.9**	**6.274**	**42.900**	**0.0**
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	132.1	5.936	58.219	0.0
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	14.9	2.772	56.821	0.0
13FW	Tk Fresh Water 13 St	14.9	2.772	56.821	0.0
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	71.3	4.695	53.769	0.0
15FW	Tk Fresh Water 15 St	71.3	4.695	53.769	0.0
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	17.6	6.314	50.635	0.0
43FW	Tk Fresh Water 43 St	17.6	6.314	50.635	0.0
TOTAL	**FRESH WATER**	**339.8**	**5.176**	**55.443**	**0.0**
35BR	Tk Brine 35 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
36BR	Tk Brine 36 St	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**BRINE**	**0.0**	**0.000**	**0.000**	**0.0**
32MD	Tk Mud 32 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
33MD	Tk Mud 33 St	0.0	0.000	0.000	0.0
38MD	Tk Mud 38 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
39MD	Tk Mud 39 St	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**Lodos**	**0.0**	**0.000**	**0.000**	**0.0**
	cemento	125.0	3.000	14.300	
	reductor Br	9.9	0.500	16.900	
	reductor St	9.9	0.500	16.900	
	Trip y efectos	7.0	8.000	52.000	
	Cubertada Br	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada St	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada CL	100.0	6.900	20.800	
TOTAL	LOCAL LOADS	451.8	5.558	19.314	
	DISPLACEMENT	4286.6	4.113	32.153	
79	8	0			
	DISPLACEMENT	**4286.6**	**4.113**	**32.153**	

TOTAL LOADS

DESCRIPTION	WEIGHT (t)	ZCG S/B (m)	Z-MOM (mt)	XCG PPP (m)	X-MOM (mt)	YCG (m)	Y-MOM (mt)	INERTIA M. (m4)
WATER BALLAST	905.2	5.519	4996.22	22.363	20243.88	0.000	0.00	0.0
HEAVY FUEL	624.4	1.507	941.12	36.562	22829.97	-0.000	-0.00	0.0
LIGHT FUEL	119.8	4.418	529.43	40.323	4831.72	0.000	0.00	0.0
LUBRICATING OIL	14.9	6.274	93.41	42.900	638.68	0.000	0.00	0.0
FRESH WATER	339.8	5.176	1759.06	55.443	18840.77	0.000	0.00	0.0
BRINE	0.0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.0
Lodos	0.0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.0
LOCAL LOADS	451.8	5.558	2510.90	19.314	8726.12	0.000	0.00	
DEADWEIGHT	2831.0	4.223	11955.3	30.157	85374.5	-0.000	-0.0	
LIGHTSHIP	1455.7	3.900	5677.0	36.036	52455.1	0.000	0.0	
DISPLACEMENT	4286.6	4.113	17632.2	32.153	137828.8	-0.000	-0.0	



EQUILIBRIUM WATERPLANE

DRAFTS (MOULDED)

5.581 m
5.488 m
5.535 m
43.736 m

CENTRE OF GRAVITY (A.P.) LCG = 32.153 KG = 4.113 m
CENTRE OF BUOYANCY (A.P.) LCB = 32.152 KB = 2.972 m
CENTRE OF FLOTATION (A.P.) LCF = 29.019

GM = 3.294 m
GMc= 3.294 m
KM = 7.407 m
C.G. O/BASE (CORR. BY FREE SURF.) 4.113 m.

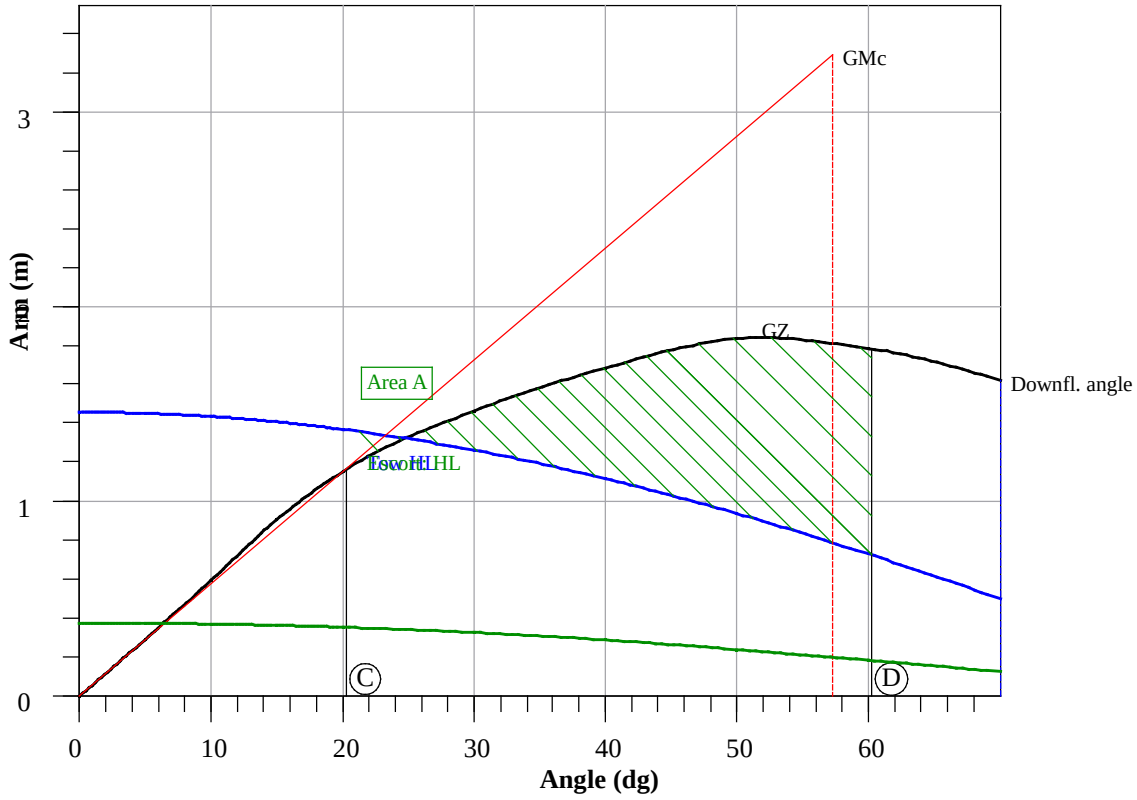
STABILITY CURVES

ANG (deg)	KN (m)	GZ (m)	DN (mm*rad)
0.000	0.000	0.000	0.000
5.000	0.649	0.291	12.607
10.000	1.307	0.592	51.067
15.000	1.969	0.905	116.579
20.000	2.559	1.152	206.766
30.000	3.518	1.462	437.302
40.000	4.324	1.680	712.600
50.000	4.990	1.837	1021.545
60.000	5.355	1.784	1339.943
70.000	5.530	1.615	1638.225

STABILITY CRITERIA: ABS Tugs

VARIABLE	VALUE	UNIT
Max bollard pull	10000.0	kN
Propulsion coefficient	0.50	
Height of hook over base line	15.000	m
Escort: Ft Tow Line Pull Force	140.0	tons
Escort: Fp Total propulsion thurster force	60.0	tons
Escort: Fh Hull & App force	200.0	tons
Escort: Propulsor centres height	1.000	m
Escort: Propulsor centres halfbreath	3.000	m

DESCRIPTION	REQUIRED	ACTUAL	UNIT	STATUS
Dynamic stability up to 30.0	0.0550	0.5198	m*rd	Ok
Downflooding angle		70.00	dg	
Dynamic stability up to 40.0	0.0900	0.8923	m*rd	Ok
Dynamic stability from 30.0 to 40.0	0.0300	0.3725	m*rd	Ok
Max. GZ for heel > 30 dg	0.200	2.260	m	Ok
Angle of GZ max	25.00	47.70	dg	Ok
Corrected Metacentric Height	0.150	3.294	m	Ok
Heel angle (Theta_C)		20.23	dg	
Maximum heel (Theta_D)		60.23	dg	
Area A	0.090	0.698	m*rd	Ok
Escort: Equilibrium due to heeling moment	< 13.5	6.2	DEG	Ok


GMc
GZ
Area A
Downfl. angle
C
D
3
1
0
0
10
20
30
40
50
60
Angle (dg)

LONGITUDINAL STRENGTH - MAXIMUM VALUES

	-SAGG./+HOGG.	FRAME NUMBER	ABSCISSA A.P.
MAXIMUM POSITIVE SHEARING FORCE	323.19 T	23.000	14.950 M
MAXIMUM NEGATIVE SHEARING FORCE	-349.58 T	80.000	52.000 M
MAXIMUM POSITIVE BENDING MOMENT	6287.90 T	54.000	35.100 M
MAXIMUM NEGATIVE BENDING MOMENT	-0.03 T	103.139	67.040 M

Loading condition " LC04" BALLAST + 10 % CONS.

SELECTED OPTIONS

Standard calculation
Ship in calm water
Specific weight of the sea water : 1.025 T/M3.
Gaz discount : 2.0 %
Thickness of the keel plate : 0 MM
Metacentric height calculated for maximum inertia in tanks
Abcissae referenced to aft perpendicular
Draft mark abcissae (AP): 0.00 M. Draft mark abcissae (FP): 65.00M.
Calculation method : Direct calculation.

STABILITY OPTIONS

Heeling angles:
0.00 5.00 10.00 15.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00
Free surfaces correction by inertia moments
Correction by free surfaces considering heel and trim
KN values calculated with free trim

LONGITUDINAL STRENGTH OPTIONS

Longitudinal strength calculated

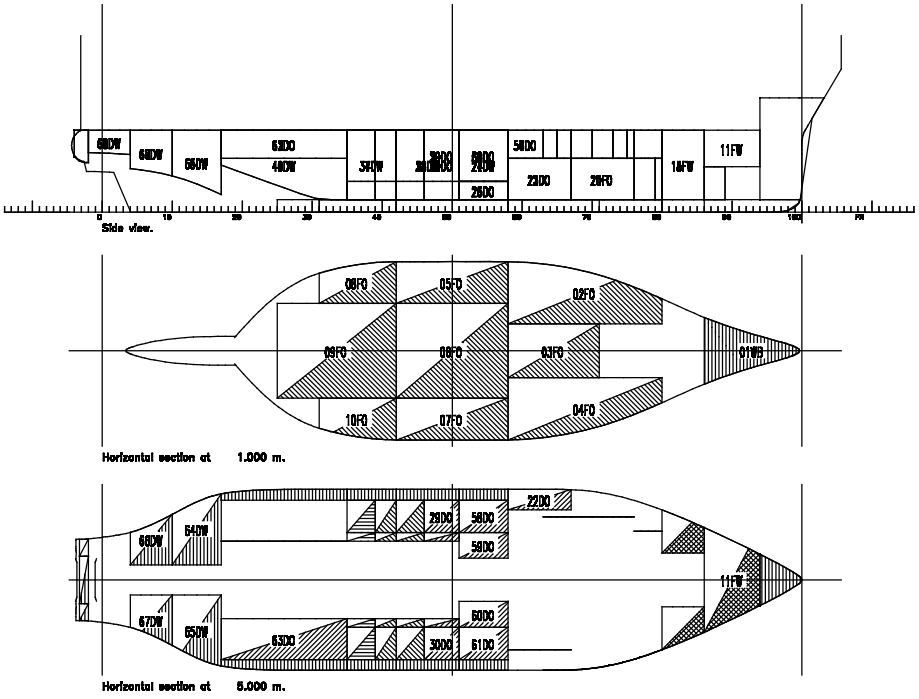
LIST OF LOADS

IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
	LIGHTSHIP WEIGHT	**1455.7**	**3.900**	**36.036**	
01WB	Tk WaterBallast 01 fpeak	161.6	6.036	62.253	0.0
37DW	Tk Drill Water 37 St	28.6	4.344	25.037	0.0
40DW	Tk Drill Water 40 Br	51.9	5.124	17.745	0.0
28DW	Tk Drill Water 28 Br	37.1	4.315	30.225	0.0
41DW	Tk Drill Water 41 St	51.9	5.124	17.745	0.0
24DO	Tk Drill Water 24 Br	28.8	4.315	35.425	0.0
27DW	Tk Drill Water 27 St	28.8	4.315	35.425	0.0
31DW	Tk Drill Water 31 St	37.1	4.315	30.225	0.0
34DW	Tk Drill Water 34 Br	28.6	4.344	25.037	0.0
64DW	Tk Drill Water 64 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
65DW	Tk Drill Water 65 St	0.0	0.000	0.000	0.0
70DW	Tk Drill Water 70 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
66DW	Tk Drill Water 66 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
67DW	Tk Drill Water 67 St	0.0	0.000	0.000	0.0
68DW	Tk Drill Water 68 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
69DW	Tk Drill Water 69 St	0.0	0.000	0.000	0.0
71DW	Tk Drill Water 71 St	0.0	0.000	0.000	0.0
72DW	Tk Drill Water 72 CL	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**WATER BALLAST**	**454.4**	**5.116**	**38.774**	**0.0**
02FO	Tk Heavy FO 02 Br	6.1	0.081	42.876	86.6
03FO	Tk Heavy FO 03 CL	4.4	0.058	41.925	88.0
04FO	Tk Heavy FO 04 St	6.1	0.081	42.876	86.6
05FO	Tk Heavy FO 05 Br	3.8	0.072	32.507	26.5
06FO	Tk Heavy FO 06 CL	9.5	0.058	32.500	590.6
07FO	Tk Heavy FO 07 St	3.8	0.072	32.507	26.5
08FO	Tk Heavy FO 08 Br	2.2	0.089	24.367	10.6
09FO	Tk Heavy FO 09 CL	9.9	0.064	22.266	563.2
10FO	Tk Heavy FO 10 St	2.2	0.089	24.367	10.6
18FO	Tk Heavy FO 18 Br	1.4	1.448	50.281	0.7
19FO	Tk Heavy FO 19 St	1.4	1.448	50.281	0.7
20FO	Tk Heavy FO 20 Br	3.6	1.426	45.865	2.2
21FO	Tk Heavy FO 21 St	3.6	1.426	45.865	2.2
46FO	Tk HFO Daily 46 Br	0.6	5.141	48.082	0.8
47FO	Tk HFO Daily 47 St	0.6	5.141	48.082	0.8
48FO	Tk HFO Settl 48 Br	1.1	5.136	46.452	1.9
49FO	Tk HFO Settl 49 St	1.1	5.136	46.452	1.9
50FO	Tk Heavy FO 50 Br	1.1	5.132	44.515	2.5
51FO	Tk Heavy FO 51 St	1.1	5.132	44.515	2.5
TOTAL	**HEAVY FUEL**	**63.7**	**0.735**	**36.464**	**1505.3**
22DO	Tk Marine DO 22 Br	3.5	1.363	40.476	2.8
23DO	Tk Marine DO 23 St	3.5	1.363	40.476	2.7
25DO	Tk Marine DO 25 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
26DO	Tk Marine DO 26 St	0.0	0.000	0.000	0.0
29DO	Tk Marine DO 29 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
30DO	Tk Marine DO 30 St	0.0	0.000	0.000	0.0
54DO	Tk MDO Daily 54 Br	0.7	5.130	41.600	1.8
55DO	Tk MDO Daily 55 St	0.7	5.130	41.600	1.8
56DO	Tk Marine DO 56 Br	1.8	5.130	39.325	4.5
57DO	Tk Marine DO 57 St	1.8	5.130	39.325	4.5
58DO	Tk Marine DO 58 Br	0.0	0.000	0.000	0.0

IDSP	DESCRIPTION	WT (T)	Z.C.G. (m)	X.C.G. (m)	INER. (m4)
59DO	Tk Marine DO 59 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
60DO	Tk Marine DO 60 St	0.0	0.000	0.000	0.0
61DO	Tk Marine DO 61 St	0.0	0.000	0.000	0.0
62DO	Tk Marine DO 62 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
63DO	Tk Marine DO 63 St	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**LIGHT FUEL**	**12.2**	**2.947**	**40.264**	**18.1**
52LO	Tk Lubricant oil 52 Br	0.8	5.130	42.899	1.8
53LO	Tk Lubricant oil 53 St	0.8	5.130	42.899	1.8
TOTAL	**LUBRICATING OIL**	**1.5**	**5.130**	**42.899**	**3.6**
11FW	Tk Fresh Water 11 CL	13.5	4.391	58.196	171.0
12FW	Tk Fresh Water 12 Br	1.5	1.355	56.811	1.6
13FW	Tk Fresh Water 13 St	1.5	1.355	56.811	1.6
14FW	Tk Fresh Water 14 Br	7.3	1.667	53.658	4.7
15FW	Tk Fresh Water 15 St	7.3	1.667	53.658	4.7
42FW	Tk Fresh Water 42 Br	1.8	5.142	50.624	3.6
43FW	Tk Fresh Water 43 St	1.8	5.142	50.624	3.6
TOTAL	**FRESH WATER**	**34.7**	**3.059**	**55.385**	**190.9**
35BR	Tk Brine 35 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
36BR	Tk Brine 36 St	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**BRINE**	**0.0**	**0.000**	**0.000**	**0.0**
32MD	Tk Mud 32 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
33MD	Tk Mud 33 St	0.0	0.000	0.000	0.0
38MD	Tk Mud 38 Br	0.0	0.000	0.000	0.0
39MD	Tk Mud 39 St	0.0	0.000	0.000	0.0
TOTAL	**Lodos**	**0.0**	**0.000**	**0.000**	**0.0**
	cemento	125.0	3.000	14.300	
	reductor Br	9.9	0.500	16.900	
	reductor St	9.9	0.500	16.900	
	Trip y efectos	7.0	8.000	52.000	
	Cubertada Br	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada St	100.0	6.900	20.800	
	Cubertada CL	100.0	6.900	20.800	
TOTAL	LOCAL LOADS	451.8	5.558	19.314	
	DISPLACEMENT	2849.0	4.154	32.595	
79	8	0			
	DISPLACEMENT	**2849.0**	**4.154**	**32.595**	

TOTAL LOADS

DESCRIPTION	WEIGHT (t)	ZCG S/B (m)	Z-MOM (mt)	XCG PPP (m)	X-MOM (mt)	YCG (m)	Y-MOM (mt)	INERTIA M. (m4)
WATER BALLAST	454.4	5.116	2324.36	38.774	17617.75	0.000	0.00	0.0
HEAVY FUEL	63.7	0.735	46.86	36.464	2323.37	-0.000	-0.00	1550.4
LIGHT FUEL	12.2	2.947	36.04	40.264	492.32	0.000	0.00	18.3
LUBRICATING OIL	1.5	5.130	7.79	42.899	65.17	0.000	0.00	3.6
FRESH WATER	34.7	3.059	106.07	55.385	1920.53	0.000	0.00	200.9
BRINE	0.0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.0
Lodos	0.0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.0
LOCAL LOADS	451.8	5.558	2510.90	19.314	8726.12	0.000	0.00	
DEADWEIGHT	1393.3	4.419	6157.0	29.001	40407.1	-0.000	-0.0	
LIGHTSHIP	1455.7	3.900	5677.0	36.036	52455.1	0.000	0.0	
DISPLACEMENT	2849.0	4.154	11834.0	32.595	92862.9	-0.000	-0.0	



EQUILIBRIUM WATERPLANE

DRAFTS (MOULDED)

4.177 m
3.677 m
3.927 m
30.001 m

CENTRE OF GRAVITY (A.P.) LCG = 32.595 KG = 4.154 m
CENTRE OF BUOYANCY (A.P.) LCB = 32.579 KB = 2.074 m
CENTRE OF FLOTATION (A.P.) LCF = 32.319

GM = 3.793 m
GMc= 3.233 m
KM = 7.946 m
C.G. O/BASE (CORR. BY FREE SURF.) 4.714 m.

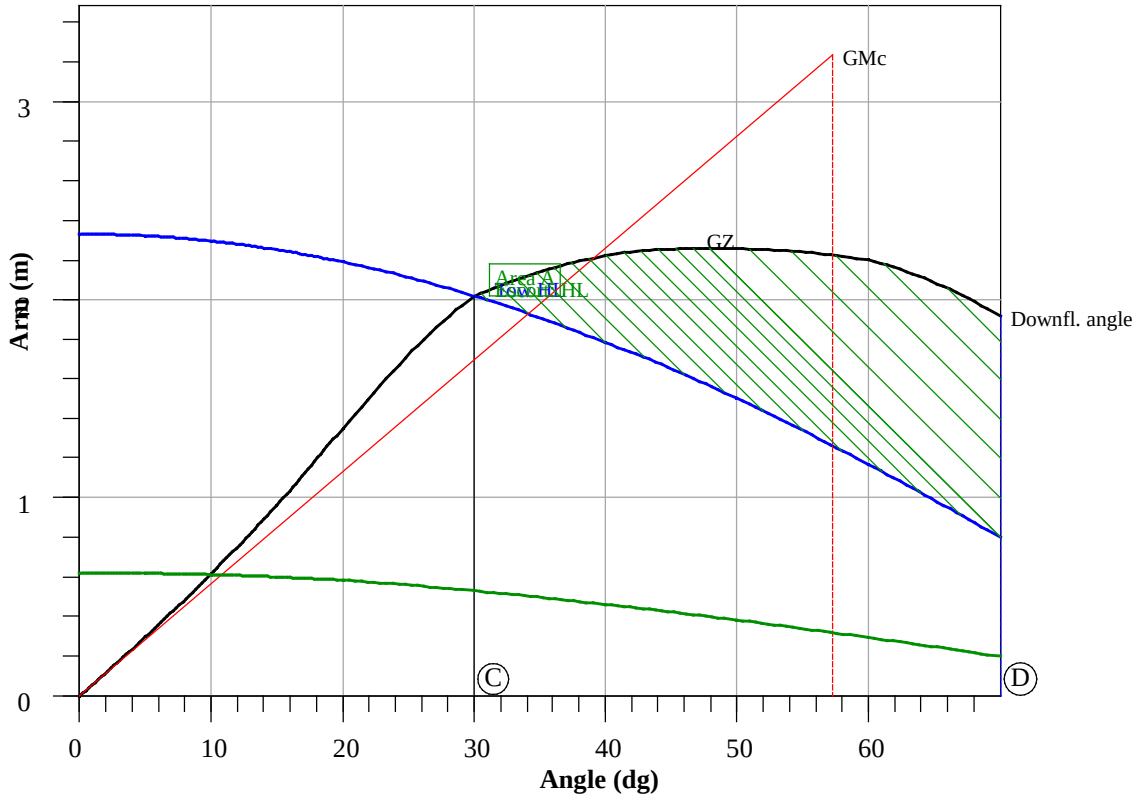
STABILITY CURVES

ANG (deg)	KN (m)	GZ (m)	DN (mm*rad)
0.000	0.000	0.000	0.000
5.000	0.693	0.297	12.804
10.000	1.385	0.616	52.446
15.000	2.093	0.962	121.043
20.000	2.829	1.347	221.758
30.000	4.164	2.018	519.758
40.000	4.967	2.222	892.264
50.000	5.521	2.259	1285.174
60.000	5.884	2.201	1675.729
70.000	5.912	1.919	2038.606

STABILITY CRITERIA: ABS Tugs

VARIABLE	VALUE	UNIT
Max bollard pull	10000.0	kN
Propulsion coefficient	0.50	
Height of hook over base line	15.000	m
Escort: Ft Tow Line Pull Force	140.0	tons
Escort: Fp Total propulsion thurster force	60.0	tons
Escort: Fh Hull & App force	200.0	tons
Escort: Propulsor centres height	1.000	m
Escort: Propulsor centres halfbreath	3.000	m

DESCRIPTION	REQUIRED	ACTUAL	UNIT	STATUS
Dynamic stability up to 30.0	0.0550	0.5198	m*rd	Ok
Downflooding angle		70.00	dg	
Dynamic stability up to 40.0	0.0900	0.8923	m*rd	Ok
Dynamic stability from 30.0 to 40.0	0.0300	0.3725	m*rd	Ok
Max. GZ for heel > 30 dg	0.200	2.260	m	Ok
Angle of GZ max	25.00	47.70	dg	Ok
Corrected Metacentric Height	0.150	3.233	m	Ok
Heel angle (Theta_C)		30.02	dg	
Maximum heel (Theta_D)		70.00	dg	
Area A	0.090	0.493	m*rd	Ok
Escort: Equilibrium due to heeling moment	< 13.5	9.9	DEG	Ok


GMc
GZ
Area A
Area B
Downfl. angle
C
D
3
1
0
0
10
20
30
40
50
60
Angle (dg)

LONGITUDINAL STRENGTH - MAXIMUM VALUES

	-SAGG./+HOGG.	FRAME NUMBER	ABSCISSA A.P.
MAXIMUM POSITIVE SHEARING FORCE	204.35 T	47.000	30.550 M
MAXIMUM NEGATIVE SHEARING FORCE	-265.25 T	86.000	55.900 M
MAXIMUM POSITIVE BENDING MOMENT	4147.78 T	60.422	39.274 M
MAXIMUM NEGATIVE BENDING MOMENT	-0.02 T	103.139	67.040 M

F O R A N S Y S T E M
==========

MODULE HYDROS VERSION 70

HYDROSTATIC CALCULATIONS

CUSTOMER	-	PROJEC	CONSTR	FNAM
DESCRIPTION OF SHIP	-	PB2015	c001	pame

CUSTOMER - PROJEC CONSTR FNAM
DESCRIPTION OF SHIP - PB2015 c001 pame

SELECTED OPTIONS

Specific weight of the sea water: 1.025 T/M3.
Mean shell thickness: 0 MM.
There are not rudders defined
There are not propellers defined .

Numerical values of bonjean not selected
Block coefficient calculated with moulded draft at midship

Keel thickness for draughts origin: 0 MM.

Hydrostatic calculations at equally spaced paralell draughts:
- Height of lowest draught in A.P. : 1.000 M.
- Height of highest draught in A.P.: 8.000 M.
- Distance between equally spaced draughts: 0.500 M.
- Parallel draughts trimming: 0.000 M.

Output of Hydrostatic calculations in cubic meters.

Hydrostatic calculations for additional draughts:

N	Draught Aft Perpend (M.)	Draught Fore Perpend (M.)
1	6.400	6.400

CUSTOMER - PROJEC CONSTR FNAM
DESCRIPTION OF SHIP - PB2015 c001 pame

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS FOR THE DESIGN DRAFT

LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LPP =	65.000	M
DESIGN DRAUGHT	T =	6.400	M
MOULDED BREADTH	B =	16.800	M
DISPLACEMENT WITH APPENDAGES	DISFA =	5145	TM
MOULDED VOLUME (without appendages)	DISV =	5020	M3
BLOCK COEFFICIENT FOR DRAUGHT T	CB =	0.718	-
LENGTH OF THE BOUYANCY CENTER FOR DRAUGHT T	XCBA =	31.587	M
MAXIMUM SECTION COEFFICIENT FOR DRAUGHT T	AX =	0.991	-
ABSCISSA OF MAXIMUM SECTION	XAX =	32.500	M
HEIGHT OF C. OF GRAVITY OF THE AREAS CURVE	HAC =	42.82	%

- NOTE.- ABSCISSAE REFERRED TO AFTER PERPENDICULAR (FORE POSITIVE)
- NOTE.- BLOCK COEFFICIENT CALCULATED WITH MOULDED DRAFT AT MIDSHIP

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS

AFT PP DRAFT (TA) M	FORE PP DRAFT (TF) M	DISPLA. WITH APPEND. (DISFA) TM	SHIP MOULDED VOLUME (DISV) M3	L.C.B WITH APPEND. (XCBA)* M	L.C.B WITHOUT APPEND. (XCB)* M	TOTAL PRISM. COEFF. (CP) -	TOTAL BLOCK COEFF. (CB) -
1.000	1.000	617.	602.	33.336	33.336	0.5854	0.5515
1.500	1.500	982.	958.	33.081	33.081	0.6093	0.5847
2.000	2.000	1365.	1332.	32.870	32.870	0.6289	0.6098
2.500	2.500	1762.	1719.	32.693	32.693	0.6455	0.6298
3.000	3.000	2170.	2117.	32.542	32.542	0.6597	0.6463
3.500	3.500	2587.	2524.	32.410	32.410	0.6721	0.6605
4.000	4.000	2910.	2839.	33.048	33.048	0.6600	0.6499
4.500	4.500	3333.	3252.	32.880	32.880	0.6709	0.6618
5.000	5.000	3779.	3687.	32.613	32.613	0.6836	0.6753
5.500	5.500	4249.	4145.	32.275	32.275	0.6978	0.6901
6.000	6.000	4740.	4625.	31.894	31.894	0.7130	0.7058
6.400	6.400	5145.	5020.	31.587	31.587	0.7251	0.7183
6.500	6.500	5248.	5120.	31.515	31.515	0.7281	0.7213
7.000	7.000	5764.	5623.	31.191	31.191	0.7421	0.7357
7.500	7.500	6285.	6131.	30.920	30.920	0.7548	0.7486
8.000	8.000	6477.	6319.	31.174	31.174	0.7289	0.7234

- NOTE.- SYMBOL ( )* MEANS REFERRED TO AFTER PERPENDICULAR (+ FORE)

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS

AFT PP DRAFT (TA) M	FORE PP DRAFT (TF) M	MAXIMUM SECTION AREA (AX) M2	MAXIM. SECTI. COEFF. (CX) -	WATER-LINE AREA (AW) M2	WATER-LINE COEFF. (CW) -	WATER-LINE C.O.G. (XCF)* M	C.OF B. ABOVE B/LINE (KB) M
1.000	1.000	15.83	0.9550	687.05	0.6292	34.036	0.530
1.500	1.500	24.18	0.9601	730.19	0.6687	34.067	0.798
2.000	2.000	32.58	0.9697	759.50	0.6955	34.100	1.065
2.500	2.500	40.98	0.9757	780.82	0.7150	34.139	1.331
3.000	3.000	49.38	0.9798	798.00	0.7308	34.184	1.596
3.500	3.500	57.78	0.9827	811.74	0.7434	34.240	1.861
4.000	4.000	66.18	0.9848	806.32	0.7384	33.766	2.112
4.500	4.500	74.58	0.9865	846.80	0.7755	32.301	2.384
5.000	5.000	82.98	0.9878	892.71	0.8175	30.731	2.664
5.500	5.500	91.38	0.9890	938.30	0.8593	29.368	2.949
6.000	6.000	99.78	0.9899	978.04	0.8956	28.295	3.240
6.400	6.400	106.50	0.9905	998.44	0.9143	27.943	3.473
6.500	6.500	108.18	0.9906	1001.81	0.9174	27.903	3.532
7.000	7.000	116.58	0.9913	1011.19	0.9260	27.920	3.820
7.500	7.500	124.98	0.9919	1018.53	0.9327	27.980	4.104
8.000	8.000	133.38	0.9924	216.74	0.1985	53.061	4.210

- NOTE.- SYMBOL ( )* MEANS REFERRED TO AFTER PERPENDICULAR (+ FORE)

CUSTOMER -
DESCRIPTION OF SHIP -

PROJEC CONSTR FNAM
PB2015 c001 pame

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS

AFT PP DRAFT (TA) M	FORE PP DRAFT (TF) M	TRANSV. METACE. RADIUS (ZBM) M	LONGIT. METACE. RADIUS (ZBML) M	MOMENT FOR TRIM 1 CM (MTC) MTM	WETTED SURFACE AREA (S) M2	TONS PER CM (TCI) TM/CM
1.000	1.000	20.264	208.11	19.8	736.3	7.04
1.500	1.500	13.729	147.43	22.3	812.5	7.48
2.000	2.000	10.844	115.11	24.2	881.1	7.78
2.500	2.500	8.968	94.62	25.7	946.0	8.00
3.000	3.000	7.662	80.59	26.9	1009.2	8.18
3.500	3.500	6.677	70.25	28.0	1071.4	8.32
4.000	4.000	5.763	64.07	28.7	1117.5	8.26
4.500	4.500	5.121	65.36	33.5	1212.5	8.68
5.000	5.000	4.677	66.65	38.8	1313.9	9.15
5.500	5.500	4.427	66.60	43.5	1415.0	9.62
6.000	6.000	4.305	64.89	47.3	1510.5	10.02
6.400	6.400	4.179	62.25	49.3	1573.8	10.23
6.500	6.500	4.133	61.46	49.6	1588.9	10.27
7.000	7.000	3.853	57.04	50.6	1662.2	10.36
7.500	7.500	3.583	53.22	51.5	1732.9	10.44
8.000	8.000	0.509	0.86	0.9	2588.4	2.22

- NOTE.- WETTED SURFACE IS WITHOUT APPENDAGES.

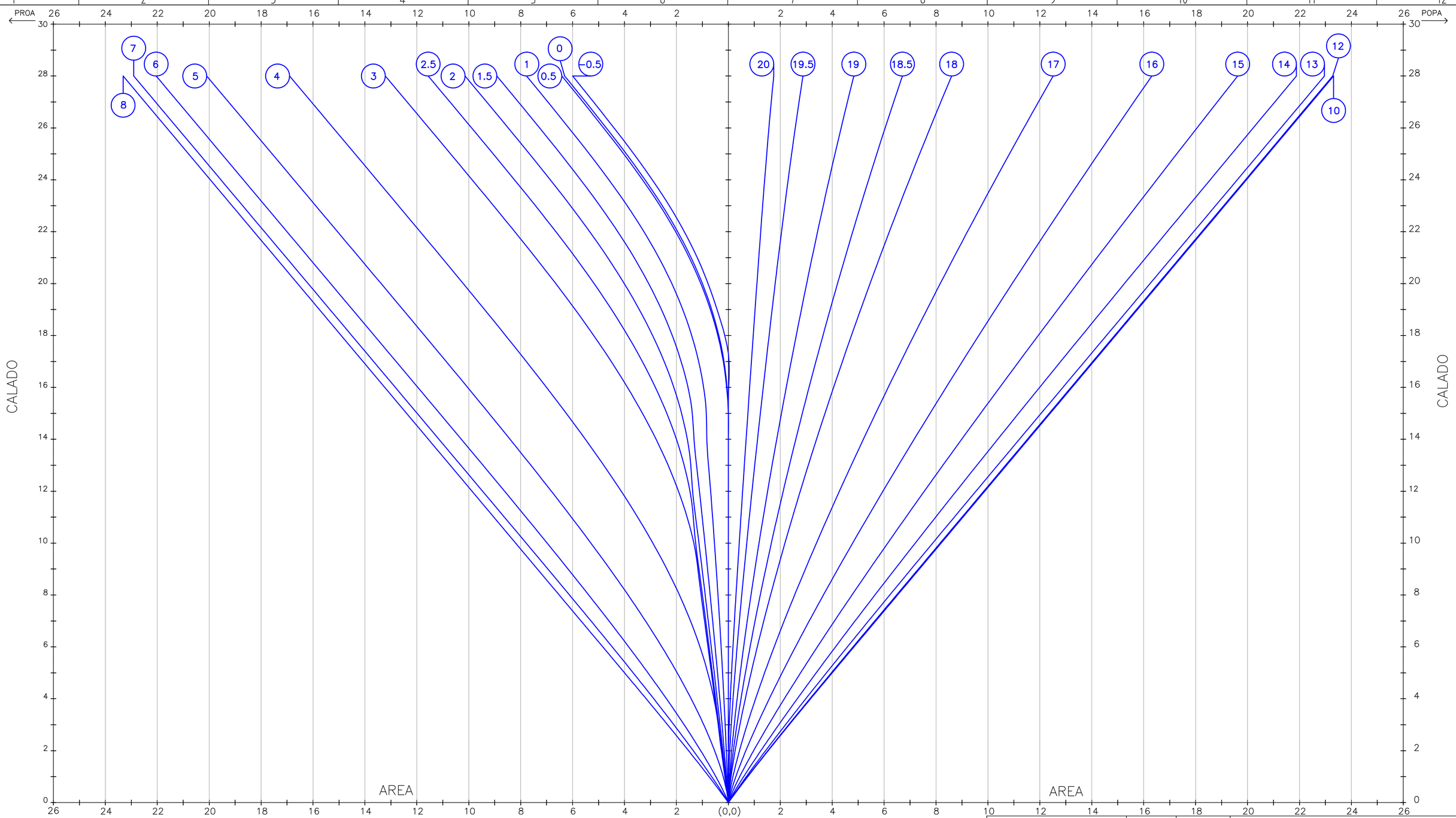
CUSTOMER - PROJEC CONSTR FNAM
DESCRIPTION OF SHIP - PB2015 c001 pame

P R O C E S S C O M P L E T E D

TIME - 19.22.36

HULL FORM DEFINED WITH MODULE FSURF

DATA FILE: PRINTING FILE:hydros3.lis DRAWING F.:



AREAS 1 CM = 5.000 M2

CALADO 1 CM = 0.250 M

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 08/04/2016			

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME-PB-010-014	A2

ITBA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

CURVAS DE BONJEAN

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	INICIAL		PME	NFI

MODIFICACIONES

Cálculo de francobordo

Revisión C
VB:

Índice

1. Cálculo de francobordo **3**

1.1. Francobordo . . . 3

1.1.1. Francobordo Tabular . . . 3

1.1.2. Corrección por eslora menor de 100 metros . . . 3

1.1.3. Corrección por coeficiente de bloque . . . 4

1.1.4. Corrección por puntal . . . 4

1.1.5. Corrección por superestructuras . . . 4

1.1.6. Corrección por arrufo . . . 5

1.1.7. Francobordo corregido . . . 5

1.1.8. Altura mínima en proa . . . 6

1.1.9. Líneas de carga . . . 6

2. Bibliografía **7**

1. Cálculo de francobordo

1.1. Francobordo

El francobordo es la distancia medida verticalmente, en el centro del buque, desde el canto alto de la línea de cubierta de francobordo hasta el canto alto de la línea de carga correspondiente.

La cubierta de francobordo es generalmente la cubierta completa más alta expuesta a la intemperie, dotada de medios permanentes de cierre estanco en todas las aberturas en la parte expuesta de la misma, y bajo la cual todas las aberturas en los costados del buque estén dotadas de medios permanentes de cierre estanco.

El valor mínimo del francobordo se establece con el Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966 de la OMI, actualizado con el Protocolo de 1988.

La dimensión fundamental para el cálculo del francobordo es la eslora de francobordo, L_{FB}, que se define como el mayor de estos dos valores, medidos en la flotación al 85 % del mínimo puntal de trazado:

- 96 % de la eslora total desde el extremo de la roda hasta el extremo del codaste (L_{WL} indicada en el plano de referencia).

$$0{,}96 * 67{,}925\,m = 65{,}19\,m$$

- La eslora desde el extremo de la roda hasta el eje de la mecha del timón.

$$65\,metros$$

- Puntal de trazado: Distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de la cubierta de francobordo al costado.

$$D = 7{,}6\,metros$$

Nota: Ver perfil del buque en plano PME-PB-010-015.

Con lo que se considera para los cálculos sucesivos una eslora de francobordo de: $L_{FB} = 65{,}19\,metros$.

Según el Convenio de Líneas de Carga (Capítulo III, regla 27), el buque de proyecto se clasifica dentro del tipo "B".

Este reglamento indica la forma de calcular el francobordo por medio de una serie de tablas y fórmulas, con las que se calcula el francobordo tabular o básico y varias correcciones: por eslora, puntal, etc.

1.1.1. Francobordo Tabular

Es el francobordo básico, función sólo del tipo de buque y de su eslora. Se interpola el valor, $L_{FB} = 65{,}19\,m$, en la tabla de francobordo para buques de tipo "B" de la regla 28 del Convenio de Líneas de Carga:

Eslora (m)	Francobordo (mm)
64	629
65	644
66	659

Tabla 1: Francobordo tabular para un buque tipo B

Se obtiene para la eslora de francobordo un $FB_{TABULAR} = 646{,}85\,mm$.

1.1.2. Corrección por eslora menor de 100 metros

Según la regla 29 del Convenio, el francobordo tabular para buques de tipo 'B', de eslora comprendida entre 24 y 100 metros con superestructuras cerradas de una longitud efectiva de hasta el 35 % de la eslora, se incrementa en la siguiente cantidad:

$$C_1 = 7{,}5 * (100 - L_{FB}) * \left(0{,}35 - \frac{E_i}{L_{FB}}\right)$$

siendo L_{FB} la eslora del buque en metros y E_i la longitud efectiva de las superestructuras, también en metros.

No obstante, al ser la longitud de la superestructura 16.24 metros, no es necesario realizar esta corrección. Por lo tanto, $C_1 = 0$.

Nota: Ver vista de referencia en plano PME-PB-010-015.

1.1.3. Corrección por coeficiente de bloque

El francobordo tabular debe modificarse mediante ésta corrección cuando el coeficiente de bloque sea superior a 0,68. Como el buque del proyecto tiene un coeficiente de bloque de 0.7 la regla 30 del Convenio sugiere realizar la siguiente corrección:

$$C_2 = \frac{CB + 0{,}68}{1{,}36} = \frac{0{,}7 + 0{,}68}{1{,}36} = 1{,}0147$$

1.1.4. Corrección por puntal

Si el puntal del buque excede de L/15, según la regla 31 del Convenio se realiza la siguiente corrección:

$$C_3 = \left(D - \frac{L_{FB}}{15}\right) * R$$

siendo, para buques con eslora menor a 120 metros: $R = \frac{L_{FB}}{0{,}48}$

El puntal del proyecto es D = 7.6 metros. Reemplazando se obtiene:

$$C_3 = \left(7{,}6\,m - \frac{65{,}19\,m}{15}\right) * \frac{65{,}19\,m}{0{,}48} = 441{,}94\,mm$$

1.1.5. Corrección por superestructuras

Cuando la longitud efectiva de superestructuras y troncos sea igual a 1L, la reducción del francobordo va a ser de 350 mm para 24 metros de eslora, 860 mm para 85 metros de eslora y 1070 mm para 122 metros de eslora. Las reducciones correspondientes a esloras intermedias se obtienen por interpolación lineal.

Para el buque del proyecto dicha corrección resulta ser:

$$C_e = 692{,}72\,mm$$

No obstante la regla 37 del Convenio establece que, si la longitud de las superestructuras, E, es inferior a una eslora, la reducción del francobordo va a ser un porcentaje, que se obtiene por interpolación lineal, de la *Tabla 2* que se muestra a continuación:

	Longitud efectiva total de superestructuras										
	0	0,1L	0,2L	0,3L	0,4L	0,5L	0,6L	0,7L	0,8L	0,9L	1L
Porcentaje de reducción	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100

Tabla 2: Corrección por superestructuras

La longitud efectiva de la superestructura del proyecto resulta ser 16.24 metros (0.25L). Interpolando se obtiene 20.3 % de porcentaje de reducción. Por lo tanto, la corrección por superestructuras es:

$$C_4 = 0{,}203 * 692{,}72 = 140{,}45\,mm$$

Nota: Ver vista de referencia en plano PME-PB-010-015

1.1.6. Corrección por arrufo

Al no haber arrufo en la cubierta principal, se prescinde de dicha corrección.

$$C_5 = 0$$

1.1.7. Francobordo corregido

La regla 40 del Convenio de Líneas de Carga indica los francobordos mínimos, que para el buque proyecto se indican a continuación.
El francobordo de verano es resultante del francobordo tabular con las correcciones predichas.

$$FB_{VERANO} = (FB_{TABULAR} + C_1) * C_2 + C_3 - C_4 + C_5$$

$$FB_{VERANO} = (646{,}85\,mm + 0) * 1{,}0147 + 441{,}94\,mm - 140{,}45\,mm$$

$$FB_{VERANO} = 957{,}84\,mm$$

El francobordo mínimo en la zona tropical va a ser el francobordo obtenido restando del francobordo de verano, 1/48 del calado de verano, medido desde el canto alto de la quilla al centro del anillo de la marca de francobordo (marca de Plimsoll).

$$FB_{TROPICAL} = FB_{VERANO} - \frac{1}{48}T = 957{,}84\,mm - \frac{6400\,mm}{48}$$

$$FB_{TROPICAL} = 825{,}51\,mm$$

El francobordo mínimo de invierno va a ser el francobordo obtenido añadiendo al francobordo de verano, 1/48 del calado de verano, medido desde el canto alto de la quilla al centro del anillo de la marca de francobordo (marca de Plimsoll).

$$FB_{INVIERNO} = FB_{VERANO} + \frac{1}{48}T = 957{,}84\,mm + \frac{6400\,mm}{48}$$

$$FB_{INVIERNO} = 1091{,}2\,mm$$

El francobordo mínimo de invierno en el Atlántico Norte, para buques de eslora no superior a 100 m que naveguen por cualquier parte del Atlántico Norte, va a ser el francobordo de invierno más 50 mm.

$$FB_{AN} = FB_{INVIERNO} + 50\,mm = 1091{,}2\,mm + 50\,mm$$

$$FB_{AN} = 1141{,}2\,mm$$

El francobordo mínimo en agua dulce de densidad igual a la unidad se obtiene restando del francobordo mínimo en agua salada el valor $\frac{\triangle}{40*TPcm}$, por lo que:

$$FB_{agua\,dulce} = FB_{VERANO} - \frac{\triangle}{40 * TPcm} = 95{,}784\,cm - \frac{5184{,}9\,T}{40 * 10{,}23\frac{T}{cm}}$$

$$FB_{agua\,dulce} = 83{,}113\,cm = 831{,}12\,mm$$

En la *Tabla 3* se resumen todos los francobordos mínimos que requiere el buque del proyecto para las distintas zonas de navegación.

FRANCOBORDOS (mm)		
	Calculado	Adoptado
Verano	957,84	1200
Tropical	825,51	1067,67
Invierno	1091,2	1333,36
Atlántico Norte	1142,2	1384,36
Agua dulce	831,12	1073,28

Tabla 3: Francobordos mínimos para las distintas zonas de navegación

1.1.8. Altura mínima en proa

El Convenio sugiere en la regla 39 que la altura de proa, definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta de intemperie en el costado, no sea inferior a:

$$h_{pr} = \left(6075 * \frac{L_{FB}}{100} - 1875 * \left(\frac{L_{FB}}{100}\right)^2 + 200 * \left(\frac{L_{FB}}{100}\right)^3\right) * \left(2{,}08 + 0{,}609 * CB - 1{,}603 * C_f - 0{,}0129 * \frac{L_{FB}}{d_i}\right)$$

siendo L_{FB} la eslora del buque en metros, CB el coeficiente de bloque, C_f el coeficiente del área de la flotación y d_i el calado en el 85 % del puntal mínimo de trazado en metros.

Reemplazando se obtine:

$$h_{pr} = 2952{,}96\, mm$$

Nota: Ver vista de referencia en plano PME-PB-010-015.

1.1.9. Líneas de carga

Se dibujan las líneas de carga según lo especificado por las normativas.

Línea de cubierta La línea de cubierta es una línea horizontal de 30 mm de longitud y 25 mm de ancho. Va a estar marcada en el centro del buque, a cada costado, y su borde pasa, normalmente, por el punto en que la prolongación hacia el exterior de la cara superior de la cubierta de francobordo corte a la superficie exterior del forro. Se muestra a continuación en *Figura 1.*

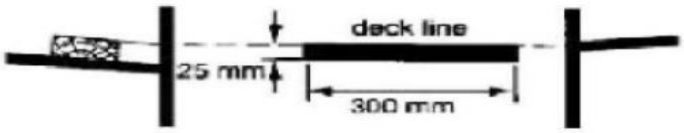


Figura 1: Línea de cubierta

Marca de francobordo La marca de francobordo esta formada por un anillo de 300 mm de diámetro exterior y 25 mm de ancho, cortado por una línea horizontal de 450 mm de longitud y 25 mm de ancho, cuyo borde superior pasa por el centro del anillo. El centro del anillo debe colocarse en el centro del buque y a una distancia igual al francobordo mínimo de verano asignado, medida verticalmente por debajo del borde superior de la línea de cubierta. Se muestra a continuación en *Figura 2.*

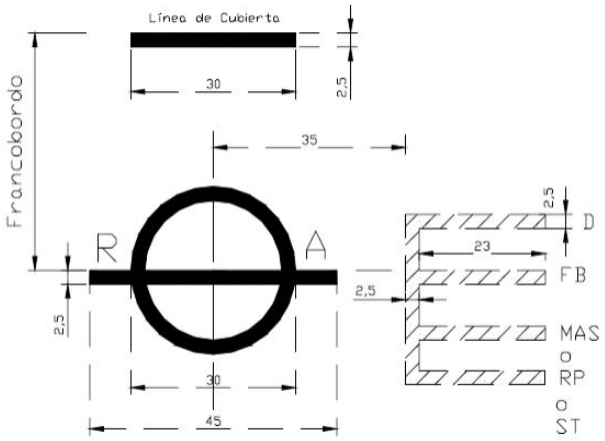
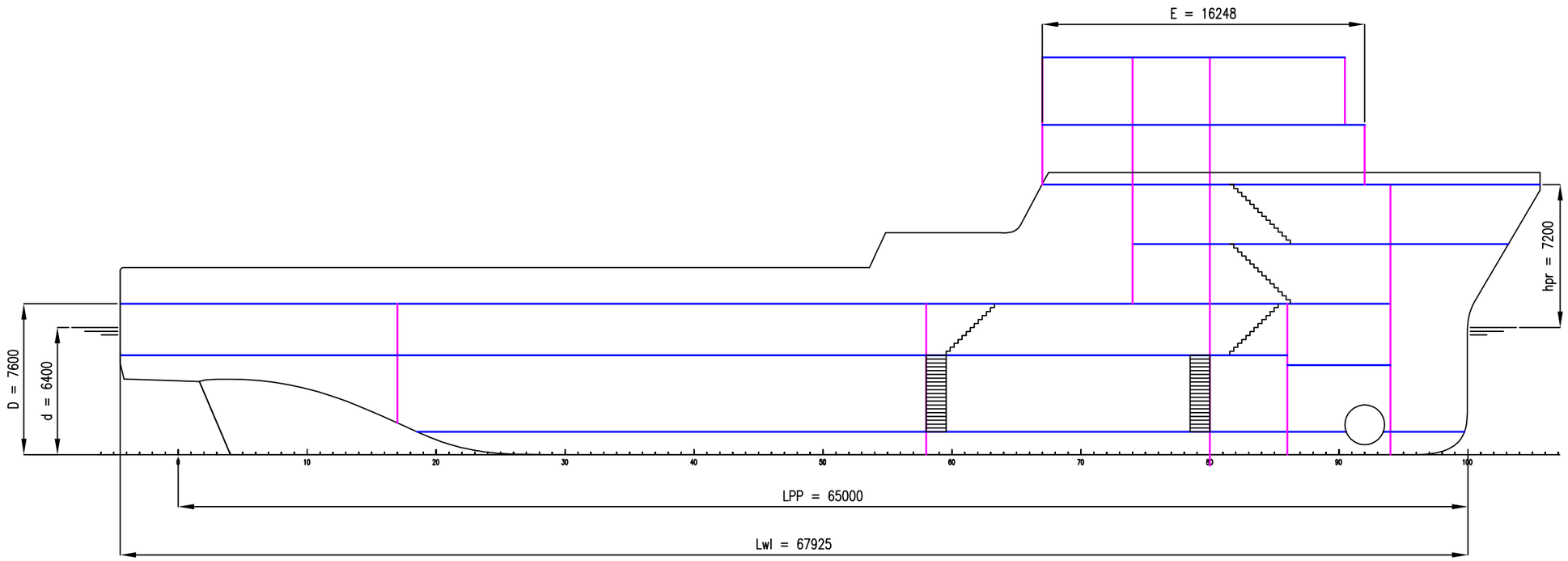


Figura 2: Marca de francobordo o marca de Plimsoll

2. Bibliografía

- PNA, *Convenio internacional sobre líneas de carga*, Agosto 2009.
- Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante.* España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.



Cubierta Sobre Puente 20000 mm

Cubierta Puente 16600 mm

Cubierta B 13600 mm

Cubierta A 10600 mm

1ra Cubierta 7600 mm

2da Cubierta 5000 mm

Doble Fondo 1155 mm

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	—
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	—

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	CORRECCIONES SEGÚN NFI	07/07/16	PME	NFI
A	INICIAL	31/05/16	PME	NFI

PLANO GEOMÉTRICO (PERFIL)

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo		
FECHA: 07/07/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	B	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:250	PME-PB-010-015	A3

INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

Parte V

Cálculo de la potencia propulsora. Selección del motor principal.

Revisión C
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Cálculo de la resistencia al avance y la potencia efectiva **3**

3. Cálculo de la hélice y selección de motor **5**

3.1. Cálculo de la potencia de los motores propulsores 5

3.1.1. Obtención de los coeficientes de estela efectiva, w, y de deducción de empuje, t . . 5

3.1.2. Rendimiento del casco, η_h 6

3.1.3. Análisis preliminar de cavitación 6

3.1.4. Estimación del número de vueltas 6

3.1.5. Rendimiento rotativo relativo, η_{rr} 8

3.1.6. Rendimiento mecánico, η_m 8

3.1.7. Rendimiento cuasi-propulsivo, η_D 8

3.1.8. Cálculo de la potencia de los motores, BHP 8

3.2. Selección de los motores y cajas reductoras 9

3.2.1. Diagrama de selección del motor 9

3.2.2. Selección de la caja reductora 10

3.2.3. Ajuste de diámetro en función de las rpm 10

3.2.4. Verificación de rendimiento casco-hélice-motor 10

3.3. Verificación para la condición de remolque 13

3.3.1. Estimación del número de vueltas 13

3.3.2. Verificación de rendimiento casco-hélice-motor 14

3.4. Verificación para la condición de tiro a la bita, TBP 15

4. Verificación por cavitación **16**

4.1. Condición de tiro a la bita 16

5. Conclusiones del cálculo de resistencia al avance **18**

6. Aclaraciones finales **19**

7. Bibliografía **19**

1. Introducción

La presente parte tiene como finalidad determinar la potencia propulsora, detallando el número y las características de los propulsores, además de hacer un cálculo de maniobrabilidad. El sistema de propulsión del buque proyecto es con motores diésel, línea de ejes y hélice con tobera de Kort.

Para el cálculo de la potencia necesaria, las especificaciones exigen que la velocidad de servicio sea de 15 nudos. La resistencia al avance a esa velocidad, unida a la posibilidad de tener que desarrollar tiro a punto fijo, son las exigencias para estimar la potencia de la planta propulsora.

Las exigencias de las especificaciones técnicas del proyecto son:

- **REGLAMENTOS Y SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN:** American Bureau of Shipping (ABS), SOLAS, MARPOL.
- **VELOCIDAD:** 15 nudos al 90 % MCR.
- **REQUISITOS ADICIONALES:** Área de operación, Río de la Plata, Río Paraná, Atlántico Sur, paso por canales de Panamá y Suez. Capacidad de remolque, 90 TBP, recupero de hidrocarburos, FiFi, acomodación para 25 personas, 20 tripulantes y 5 pasajeros.
- **REQUISITOS DE CARGA MÍNIMOS:** Lodos y salmuera 310 m^3dispuestos en 6 tanques, dos de los cuales son para salmuera; cemento 200 m^3; agua potable 350 m^3; MDO 600 m^3; agua para perforación 385 m^3que puede formar parte del sistema de lastre y capacidad de transporte de carga sobre cubierta 450 m^3.

2. Cálculo de la resistencia al avance y la potencia efectiva

El problema a resolver en esta etapa es la selección de la maquinaria propulsora, para lo cual se requiere la estimación de la resistencia al avance y la definición del número y de las características principales de los propulsores para, finalmente, seleccionar la instalación propulsora.

Para el cálculo de la resistencia al avance y la potencia efectiva de remolque se utiliza el método de Holtrop-Mennen, que se detalla en el anexo 1. Éste es un método estadístico, cuyo planteamiento se basa en la teoría de resistencia por formación de olas. Además de este método se utiliza el módulo Power del programa foran, en donde se calculan los EHP y la resistencia a la avance a través de otros métodos, cuyos resultados se terminan descartando ya que el buque del proyecto no cumple con todas las hipótesis de cada uno de ellos. Se realiza la comparación de los mismos en las conclusiones del presente informe, sección 6, al final del mismo.

Los cálculos se hacen en aguas tranquilas y, por ello, si se quiere considerar el estado de la mar y las incrustaciones acumuladas en el casco a lo largo del tiempo, hay que añadir un incremento porcentual a las necesidades de potencia. Este incremento es de un 25 % y corresponde al margen de mar (15 %) y al margen de motor (10 %). El mismo se realiza sobre los BHP requeridos, que se calculan en las secciones subsiguientes.

En la *Tabla 1* se resumen los valores obtenidos para la resistencia al avance y para la potencia efectiva de remolque. En la *Figura 1* se grafica la curva de la potencia efectiva de remolque en función de la velocidad y en la Figura 2 se hace lo mismo pero con la curva de resistencia al avance de la carena.

V [Knots]	RT [kg]	EHP [HP]	V [knots]	RT [kg]	EHP [HP]
7	12785	159	14	21885	2046
7,5	14531	193	14,5	28534	2775
8	16379	233	**15**	**36816**	**3760**
8,5	18329	278	15,5	44592	4799
9	20383	331	16	50026	5643
9,5	22546	391	16,5	53021	6215
10	24827	468	17	54792	6619
10,5	27237	553	17,5	56741	7024
11	29795	652	18	59937	7581
11,5	32520	807	18,5	65148	8411
12	35424	1007	19	73042	9629
12,5	38599	1181	19,5	84324	11361
13	41940	1346	20	99795	13759
13,5	45781	1599			

Tabla 1: Valores obtenidos con el método de Holtrop de la resistencia al avance y la potencia efectiva de remolque

Figura 1: Potencia efectiva de remolque en función de la velocidad

Figura 2: Resistencia al avance en función de la velocidad

A la velocidad de proyecto, 15 nudos, la resistencia al avance del buque es de 36816 Kgf (361.17 KN) en la condición de servicio. Mientras que la potencia efectiva de remolque resulta ser 4700 HP.

3. Cálculo de la hélice y selección de motor

3.1. Cálculo de la potencia de los motores propulsores

La potencia efectiva de remolque, EHP, obtenida mediante el método de Holtrop en la sección 2, es función exclusivamente de la velocidad impuesta en las especificaciones del proyecto y de la carena.

Lo que se va a realizar en la presente sección es una estimación de la potencia al freno del motor, BHP (Brake Horse Power) y el número de vueltas de la hélice. Para obtenerlos se estudia, mediante el rendimiento de la hélice en aguas libres, el rendimiento rotativo-relativo y el rendimiento cuasi-propulsivo, el cambio del paso de la curva de potencia efectiva de remolque a la potencia al freno entregada por el motor en el manchón de acople.

3.1.1. Obtención de los coeficientes de estela efectiva, w, y de deducción de empuje, t

El coeficiente de estela efectiva, w, representa el valor medio de la estela en el disco de la hélice cundo está funcionando. Se puede estimar su valor mediante la fórmula dada en el libro de Lewis de la S.N.A.M.E., como se muestra a continuación:

$$w = 0{,}3095 * CB + 10 C_v CB - 0{,}23 \frac{D}{\sqrt{B * T}}$$

Donde:

- CB: coeficiente de bloque (0.70).
- C_v : coeficiente de resistencia por viscosidad (0.0027).

$$C_v = (1 + k)\, C_F + C_A$$

- Donde: k = 1; $C_F = 0{,}0018$; $C_A = 0{,}00059$
- D: diámetro de la hélice. Se le da un valor inicial de 3 metros a partir de los buques base investigados en la Parte 2.
- B: la manga del buque (16.8 m).
- T: el calado del buque (6.4 m).

Reemplazando:

$$w = 0{,}1711$$

El coeficiente de deducción de empuje, t, representa la acción de la succión, que consiste en un aumento de la resistencia al avance de la carena respecto a la que tendría si no estuviera presente la hélice. La velocidad del flujo aumenta en esa zona, con lo que la presión disminuye y, en consecuencia, la resistencia de presión aumenta. Dicho aumento de velocidad produce también un aumento de la resistencia de fricción. Se puede obtener también mediante la fórmula dada en el libro de Lewis de la S.N.A.M.E., como se muestra a continuación:

$$t = 0{,}325 CB - 0{,}1885 \frac{D}{\sqrt{BT}}$$

Donde:

- CB: coeficiente de bloque (0.70).
- D: diámetro de la hélice (3 m).
- B: la manga del buque (16.8 m).
- T: el calado del buque (6.4 m).

Reemplazando:

$$t = 0{,}1747$$

3.1.2. Rendimiento del casco, η_h

A partir de los coeficientes de deducción de empuje y de estela, calculados en el apartado anterior, se procede a calcular el rendimiento del casco:

$$\eta_h = \frac{1-t}{1-w} = \frac{1-0{,}1747}{1-0{,}1711} = 0{,}996$$

3.1.3. Análisis preliminar de cavitación

Se calcula la relación de área expandida y área de disco a partir de la fórmula dada por Keller:

$$\frac{F_{EXPANDIDA}}{F_{DISCO}} = \frac{(1{,}3 + 0{,}3 * Z) * T}{(p_0 - p_v) * D^2} + k$$

Donde:

- T : es el empuje que debe desarrollar la hélice

$$T = \frac{\frac{R_T}{2}}{1-t} = \frac{\frac{361{,}17\,KN}{2}}{1-0{,}1747} = 218{,}81\,KN \quad (por\,hélice)$$

- $(p_0 - p_v)$: es la presión a la altura del eje de la hélice (129183.32 Pa).

$$(p_0 - p_v) = p_{ATM} + \rho * g * h - p_{vapor} = 101325\,Pa + (1024 * 9{,}81 * 3)\,Pa - 2278\,Pa$$

$$(p_0 - p_v) = 129183{,}32\,Pa$$

- k = 0.2. Es una constante que oscila entre los valores 0 y 0.2.

Reemplazando:

$$\frac{F_{EXPANDIDA}}{F_{DISCO}} = 0{,}678 \approx 0{,}7$$

3.1.4. Estimación del número de vueltas

En este apartado se busca determinar para que número de vueltas el propulsor en aguas libres presenta el mayor rendimiento y con que relación paso diámetro (P/D) se obtiene.

A partir del cálculo de relación de áreas y el número de palas, se seleccionan las curvas de KT-KQ correspondientes para una hélice del tipo Kaplan.

El buque del proyecto va a contar con dos hélices de 4 palas tipo Kaplan con tobera de Kort. Ambas van a contar con un sistema de paso controlable.

Se dibujan las curvas K_{Td} para los diferentes valores de J en la *Figura 3* para la condición de navegación libre. Partiendo de:

$$K_{Td} = \frac{K_T}{J^2} = \frac{0{,}5 * DHP_S}{\rho * (1-t) * D^2 * V_a^3\,(1-w)^3} = 0{,}8774 = cte$$

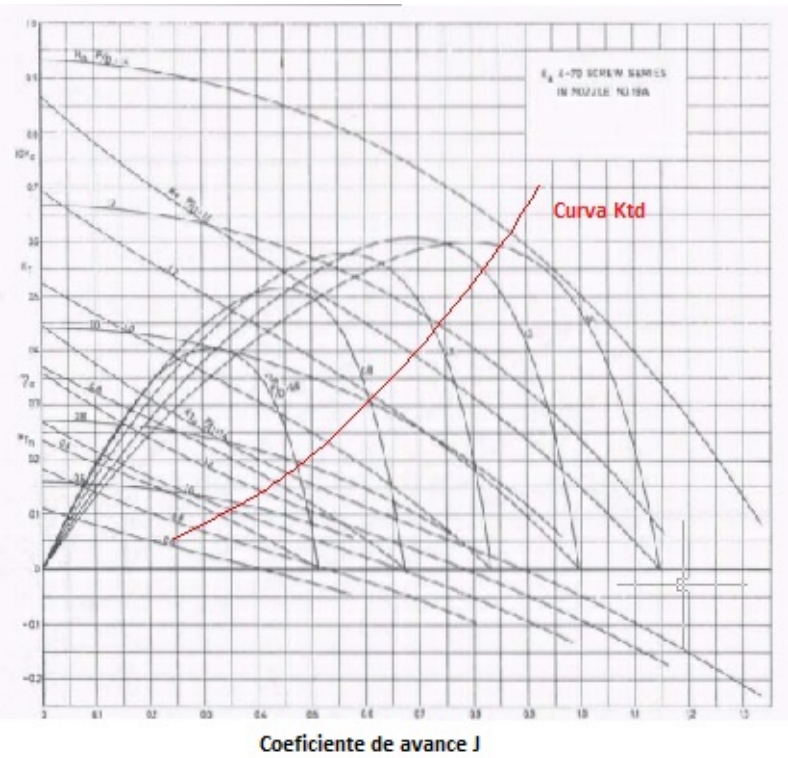


Figura 3: Curvas KT-KQ para una hélice tipo Kaplan en aguas libres

En la intersección de la curva K_{Td} definida se traza una vertical y se leen los valores, para cada relación paso-diámetro, de K_T, K_Q, η_0, J y se construye la *Tabla 2*.

P/D	J	KT	KQ	ηo	n [rpm]	Q por hélice [N.m]	T por hélice [N]
0,6	0,337	0,095	0,0126	0,4049	380	125498	315406
0,8	0,437	0,1574	0,021	0,5184	293	124389	310776
1	0,5311	0,233	0,034	0,579	241	136349	311465
1,2	**0,618**	**0,316**	**0,052**	**0,6017**	**207**	**154011**	**311972**
1,4	0,692	0,395	0,074	0,5881	185	174802	311021

Tabla 2: Coeficientes obtenidos en aguas libres para las distintas relaciones de paso-diámetro

Donde:

- $$rpm = \frac{V_S * (1 - w)}{J * D}$$
- $$Q = K_Q * \rho * rpm^2 D^5$$
- $$T = K_T * \rho * rpm^2 * D^4$$

De la Tabla 1 se selecciona la relación P/D para la cual la hélice tiene el mayor rendimiento. P/D = 1.2, para este caso, con un $\eta_0 = 0{,}601$ para el propulsor en aguas libres.

Por lo tanto, el número de vueltas termina siendo:

$$rpm = 207$$

3.1.5. Rendimiento rotativo relativo, η_{rr}

Se define rendimiento rotativo relativo como la relación entre el rendimiento de la hélice detrás de la carena, η_B, y el rendimiento de la hélice en aguas libres, η_0:

$$\eta_{rr} = \frac{\eta_B}{\eta_0}$$

Para buques de dos hélices pueden considerarse como valores normales de η_{rr} los siguientes:

$$0{,}95 < \eta_{rr} < 1{,}0$$

También se puede calcular mediante la fórmula dada en el libro de Lewis de la S.N.A.M.E., como se muestra a continuación:

$$\eta_{rr} = 0{,}9737 + 0{,}111 * (C_P - 0{,}0225 * lcb) - 0{,}06325 * \frac{P}{D}$$

Reemplazando se obtiene:

$$\eta_{rr} = 1$$

3.1.6. Rendimiento mecánico, η_m

En el libro de Lewis de la S.N.A.M.E. se establece que si los BHP del buque se encuentran en el rango de valores que va desde 1000 HP hasta 10000 HP y además el buque posse dos líneas de ejes, el rendimiento mecánico oscila entre:

$$0{,}95 < \eta_m < 0{,}98$$

Se adopta un rendimiento mecánico de:

$$\eta_m = 0{,}98$$

3.1.7. Rendimiento cuasi-propulsivo, η_D

El rendimiento cuasi-propulsivo sólo tiene en cuenta elementos hidrodinámicos y es, por lo tanto, independiente del tipo de maquinaria propulsora. Se puede expresar de la siguiente forma:

$$\eta_D = \eta_h * \eta_0 * \eta_{rr} = 1 * 0{,}601 * 0{,}996 = 0{,}598$$

3.1.8. Cálculo de la potencia de los motores, BHP

A partir de haber calculado todos los rendimientos, en los apartados precedentes y de la estimación de la potencia efectiva de remolque, se calcula la potencia al freno que deben tener los motores propulsores:

$$BHP = \frac{EHP}{\eta_h * \eta_0 * \eta_{rr} * \eta_m} = \frac{(3760 * 745{,}7)\,W}{0{,}598 * 0{,}98} = 4784369{,}67\,W$$

$$BHP = 4784{,}37\,KW = 6415{,}94\,Hp$$

A estos BHP se les debe agregar el incremento porcentual debido al margén de mar (15 %). De esta manera se obtienen los BHP de servicio necesarios para la propulsión del buque:

$$BHP_S = 5502{,}02\,KW$$

Se le coloca un generador de cola para cada motor diésel de la planta propulsora, cada uno con una potencia estimada de 800 KW. Por lo tanto los BHP_S obtenidos son:

$$BHP_S = 7102{,}02\,KW$$

Por último, a este valor se le aplica el Derating, que es el margen de funcionamiento del motor. Este valor es de un 10 %.

$$BHP_S = 7812{,}22\,KW$$

Este último valor calculado va a ser el MCR requerido y junto con el valor de las rpm estimadas en el apartadao 3.1.4, se va a encontrar el punto de funcionamiento dentro del paralelogramo del motor seleccionado.

3.2. Selección de los motores y cajas reductoras

A partir de las rpm y potencia al freno calculadas en el apartado anterior, se puede seleccionar el conjunto del motor propulsor y caja reductora para cumplir con tales condiciones de potencia y velocidad requeridas.

Se adelanta que los motores seleccionados son 2 Caterpillar 4T de 8 cilindros (8 M 32 C). Cada uno eroga una potencia máxima de 4000 KW a 600 rpm, trabajando en el MCR. En el anexo 2 se adjunta el catálogo del motor en cuestión.

Como el buque va a estar operando en más de una condición de navegación, se hacen las siguientes aclaraciones:

- El MCR del motor es 4000 KW a 600 rpm.
- La potencia requerida por los motores solamente para la propulsión del buque a la velocidad de servicio (15 knots), es de 6052.22 KW. Considerando tanto el margen de mar como el derating.
- El MCR requerido por los motores para la condición de navegación libre, con ambos generadores de cola funcionando, es de 7812.22 KW (3906.11 KW cada motor). Considerando el margen de mar (15 %) y el derating del motor (10 %).
- En condición de remolque, la potencia total requerida por los motores propulsores también es de 7812.22 KW, con sus respectivos generadores de cola funcionando.
- En la condición de tiro a la bita, se puede optar por desacoplar los generadores de cola y utilizar así, la potencia erogada por los motores principales para satisfacer los bollard pull requeridos por la especificación técnica del proyecto. Se vuelve sobre este tema en la subsección 3.4.

3.2.1. Diagrama de selección del motor

El diagrama para la selección del motor es la curva de rendimiento que otorga el fabricante del mismo. Dentro de esta, cada combinación de potencia-velocidad fija una condición de servicio para un determinado motor.

En la *Figura 4* se muestra la curva de rendimiento del motor seleccionado para el buque del proyecto.

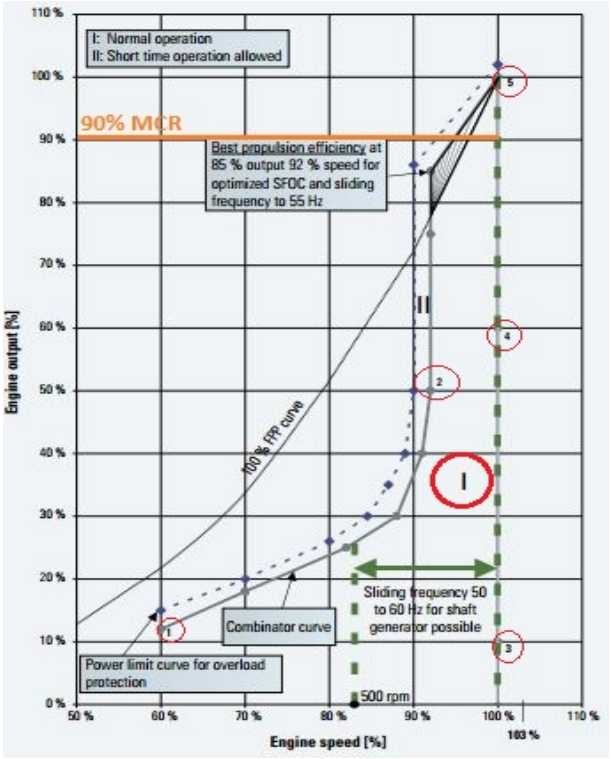


Figura 4: Curva de rendimiento del motor

Como puede verse en la *Figura 4,* el rango de velocidades para el cual el motor tiene la mejor eficiencia, está entre 550 rpm (92 %) y 600 rpm (100 %). Y en cuanto a potencia, el mejor rendimiento se obtiene entre el 85 % y 92 % del MCR.

Vale aclarar que en condiciones normales de operación, el motor puede estar trabajando en la zona I indicada en la *Figura 4*. Dicha zona, abarca el área que se encuentra encerrada por los puntos 1-2-3-4-5.

El punto de funcionamiento del propulsor, considerando los margenes de servicio y de motor, es en 3906.11 KW en la condición de navegación libre. Por lo tanto, el motor propuesto por el fabricante satisface la demanda requerida de potencia. No obstante, el número de vueltas (rpm) está muy por encima del requerido por la hélice. Por lo que va a ser necesario disponer de una caja reductora en la línea.

Por otra parte, como la potencia necesaria solo para la propulsión a la velocidad de servicio es de 3026.11 KW, se decide optar por utilizar generadores de cola de 800 KW para la generación de energía eléctrica y así acercar el valor del MCR requerido al MCR del motor. Se vuelve sobre este tema en la parte 11, Cálculo preliminar del balance eléctrico y selección de la planta generadora y auxiliar.

.

3.2.2. Selección de la caja reductora

Como las revoluciones que proporcionan los motores están por encima de las que requiere la hélice, es necesario instalar una caja reductora. Se selecciona una **ZF 53600 NR2H**, que tiene más de una relación de reducción de 2.917.

Para la selección de la misma se debe verificar que:

- $$\frac{BHP_M\,(KW)}{rpm_M} < 7{,}28 \Longrightarrow \frac{4000\,KW}{600\,rpm} < 7{,}28 \Longrightarrow 6{,}67 < 7{,}28$$

Se calcula el número de vueltas a la salida de la caja reductora.

- $rpm_{OUT}\,(2{,}917) = 205{,}7\,rpm$

Vale aclarar que se instalan 2 de estas reductoras, una en cada línea de eje. En el anexo 3 se adjunto el catálogo de la misma, proporcionado por el fabricante ZF.

3.2.3. Ajuste de diámetro en función de las rpm

No se realiza este ajuste por dos motivos. El primero de ellos, es porque el tipo de hélice que se selecciona es con tóbera de Kort, y los diámetros vienen dados por los distintos fabricantes y ya se encuentran prefijados. Sumado a esto, se encuentra el espacio que hay disponible en el huelgo de bocina de la carena del buque, ya que el mismo debe ser capaz de albergar las hélices. El segundo motivo por el cual no se realiza el ajuste, es porque el número de vueltas a la salida de la caja reductora **205.7 rpm**, para una relación de transmisión de **2.917**, es practicamente el mismo a el número de vueltas obtenido en la *Tabla 2* para la hélice, **207 rpm**.

3.2.4. Verificación de rendimiento casco-hélice-motor

El objetivo de esta verificación es para la hélice, el motor y la caja reductora, determinar si la velocidad cumple con la velocidad de servicio, si la cupla requerida por la hélice es la entregada por el motor y si la potencia requerida en la hélice es menor a la disponible en el motor.

Para esto se debe determinar el punto de funcionamiento del sistema a partir de las curvas de potencia de la hélice y del buque.

Primero se verifica que:

- $$BHP_{punto\,de\,funcionamiento} < BHP_{Motor} \Rightarrow 3000\,KW < 4000\,KW$$
- $$Q_H < Q_M \Longrightarrow K_Q * \rho * rpm_H^2 * D^5 < \frac{BHP_M}{2\pi * rpm_M} \Longrightarrow 0{,}052 * 1024 * \left(\frac{207}{60}\right)^2 * 3^5 < \frac{4000000}{2\pi * \frac{205{,}7}{60}}$$

$$154\,KN * m < 187{,}7\,KN * m$$

- $$V_{LOGRADA} \geq V_{SERVICIO}$$

Para verificar si la velocidad lograda es mayor a la velocidad de servicio, se grafican las curvas de potencia hélice y potencia buque.

Curva de potencia de la hélice (BHP_M) Para un rango de velocidades que incluya la velocidad de servicio, V_S, se calculan DHP_M y BHP_M. Sobre la curva de la hélice de Kaplan, KT-KQ, para la relación de áreas definida previamente, con los valores J para las velocidades consideradas, se obtienen los diferentes valores de K_Q para la relación de P/D adoptada.

En la *Tabla 3* se muestran los resultados obtenidos. Vale aclarar que la última columna de la misma indica los BHP totales, es decir considerando las dos hélices.

V_S [knots]	V_S [m/s]	V_A [m/s]	P/D	J	KQ	DHP_M [HP]	BHP_M [HP]	Q [N.m]	n [rpm]	BHP_M [KW]
10	5,1	4,3	1,2	0,412	0,0608	5205	5311	180075	207	7913
11	5,7	4,7	1,2	0,453	0,0594	5085	5189	175929	207	7731
12	6,2	5,1	1,2	0,494	0,0577	4939	5040	170894	207	7510
13	6,7	5,5	1,2	0,536	0,0560	4794	4892	165859	207	7289
14	7,2	6,0	1,2	0,577	0,0541	4631	4726	160231	207	7041
15	**7,7**	**6,4**	**1,2**	**0,618**	**0,0520**	**4451**	**4542**	**154011**	**207**	**6768**
16	8,2	6,8	1,2	0,659	0,0500	4280	4368	148088	207	6508

Tabla 3: Valores calculados para la curva de potencia de la hélice

Vale aclarar de esta última tabla, que la última columna de la misma correspone a los BHP totales erogados por ambos motores.

Para calcular los valores que se muestran en la *Tabla 3* se utilizan las siguientes formulas:

- $$V_A = V * (1 - w)$$
- $$J = \frac{V_A}{rpm * D}$$
- $$Q = K_Q * \rho * rpm^2 * D^5$$
- $$DHP_M = K_Q * 2\pi * \rho * rpm^3 * D^5$$
- $$BHP_M = \frac{DHP_M}{\eta_m}$$

Curva de potencia del casco (BHP_S) Para un rango de velocidades que incluya la velocidad de servicio, V_S, se calcula DHP_S y BHP_S. Para cada velocidad definida, se consideran los EHP de servicio obtenidos por el método de Holtrop-Mennen.

Sobre la curva de la hélice de Kaplan, KT-KQ, con los valores J para las velocidades consideradas, se obtienen los diferentes rendimientos, η_0, para cada relación de P/D adoptada.

En la *Tabla 4* se muestran los resultados obtenidos. Vale aclarar que la última columna de la misma indica los BHP totales, es decir considerando las dos hélices.

V_S [knots]	V_S (m/s)	V_A (m/s)	EHP [HP]	EHP_S [HP]	J	ηo	P/D	DHP_S [HP]	BHP_S [HP]	BHP_S [KW]
10	5,1	4,3	235	293	0,412	0,482	1,2	608	621	925
11	5,7	4,7	327	409	0,453	0,514	1,2	796	812	1211
12	6,2	5,1	501	626	0,494	0,542	1,2	1157	1181	1759
13	6,7	5,5	666	833	0,536	0,566	1,2	1472	1502	2238
14	7,2	6,0	1028	1284	0,577	0,587	1,2	2192	2237	3333
15	**7,7**	**6,4**	**1852**	**2315**	**0,618**	**0,601**	**1,2**	**3854**	**3933**	**5860**
16	8,2	6,8	2684	3355	0,659	0,61	1,2	5496	5609	8357

Tabla 4: Valores calculados para la curva de potencia del casco

Al igual que en la *Tabla 3*, los BHP de la última columna corresponden a la potencia erogada por los dos motores.

Para calcular los valores que se muestran en la *Tabla 4* se utilizan las siguientes formulas:

- $$DHP_S = \frac{EHP * (1{,}15 + 1{,}10)}{\eta_0 * \eta_{rr} * \eta_h}$$
- $$BHP_S = \frac{DHP_S}{\eta_m}$$

Por último se trazan las curvas potencia-velocidad de los BHP_M y BHP_S, tal que el punto de cruce de estas dos curvas debe estar alrededor de la velocidad de servicio, V_S, recomendable ligeramente superior. Se muestra en la *Figura 5* que esto se cumple y por lo tanto, la hélice está correctamente diseñada y el motor bien elegido.

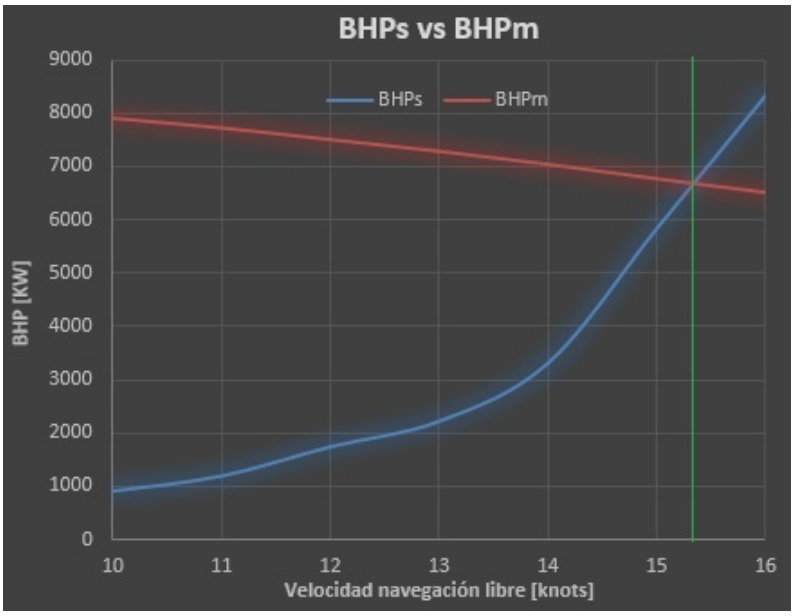


Figura 5: Curvas de potencia-velocidad de la hélice vs el casco

Siendo:

- La velocidad resultante en el punto de equilibrio 15.3 knots. Un 2 % superior a la velocidad de servicio requerida en la especificación técnica del proyecto (15 knots).

3.3. Verificación para la condición de remolque

Como dentro de las especificaciones técnicas del proyecto, se exige que el buque tenga capacidad de remolque, ya sea de barcazas, de buques u otros artefactos flotantes, se debe realizar un estudio para la hélice en la condición del buque remolcando.

Para el buque del proyecto, la velocidad de remolque se fija en 5 nudos.

3.3.1. Estimación del número de vueltas

Para ésta condición (remolque), el rendimiento del propulsor en aguas libres deja de ser preponderante, ya que la condición de diseño del mismo se determina para la condición de navegación libre en el apartado anterior.

Se dibujan las curvas K_{Qd}, para los diferentes valores de J, superpuesta a la curvas KT-KQ de la hélice tipo Kaplan. Esto se muestra en la *Figura 6*.

$$K_{Qd} = \frac{K_Q}{J^3} = \frac{0{,}5 * BHP_S * \eta_m}{\rho * v_S^3 * (1-w)^3 \, 2\pi * D^2}$$

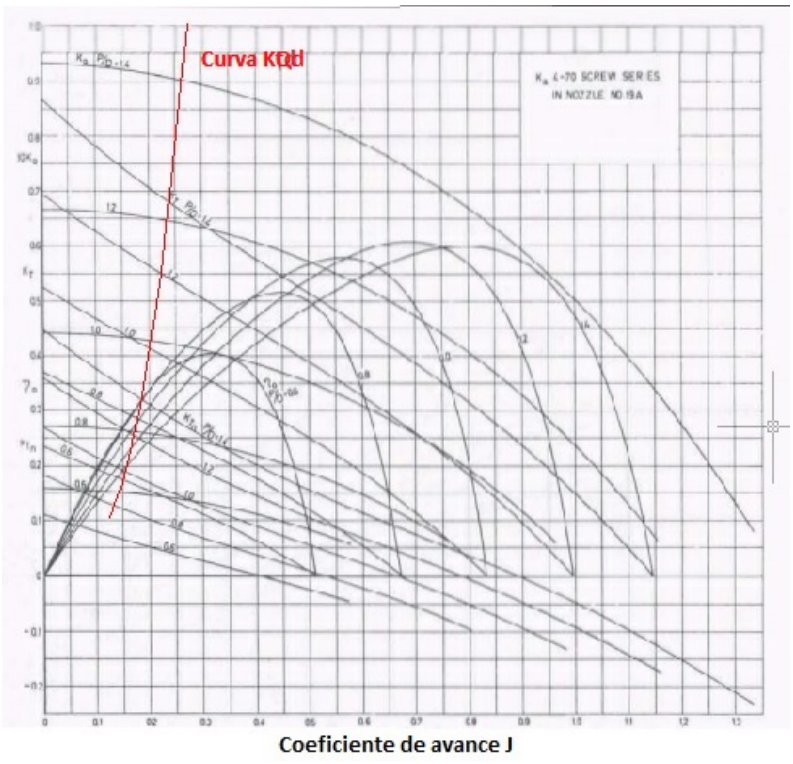


Figura 6: Curvas KT-KQ para una hélice tipo Kaplan en aguas libres

En la intersección de la curva K_{Qd} definida, se traza una vertical y se leen los valores, para cada relación paso-diámetro, de K_T, K_Q, η_0, J y se construye la *Tabla 5*.

P/D	J	KT	KQ	ηo	n [rpm]	Q por hélice [N.m]	T por hélice [N]	BP por hélice (Ton)	BP total [Ton]
0,6	0,143	0,179	0,015	0,261	299	95194	368481	31,1	62,2
0,8	0,172	0,290	0,026	0,304	248	112587	410875	34,7	69,4
1	0,202	0,416	0,043	0,317	211	133096	427432	36,1	72,2
1,2	0,232	0,548	0,065	0,315	184	152433	427575	36,1	72,2
1,4	0,259	0,670	0,091	0,308	165	170313	418570	35,3	70,7
1,1	0,217	0,482	0,054	0,316	197	144758	429518	36,3	72,5
1,05	**0,209**	**0,449**	**0,049**	**0,317**	**204**	**139515**	**429087**	**36,2**	**72,4**

Tabla 5: Coeficientes obtenidos en aguas libres para las distintas relaciones de paso-diámetro

Se utilizan las siguientes fórmulas que para armar la *Tabla 5*:

- $$BP = T * (1 - t)$$
- $$V_A = V * (1 - w)$$
- $$Q = K_Q * \rho * rpm^2 * D^5$$
- $$T = K_T * \rho * rpm^2 * D^4$$

Como aclaración, se destaca que la última columna de la Tabla 5 corresponde a la capacidad total de remolque del buque. Es decir, considerando ambas hélices.

De los resultados obtenidos en la *Tabla 5* se puede observar que el máximo tiro se produce para la relación de paso-diámetro de 1.1, siendo este tiro (BP) de 72.5 Tons. No obstante, el número de vueltas, 197 rpm, dista del valor a la salida de la caja reductora, 205.7 rpm. Por lo tanto, como la hélice es de paso variable, se utiliza una ralación de P/D de 1.05 que da un tiro (BP) de 72.4 Tons y un número de vueltas de 204 rpm.

3.3.2. Verificación de rendimiento casco-hélice-motor

Esta verificación se realiza para la condición de navegación libre, por lo tanto, lo que resta verificar es que la cupla requerida para la condición de remolque es menor que la erogada por el motor.

- $$Q_H < Q_M \Longrightarrow K_Q * \rho * rpm_H^2 * D^5 < \frac{BHP_M}{2\pi * rpm_M} \Longrightarrow 0{,}049 * 1024 * \left(\frac{204}{60}\right)^2 * 3^5 < \frac{4000000}{2\pi * \frac{205{,}7}{60}}$$
- $$139{,}51\,KN * m < 187{,}7\,KN * m$$

En la *Tabla 6* se muestran los valores de DHP_M y BHP_M, que se obtienen a partir de los diferentes valores de KQ para la relación de paso-diámetro adoptada. Como el mismo (P/D = 1.05) no se encuentra graficado en las curvas KT-KQ para la serie de Kaplan, se obtienen los valores J y KQ, utilizando interpolación lineal entre las cruvas de P/D = 1 y P/D = 1.2.

V_S [knots]	V_S [m/s]	V_A [m/s]	P/D	J	KQ	DHP_M [HP]	BHP_M [HP]	Q [N.m]	n [rpm]	BHP_M total [KW]
0	0,00	0,00	1,05	0,0000	0,0500	3912	3992	139515	201	5949
1	0,51	0,43	1,05	0,0419	0,0497	3926	4006	139515	202	5969
2	1,03	0,85	1,05	0,0838	0,0496	3931	4012	139515	202	5977
3	1,54	1,28	1,05	0,1257	0,0492	3944	4024	139515	202	5996
4	2,06	1,71	1,05	0,1675	0,0489	3959	4040	139515	203	6019
5	**2,57**	**2,13**	**1,05**	**0,2094**	**0,0484**	**3980**	**4061**	**139515**	**204**	**6051**
6	3,09	2,56	1,05	0,2513	0,0476	4012	4094	139515	206	6099
7	3,60	2,98	1,05	0,2932	0,0468	4048	4130	139515	208	6154
8	4,12	3,41	1,05	0,3351	0,0460	4082	4166	139515	210	6207

Tabla 6: Valores calculados para la curva de potencia de la hélice

Al igual que en la *Tabla 4*, los BHP de la última columna en la *Tabla 6*, corresponden a la potencia erogada por los dos motores. Se puede ver que la potencia requerida es levemente mayor a la calculada para la condición de navegación libre, 6000 KW. No obstante, esto no presenta inconvenientes para el motor seleccionado, ya que igual va a estar trabajando por debajo del 100 % MCR.

De la *Tabla 6*, se puede ver que el torque generado se mantiene constante. A partir de esta condición se puede obtener la velocidad de giro de la hélice para la condición de tiro a la bita o tiro a punto fijo (TBP). Tema que se va a estudiar en la siguiente sección.

3.4. Verificación para la condición de tiro a la bita, TBP

A partir de la condición de remolque se puede determinar el torque máximo y con este, el número de revoluciones que debe tener la hélice para la condición de tiro a la bita (TBP). No obstante, las rpm quedan fijas a partir de la relación de transmisión de la caja reductora. Por lo tanto, dicho valor queda definido en 205.7 rpm.

En la *Tabla 7* se muestran los valores calculados para cada relación de paso diámetro, que se obtienen de las curvas KQ-KT de la serie de Kaplan.

P/D	KT	KQ	J	n [rpm]	BHP por hélice [KW]	T [N]	BP [Ton]	Q [N.m]	Q_M [N.m]
0,6	0,238	0,0160	0	206	4000	232699	39,3	46977	185423
0,8	0,376	0,0271	0	206	4000	367625	62,1	79567	185423
1	0,530	0,0443	0	206	4000	518194	87,5	130067	185423
1,2	0,696	0,0667	0	206	4000	680497	114,9	195834	185423
1,4	0,865	0,084	0	206	4000	845733	142,8	246627	185423

Tabla 7: Coeficientes obtenidos para la hélice en condiciones de tiro a la bita

Se realizan los siguientes comentarios de los observado en la tabla precedente:

- Como se mencionó en las secciones precedentes, para esta condición se puede optar por desacoplar los generadores de cola, ya que el consumo eléctrico se puede satisfacer con los motogeneradores independientes que se dispongan en la sala de máquinas. De esta forma, se utiliza la potencia erogada por los motores principales para alcanzar los bollard pull requeridos en la especificación técnica del proyecto. Dicho esto, los BHP utilizados en cada línea son 4000 KW. Este punto de funcionamiento coincide con el MCR del motor.
- El tiro a la bita en las especificaciones técnicas del proyecto es de 90 Tons. Esto solo se cumple para las relaciones de paso-diámetro de 1.2 y 1.4. Sin embargo, en estas dos condiciones la cupla requerida por la hélice es mayor que la que puede entregar el motor.

A partir de esto, se pueden tomar dos opciones:

- Optar por la relación P/D = 1 que da un tiro a la bita de 87.5 Toneladas.
- Buscar una relación de paso-diámetro intermedia que cumpla con las dos condiciones, la del tiro a la bita y que la cupla del motor sea mayor a la de la hélice.

En la *Tabla 8* se muestran los resultados obtenidos para las relaciones de P/D intermedias. Los valores de las curvas KT-KQ, se obtienen a partir de una interpolación lineal.

P/D	KT	KQ	J	n [rpm]	BHP por hélice [KW]	T [N]	BP [Ton]	Q [N.m]	Q_M [N.m]
1,02	0,5466	0,04654	0	206	4000	534425	90,2	136643	185423
1,05	0,5715	0,0499	0	206	4000	558770	94,3	146508	185423
1,1	0,613	0,0555	0	206	4000	599346	101,2	162950	185423

Tabla 8: Optimización de la relación P/D para la condición de tiro a la bita

De la *Tabla 8* se puede observar que tanto para las relaciones P/D de 1.02 y 1.05, como para la relación P/D de 1.1 se satisfacen los requerimientos de tiro a la bita y además, el torque que produce el motor es mayor al requerido por la hélice.

A partir de esto, se decide optar por una relación P/D de 1.05. Vale aclarar, que la relación de paso-diámetro para esta condición va a ser distinta a la relación de paso-diámetro con la que opera en la condición de navegación libre, es por ello que se decide optar por un sistema de paso variable para darle mayor flexibilidad a la línea. Ya que la hélice va a estar operando en 3 condiciones diferentes, navegación, remolque y tiro a la bita.

4. Verificación por cavitación

Este análisis se realiza para la condición de tiro a la bita (TBP), ya que es la situación más comprometida que puede tener la hélice porque es cuando desarrolla el mayor empuje.

4.1. Condición de tiro a la bita

A partir de los siguientes datos de entrada:

- D = 3.00 m.
- P/D = 1.05
- $\frac{A_{EXPANDIDA}}{A_{DISCO}} = 0{,}7$
- Inmersión del propulsor: h = 3.00 m

Se calcula la presión, que resulta de la sumatoria de: la presión atmosférica, la presión hidroestática y la presión de vapor.

$$p = p_{ATM} + \rho * g * h - p_{Vapor} = 129183{,}3\,Pa$$

Por otra parte, se calcula la presión actuante en la pala, resultante entre el empuje y el área proyectada de las palas:

$$p_{ACT} = \frac{T}{A_{PROYECTADA}} \tag{1}$$

$$T = \frac{558770}{2} = 279385\,N$$

Para determinar el valor del área proyectada, se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{A_{PROYECTADA}}{A_{DESARROLLADA}} = 1{,}067 - 0{,}229 * \frac{P}{D} \tag{2}$$

Donde se puede hacer la siguiente simplificación:

$$A_{DESARROLLADA} \approx A_{EXPANDIDA}$$

Se calcula el área de disco como:

$$A_{DISCO} = \frac{\pi * D^2}{4} = 7{,}068\,m^2$$

Y con la relación:

$$\frac{A_{EXPANDIDA}}{A_{DISCO}} = 0{,}7 \Rightarrow A_{EXPANDIDA} = 4{,}947\,m^2$$

De la ecuación (2):

$$A_{PROYECTADA} = 4{,}09\,m^2$$

Y de la ecuación (1):

$$p_{ACT} = 68310\,Pa$$

A partir de lo realizado, se calculan los siguientes dos parámetros:

- Presión en el punto de remanso. (q)
- Número de cavitación. (σ)

$$q = \frac{1}{2} * \rho * V_1^2 \tag{3}$$

$$\sigma = \frac{(p_1 - p_v)}{q} \tag{4}$$

Donde:

- V_1: es la velocidad tangencial para un elemento de la pala ubicado al 0.7R

$$V_1^2 = V_A^2 + (\pi * rpm * 0{,}7 * D)^2 \Rightarrow V_1^2 = 513{,}03 \, \frac{m^2}{seg^2}$$

- p_1: es la presión en un punto de la pala ubicado al 0.7R

$$p_1 = p_{ATM} + p_h = 101325 \, Pa + \left(1024 \, \frac{kg}{m^3} * 9{,}81 \, \frac{m}{seg^2} * (3 - 0{,}7 * 1{,}5) \; m\right)$$

$$p_1 = 120913{,}91 \, Pa$$

Reemplazando en (3), se obtiene la presión en el punto de remanso y en (4), el número de cavitación:

- $$q = 262672{,}51 \, Pa$$
- $$\sigma = 0{,}4516$$

Por último, con los valores calculados se determina la carga media por empuje en las palas de la hélice:

$$\tau_C = \frac{\frac{T}{A_{PROYECTADA}}}{\frac{1}{2} * \rho * V_1^2} = \frac{\frac{279385}{4{,}09}}{0{,}5 * 1024 * 513{,}03}$$

$$\tau_C = 0{,}26$$

Para que la hélice no cavite se debe verificar que:

$$\tau_C < \sigma \Longrightarrow 0{,}26 < 0{,}4516$$

En la *Figura 8* se muestra el diagrama para verificación de cavitación. Se entra en el mismo, con los valores τ_C y σ calculados y se cumplir que la hélice diseñada esté dentro de los límites recomendados de cavitación en el dorso de la misma, según sea el tipo de buque.

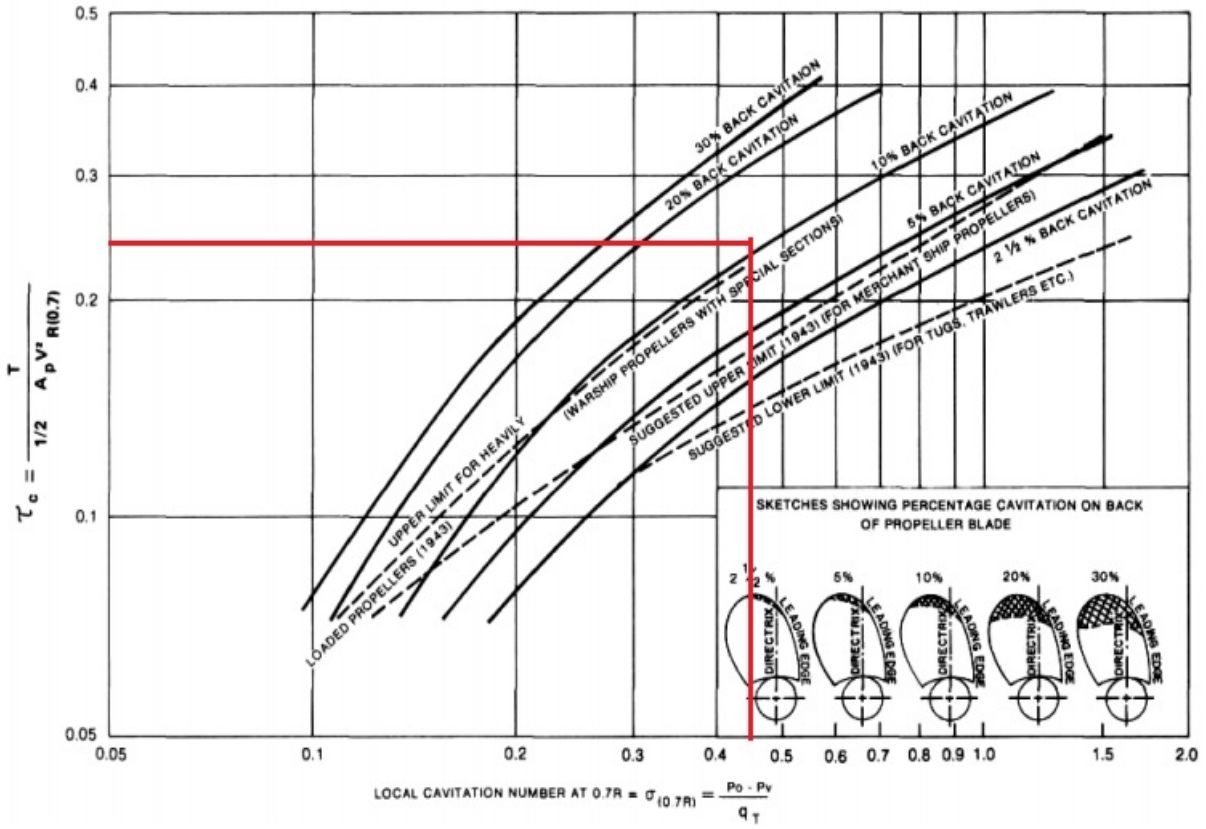


Figura 8: Diagrama de cavitación de Burrill

Se observa de la *Figura 8*, que el porcentaje de cavitación en el back de la pala se encuentra apenás por encima del 10 %, (valor límite prefijado). No osbtante, se considera que el análisis y el diseño de la hélice es aceptable, ya que este fénomeno solo ocurre en la peor condición operativa del buque, que es en el tiro a la bita.

5. Conclusiones del cálculo de resistencia al avance

Se decide optar por el método de Holtrop-Mennen como método de cálculo, ya que este considera la mayor cantidad de variables que contribuyen con la resistencia al avance del casco. Por otro lado nos permite calcular y graficar las curvas EHP y Rt en un rango mayor de velocidades que los demás métodos. Además el buque a analizar cuenta con 2 hélices, por lo tanto no cumple con todas las hipótesis del método de Lap-Keller. Lo mismo ocurre para los métodos de Guldhammer & Harvald y Van Oortmersen. A continuación se muestra que hipótesis no se cumplen en estos dos últimos métodos:

- Guldhammer & Harvald

$$4 < \frac{L_{PP}}{\triangle^{\frac{1}{3}}} < 8$$

$$\frac{65}{\sqrt[3]{5185}} = 3{,}75$$

- van Oortmersen

$$5 < \triangle < 3000$$

$$\triangle = 5185\, Tons$$

Se puede ver en el primero de ellos, Guldhammer & Harvald, que el método puede dar una mejor aproximación en la resistencia al avance para buques con relaciones eslora-desplazamiento más elevadas. Mientras que, el segundo método es más propicio para buques de menor desplazamiento (Por ejemplo: pesqueros, remolcadores de navegación costera)

6. Aclaraciones finales

- Los cálculos propulsivos se determinan para las 3 condiciones de navegación en las que puede estar operando el buque: navegación libre, remolque y tiro a la bita.
- Para la condición de navegación libre a la velocidad de servicio con los dos generadores de cola funcionando, el MCR requerido es de 7812.22 KW. Mientras que el MCR total de ambos motores va a ser 8000 KW.
- Para la condición de remolque, los BHP requeridos por el motor son los mismos que para la condición de navegación libre. También se mantienen en servicio los generadores de cola.
- Para la condición de tiro a la bita, se desacoplan los generadores de cola y se utiliza el motor en su MCR (4000 KW) para alcanzar los bollard pull requeridos por la especificación técnica del proyecto.

7. Bibliografía

- Foran, (2008). General Design Subsystem, Power Module.
- Lewis, E. (1988). *Pinciples of naval architecture, Vol II.* E.E.U.U., Jersey City. The Society of Naval Architects and Marine Engineers (S.N.A.M.E.).
- Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante.* España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- FIORENTINO, N. (2015). *Cálculo propulsivo, Tiro a la bita y arrastre.* Apuntes de Resistencia al avance y propulsión. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- FIORENTINO, N. (2013). *Guía para el cálculo de hélices.* Apuntes de Resistencia al avance y propulsión. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- Dos Santos, A. (2015). *Hélice & Potencia.* Apuntes de Proyecto de buques. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- Holtrop-Mennen (1978). *An aproximate power prediction method.* International Shipbuilding Progress, Vol. 25.

Parte VI

Cálculo y dimensionamiento de la pala de timón y máquina de gobierno

PME-PB-210-000
Revisión B
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Cálculo **3**

2.1. Área del timón . . . 3

2.2. Relación de aspecto . . . 3

2.3. Compensación . . . 4

2.4. Fuerza sobre el timón . . . 4

2.5. Torque del timón . . . 5

3. Mecha de timón **6**

3.1. Diámetro por encima del cojinete de mecha de timón . . . 7

3.2. Diámetro inferior de la mecha . . . 7

4. Timón seleccionado **8**

5. Servomotor seleccionado **9**

6. Bibliografía **10**

7. Apéndice 1 **11**

1. Introducción

Como punto de partida se optar por dos timones suspendidos, semibalanceados, de perfil tipo flap, ambos ubicados a popa, uno por banda. Los timones van a estar accionados por dos servomotores del tipo «de timón de vano». Para el cálculo y el dimensionamiento, tanto del timón como del servomotor, se siguen los requerimientos dados por el ABS.

2. Cálculo

2.1. Área del timón

Se estima la superficie proyectada (AR) perpendicular al plano de deriva ($L_{PP}xd$), según la aproximación dada por el DNV (Det Norske Veritas). Tal como se muestra a continuación:

$$AR = \frac{L_{PP} * T}{100} \left(1 + 50 * CB^2 * \left(\frac{B}{L_{PP}}\right)^2\right) \tag{1}$$

Donde:

- $L_{PP} = 65{,}00\,m$. Eslora entre perpendiculares.
- $T = 6{,}40\,m$. Calado en máxima carga.
- $CB = 0{,}71$. Coeficiente de bloque.
- $B = 16{,}8\,m$. Manga

$$AR = 11{,}16\,m^2$$

Se divide este valor en 2, debido a que el buque posee dos palas de timón. Por lo tanto, la superficie proyectada de cada timón:

$$AR = 5{,}58\,m^2 \approx 5{,}6\,m^2$$

En general:

$$1{,}5\,\%\,(L_{PP} * T) < AR < 2{,}5\,\%\,(L_{PP} * T)$$

$$6{,}24\,m^2 < AR < 10{,}4\,m^2$$

Dividiendo estos valores por el número de timones (2):

$$3{,}12\,m^2 < AR < 5{,}2\,m^2$$

Como se puede ver, el valor cálculado por la ecuación (1) es levemente mayor que la cota superior dada por la relación precedente. Por lo tanto, se adopta como superficie proyectada de 5.6 m^2.

2.2. Relación de aspecto

Es la relación entre la altura del timón y la longitud media. Se puede estimar mediante la siguiente expresión:

$$RA = \frac{H_T}{B_T} \approx 1{,}5 \tag{2}$$

Donde:

- H_T: Altura del timón.

- B_T : Longitud media del timón.

Tomando que:

- $H_T = 1{,}5 * B_T$ y $AR = H_T * B_T = 5{,}6\,m^2$

Se obtiene:

- $B_T = 1{,}90\,m$
- $H_T = 2{,}9\,m \approx 3\,m$

Por lo tanto, la superficie proyectada final termina siendo:

$$AR = 5{,}7\,m^2$$

2.3. Compensación

El área a proa del eje de giro se puede estimar según la siguiente expresión:

$$0{,}2 * AR < COMP < 0{,}25 * AR$$

$$0{,}2 * AR = 1{,}14\,m^2 < COMP < 0{,}25 * AR = 1{,}425\,m^2$$

Con la altura (H_T) fija, se calcula la distancia entre la mecha del timón y el extremo de popa del timón, o sea la longitud de la compensación (bc).

$$bc = \frac{COMP}{H_T} = \frac{1{,}425\,m^2}{3\,m} = 0{,}475\,m$$

Se adopta un bc = 0.5 m. Por lo tanto, COMP = 1.5 m^2

Se realiza un croquis con las dimensiones preliminares en el apéndice 1 del presente documento.

Las medidas finales de la misma van a estar acotadas por las ya estipuladas en los catálogos comerciales de los distintos fabricantes.

2.4. Fuerza sobre el timón

Se cálcula mediante la siguiente expresión dada por el ABS:

$$C_R = nk_R k_c k_\ell A V_R^2 \quad \text{kN (tf, Ltf)}$$

where

n	=	0.132 (0.0135, 0.00123)
k_R	=	$(b^2/A_t + 2)/3$ but not taken more than 1.33
b	=	mean height of rudder area, in m (ft), as determined from 3-2-14/Figure 1
A_t	=	sum of rudder blade area, A, and the area of rudder post or rudder horn within the extension of rudder profile, in m^2 (ft^2)
A	=	total projected area of rudder blade, as illustrated in 3-2-14/Figure 1 in m^2 (ft^2)
		For steering nozzles, A is not to be taken less than 1.35 times the projected area of the nozzle.
k_c	=	coefficient depending on rudder cross section (profile type) as indicated in 3-2-14/Table 1A and 1B. For profile types differing from those in 3-2-14/Table 1A and 1B, k_c is subject to special consideration.
k_ℓ	=	coefficient as specified in 3-2-14/Table 2
V_R	=	vessel speed, in knots
	=	for ahead condition V_R equals V_d or V_{min}, whichever is greater
	=	for astern condition V_R equals V_a, or $0.5V_d$, or $0.5V_{min}$, whichever is greater
V_d	=	design speed, in knots, with vessel running ahead at the maximum continuous rated shaft rpm and at the summer load waterline
V_a	=	maximum astern speed, in knots
V_{min}	=	$(V_d + 20)/3$

Donde:

- $n = 0{,}132$
- $k_R = 1{,}33$
- $A = 5{,}7\,m^2$
- $k_c = 1{,}7$
- $k_l = 1{,}15$
- $V_R = 15\,knots$

$$C_R = 0{,}132 * 1{,}33 * 1{,}7 * 1{,}15 * 5{,}7 * 15^2 = 440{,}18\,KN$$

En las siguientes tablas dadas por el ABS, se especifican los coeficientes tomados para el cálculo precedente.

TABLE 1B
Coefficient k_c for High-Lift/Performance Rudders *(2014)*

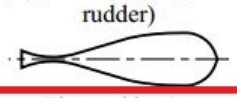
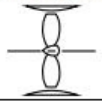
	Profile Type	k_c	
		Ahead Condition	*Astern Condition*
1	Fish tail (e.g., Schilling high-lift rudder) 	1.4	0.8
2	Flap rudder (or Twisted rudder of Cat. 3)	1.7	1.3
3	Rudder with steering nozzle 	1.9	1.5

TABLE 2
Coefficient k_t

Rudder/Propeller Layout	k_t
Rudders outside propeller jet	0.8
Rudders behind a fixed propeller nozzle	1.15
Steering nozzles and azimuthing thrusters	1.15
All others	1.0

Se desestima la fuerza sobre el timón con el buque en marcha atrás, dado que el mayor esfuerzo sobre la pala ocurre en marcha adelante.

2.5. Torque del timón

Se cálcula mediante la siguiente expresión dada por el ABS:

$Q_R = C_R r$ kN-m (tf-m, Ltf-ft)

where

C_R	=	rudder force as calculated in 3-2-14/3.1
r	=	$c(\alpha - k)$ but not less than $0.1c$ for ahead condition
c	=	mean breadth of rudder area as shown in 3-2-14/Figure 1, in m (ft)
α	=	coefficient as indicated in 3-2-14/Table 3
k	=	A_f/A
A_f	=	area of rudder blade situated forward of the rudder stock centerline, in m^2 (ft^2), as shown in 3-2-14/Figure 1
A	=	whole rudder area as described in 3-2-14/3.1

Donde:

- $k = \frac{1,5}{5,7} = 0,263$
- $\alpha = 0,4$
- $c = B_T = 1,9\,m$

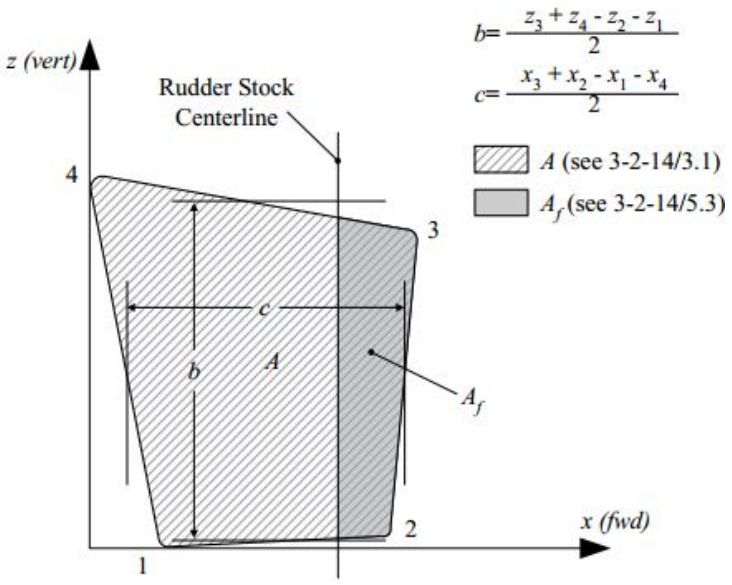
$$Q_R = 440,18 * 1,9 * (0,4 - 0,263) = 114,57\,KN - m$$

Al igual que para el cálculo de la fuerza C_R, en las siguientes tablas dadas por el ABS, se especifican los coeficientes tomados para el cálculo precedente.

TABLE 3
Coefficient α (2014)

Rudder Position or High-lift	α		
	Ahead Condition	*Astern Condition*	
Located behind a fixed structure, such as a rudder horn	0.25	0.55	
Located where no fixed structure forward of it	0.33	0.75 (hollow profile)	0.66 (non-hollow)
High-Lift Rudders (see 3-2-14/Table 1B)	Special consideration (0.40 if unknown)	Special consideration	

FIGURE 1
Rudder Blade without Cutouts



3. Mecha de timón

Se calcula el diámetro mínimo recomendado por el ABS 3-2-14/7. Se calcula primero el diámetro mínimo calculado en el extremo superior de la mecha (por encima del cojinete de mecha del timón) y luego el diámetro inferior de la mecha. En este presente informe se toma el máximo de los dos calculados y se dimensiona la mecha con el mismo.

3.1. Diámetro por encima del cojinete de mecha de timón

Se cálcula mediante la siguiente expresión dada por el ABS:

$$S = N_u \sqrt[3]{Q_R K_s} \quad \text{mm (in.)}$$

where

N_u = 42.0 (89.9, 2.39)

Q_R = total rudder torque, as defined in 3-2-14/5, in kN-m (tf-m, Ltf-ft)

K_s = material factor for upper rudder stock, as defined in 3-2-14/1.3

Donde:

- $Q_R = 114{,}57\, KN - m$
- $K_S = 0{,}62$

$$S = 173{,}41\, mm$$

Por encima del cojinete de mecha del timón, se dimensiona el diámetro de la mecha de 180 mm. Por lo tanto, se selecciona el servomotor para un diámetro de este tamaño.

3.2. Diámetro inferior de la mecha

Se cálcula mediante la siguiente expresión dada por el ABS:

$$S_l = S * \sqrt[6]{1 + (4/3) * (M/Q_R)} \tag{3}$$

where

S = upper stock required diameter from 3-2-14/7.1, in mm (in.)

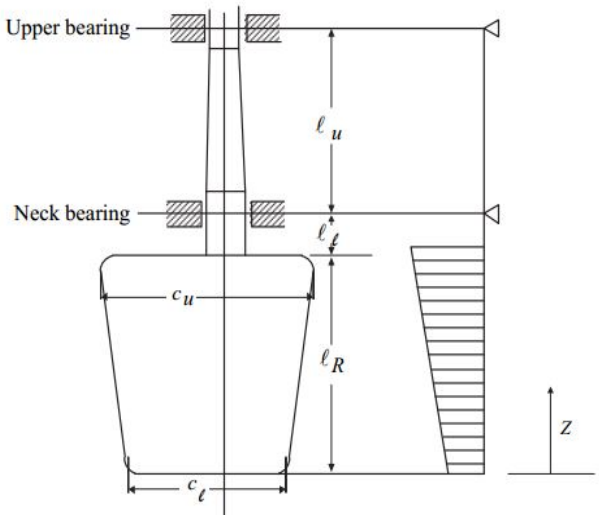
M = bending moment at the section of the rudder stock considered, in kN-m (tf-m, Ltf-ft)

Q_R = rudder torque from 3-2-14/5, in kN-m (tf-m, Ltf-ft)

Donde el momento se calcula como se indica a continuación:

$$M(z) = \frac{z^2 C_R}{2A}\left[c_l + \frac{z}{3l_R}(c_u - c_l)\right] \tag{4}$$

FIGURE 1
Spade Rudder *(2014)*



Donde:

- $c_l = c_u = B_T = 1{,}9\,m$
- $l_R = 3\,m$
- $l_l = 0{,}7\,m.$ (distancia medida desde el arreglo general)
- $l_u = 0{,}7\,m.$ (Valor adoptado por el proyectista, a partir del plano de arreglo general.
- $C_R = 440{,}18\,KN.$ (Valor calculado en los párrafos precedentes)
- $A = 5{,}7\,m^2$
- $z = 3\,m.$ (Se adopta el valor para el cual el momento sea máximo)

Reemplazando en (4):

$$M\,(z = 3\,m) = 660{,}27\,KN - m$$

Y volviendo a la ecuación (3)

$$S_l = 258{,}06\,mm$$

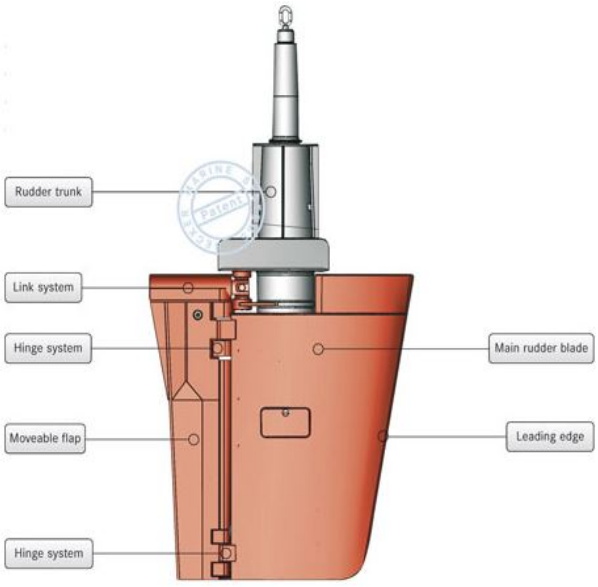
Debajo del cojinete de mecha del timón se adopta un diámetro de mecha igual a 260 mm. Este diámetro va a ser el mínimo requerido y se va a adaptar al producto que se suministre.

4. Timón seleccionado

Becker Flap Rudders with KSR Support (FKSR).

Becker Flap Rudders with KSR support guarantee the best possible manoeuvrability for your vessel at all speeds and at the lowest possible rate of fuel consumption.

- Optimum balance and flap area
- Minimum steering gear size
- Highest insurance against flexural vibration, best values of natural vibration
- Rudder angles of 45° and additional 45° of the flap, in special execution rudder angles of 65° and additional 45° flap angle may be applied
- Easy maintenance of link and hinge system
- Highest safety against cyclic stresses
- Durable in ice

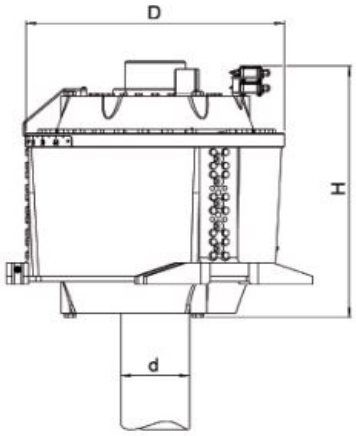


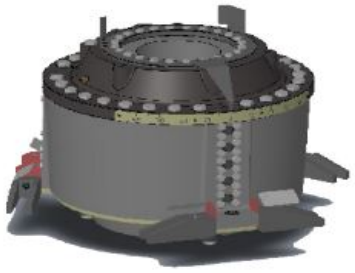
Often copied but never equalled, the combination of all these outstanding features ensures a superb rudder. Rudder angles of +/-45 degrees and additional 45 degrees of the flap permit extreme manoeuvres and dynamic positioning operations. Each ship is different and for some rudder configurations rudder angles of 65° can be applied if a benefit for manoeuvring is expected. Also attractive is the improved course keeping performance and fuel saving obtained through smaller required rudder angles and smaller rudder area, compared to standard rudders. In combination with the Becker KSR Rudder support, the FKSR Becker Flap Rudder has no size limit.

Due to the extreme efficiency of the flap rudder we always recommend having our experienced engineers onboard for manoeuvring training during sea trials.

5. Servomotor seleccionado

Para seleccionar el servomotor se parte de dos restricciones: El diámetro mínimo de la mecha del timón y el torque máximo calculados. Se selecciona un servomotor HATLAPA Triton con un diámetro de mecha de timón de 180 mm y un torque de 130 KN-m.





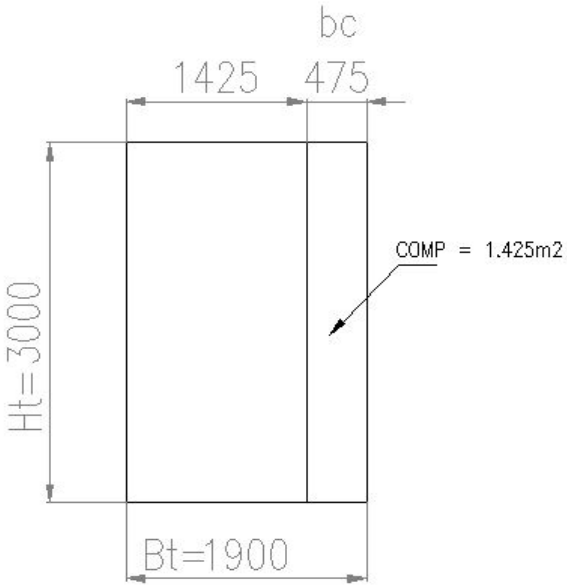
Rotary Vane Type TRITON 45°

Type		130	200	300	450	600	800	1000	1250
Working torque	kNm	130	200	300	450	545	725	915	1100
Available rudder stock diameter	mm	150 / 160 / 170 / 170 / 180 / 190 / 200 / 210 / 215	90 / 200 / 210 / 220 / 230 / 240 / 250	220 / 230 / 240 / 250 / 260 / 270 / 280	250 / 260 / 270 / 280 / 290 / 300 / 310 / 320	280 / 290 / 300 / 310 / 320 / 330 / 340 / 350 / 354	310 / 320 / 330 / 340 / 350 / 360 / 370 / 380 / 390	340 / 350 / 360 / 370 / 380 / 390 / 400 / 410 / 420	370 / 380 / 390 / 400 / 410 / 420 / 430 / 440 / 446
Weight	kg	682	1003	1480	2198	2832	3918	4726	5874
Dimensions (DxH)	mm	640 x 660	740 x 740	830 x 820	940 x 930	1030 x 1000	1130 x 1110	1220 x 1170	1290 x 1260
El. motor output*	kW	2 x 11	2 x 18	2 x 24	2 x 32	2 x 40	2 x 50	2 x 76	2 x 95

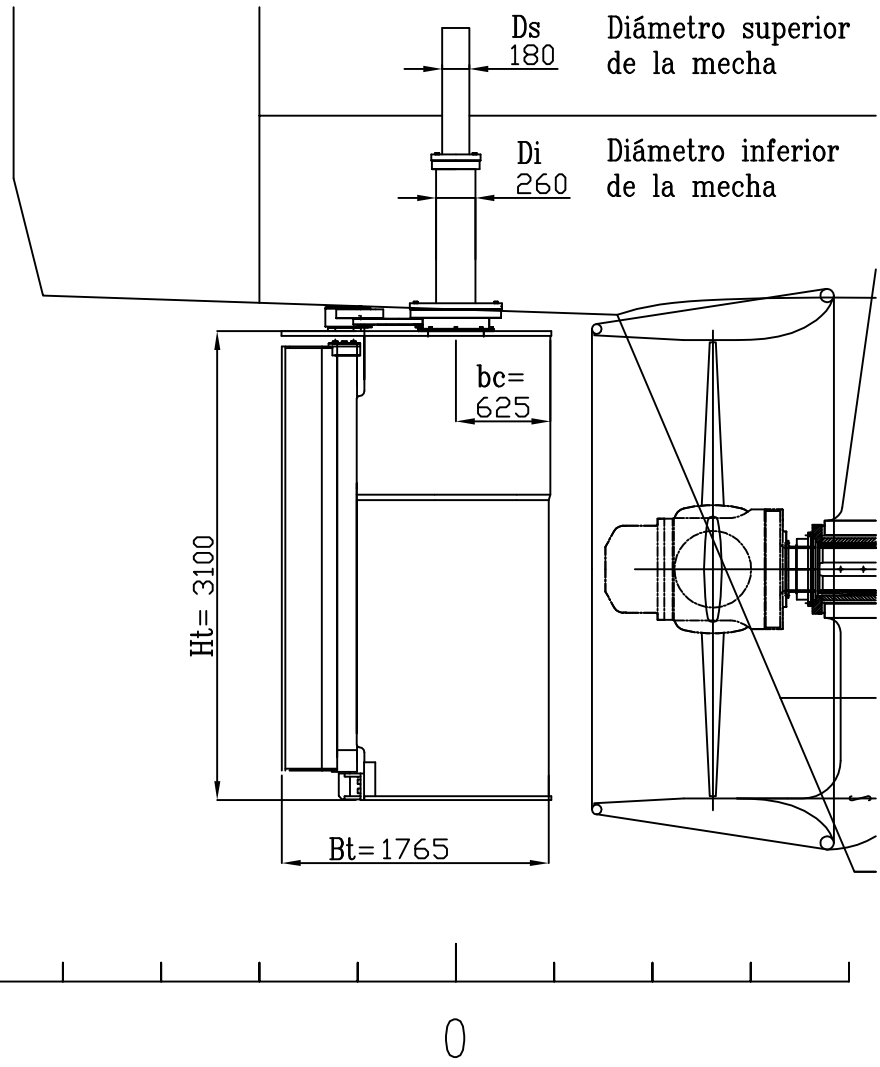
6. Bibliografía

- Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante*. España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- ABS, *Rules for building and classing, Part 3, Chapter 2 OSV, Hull construction and equipment*. March 2014.
- HATLAPA (2014), *Steering Gear Ram type POSEIDON*
- FIORENTINO, N. (2014). *Unidad VIII, Timón*. Apuntes de Construcción naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- FIORENTINO, N. (2014). *Unidad V, Sistema de gobierno*. Apuntes de Alistamiento naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).

7. Apéndice 1



Croquis con las dimensiones preliminares de la pala de timón



		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 10/11/2016			

INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:50	PME-PB-210-007	A4

PROYECTO DE BUQUES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
O	CORR. SEGÚN NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI

MODIFICACIONES

PLANO DE DISPOSICIÓN
TIMÓN Y CODASTE

Parte VII

Cálculo del módulo resistente de la sección media del buque

Revisión B
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Resistencia longitudinal: momentos flexores, módulo resistente en la sección maestra, momento de inercia mínimo y esfuerzos cortantes **3**

2.1. Momentos flexores . . . 3

2.1.1. Momento flexor en la ola . . . 3

2.1.2. Momento flexor en aguas tranquilas . . . 4

2.1.3. Momento flexor total . . . 4

2.2. Módulo resistente de la sección maestra . . . 4

2.2.1. Módulo resistente mínimo de la sección maestra . . . 4

2.2.2. Módulo resistente de diseño de la sección maestra . . . 5

2.3. Momento de inercia mínimo de la cuaderna maestra . . . 5

2.4. Esfuerzos cortantes . . . 5

2.4.1. Esfuerzo cortante en la ola en 0.4L . . . 5

2.4.2. Esfuerzo cortante en aguas tranquilas . . . 6

3. Cálculo de la cuaderna maestra **6**

3.1. Espaciado de refuerzos . . . 6

3.2. Escantillonado de los elementos estructurales . . . 7

3.2.1. Escantillonado de las planchas del casco . . . 7

3.2.2. Plancha de cubierta . . . 10

3.2.3. Escantillonado de refuerzos primarios . . . 11

3.2.4. Escantillonados de refuerzos primarios longitudinales . . . 11

3.2.5. Escantillonados de refuerzos primarios transversales . . . 13

3.2.6. Escantillonado de refuerzos secundarios . . . 16

3.2.7. Palmejares . . . 17

3.2.8. Contretes . . . 18

3.2.9. Resumen del escantillonado de los elementos estructurales . . . 19

3.3. Cálculo del módulo resistente de la sección maestra . . . 20

3.3.1. Módulo resistente de la sección maestra a partir de los elementos estructurales que la conforman y verificación del mismo con el requerido por el ABS . . . 20

3.3.2. Posición del eje neutro de la sección maestra . . . 20

3.3.3. Tensiones máximas de flexión en cubierta y fondo . . . 20

4. Bibliografía **21**

5. Apéndice 1 **22**

5.1. Código de MATLAB para el dimensionamiento de la eslora . . . 22

5.2. Código de MATLAB para el dimensionamiento de los baos . . . 22

5.3. Código de MATLAB para el dimensionamiento de las bulárcamas . . . 23

5.4. Código de MATLAB para el dimensionamiento de los palmejares . . . 23

6. Apéndice 2 **24**

6.1. Tabla para el dimensionamiento de escantillones que aportan al módulo de la sección media 24

1. Introducción

El buque proyecto debe ser capaz de soportar todos los momentos y esfuerzos a los que se ve sometido en el medio en el que se desenvuelve, además de su propio peso y las aceleraciones que resultan de él. En esta parte se determina el escantillonado de la estructura y la comprobación de resistencia general, para lo cual se siguen las reglas de la Sociedad de Clasificación ABS.

En buques de eslora pequeña y media, los esfuerzos de flexión viga-buque no son tan importantes como en los buques de eslora grande, ya que, considerándolos como una viga, la disposición a la flexión es pequeña. Sin embargo, sí se pueden producir esfuerzos localizados importantes por flexión de refuerzos y planchas.

Una vez hechos los cálculos del escantillonado del buque se elabora el plano de cuaderna maestra con elementos longitudinales y transversales, comprobando que se satisfacen los criterios del ABS.

2. Resistencia longitudinal: momentos flexores, módulo resistente en la sección maestra, momento de inercia mínimo y esfuerzos cortantes

Existe un límite máximo para el momento flexor que la estructura ha de ser capaz de soportar. Se establece por la normativa, al igual que unos límites mínimos para el momento de inercia y el módulo resistente de la cuaderna maestra. Para el cálculo de los momentos flexores se tienen en cuenta tres condiciones (Aguas tranquilas, Arrufo y Quebranto). En este apartado se siguen los requerimientos de la resistencia a la flexión del casco que indica el ABS [1].

2.1. Momentos flexores

2.1.1. Momento flexor en la ola

Para calcular el momento flexor en la ola, se consideran dos condiciones: en situación de arrufo (momentos de signo negativo) y la situación de quebranto (momentos positivos).

El momento flexor en la ola (M_W)se determina de manera directa de las ecuaciones dadas por el ABS:

$$M_{WS} = -k_1 C_1 L^2 B\,(C_b + 0{,}7) * 10^{-3} \quad (situación\,de\,arrufo)$$

$$M_{Wh} = +k_2 C_1 L^2 B C_b * 10^{-3} \quad (situación\,de\,quebranto)$$

Donde:

k_1 = 110 (11.22, 1.026)

k_2 = 190 (19.37, 1.772)

$$C_1 = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1.5} \qquad 90 \le L \le 300 \text{ m}$$

$$= 10.75 \qquad 300 < L < 350 \text{ m}$$

$$= 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150}\right)^{1.5} \qquad 350 \le L \le 500 \text{ m}$$

L = length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)

B = breadth of vessel, as defined in 3-1-1/5, in m (ft)

C_b = block coefficient, as defined in 3-1-1/11.3, but is not to be taken less than 0.6

Siendo:

$$k_1 = 110 \quad ; \quad k_2 = 190 \quad ; \quad L = 67{,}91\,m \;(eslora\,de\,escantillonado)$$

$$B = 16{,}8\,m \quad ; \quad CB = 0{,}71 \quad ; \quad C_1 = 7{,}21$$

Momento en situación de arrufo

$$M_{WS} = -86641{,}07\,KNm$$

Momento en situación de quebranto

$$M_{WH} = 75357{,}07\,KNm$$

2.1.2. Momento flexor en aguas tranquilas

Se determina para la condición de máxima carga, dicho valor se calcula a partir del módulo load, del programa Foran. Siendo este valor:

$$M_{SW} = -3719{,}05\,Tm = -36355{,}86\,KNm$$

El cálculo de la distribución de pesos se realiza mediante el método del Lloyds en el módulo Load del programa Foran. Para ver la curva de distribución de pesos referirse al documento PME-PB-100-009 y para ver el cálculo de la estimación del peso del acero referirse al documento PME-PB-010-006.

2.1.3. Momento flexor total

Como indica el ABS:

$$M_{Flexor\,total} = M_{SW} + M_W$$

Donde:

M_{sw} = still-water bending moment in accordance with 3-2-1/3.3, in kN-m (tf-m, Ltf-ft).

M_w = maximum wave-induced bending moment in accordance with 3-2-1/3.5.1

$$M_{TS} = M_{SW} + M_{WS} = -36355{,}86\,KNm - 86641{,}07\,KNm = -122997\,KNm$$

$$M_{TH} = M_{SW} + M_{WH} = -36355{,}86\,KNm + 75357{,}07\,KNm = 39001{,}21\,KNm$$

De lo precedente, se concluye que condición más comprometida es en la situación arrufo.

$$M_{TS} = -122997\,KNm$$

Y se produce en la cuaderna 41. Referirse al documento PME-PB-010-008 para ver para cada condición de carga en donde se producen los esfuerzos máximos debido al corte y a la flexión. Vale aclarar que el dimensionamiento se va a realizar para la condición de carga LC01, la cual fue definida en el documento PME-PB-010-009 (MC).

2.2. Módulo resistente de la sección maestra

2.2.1. Módulo resistente mínimo de la sección maestra

El módulo resistente mínimo de la sección maestra exigido por el ABS viene dado por la siguiente expresión:

$$SM = C_1 C_2 L^2 B\,(CB + 0{,}7)$$

Donde:

C_1 = as defined in 3-2-1/3.5

C_2 = 0.01 (0.01, 1.44×10^{-4})

L = length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)

B = breadth of vessel, as defined in 3-1-1/5, in m (ft)

C_b = block coefficient, as defined in 3-1-1/11.3, but is not to be taken less than 0.6

Siendo:

$$C_1 = 7{,}21 \quad ; \quad C_2 = 0{,}01$$

$$SM = 7876{,}46\ cm^2 - m$$

Este valor va a ser el mínimo que debe tener la cuaderna maestra, a fin de que la estructura sea capaz de soportar los esfuerzos máximos a los que va a estar sometido la viga buque.

2.2.2. Módulo resistente de diseño de la sección maestra

El módulo resistente de diseño de la sección maestra se obtiene a partir de la superposición del momento máximo en aguas tranquilas y olas y la tensión máxima admisible en la sección media a partir de la expresión dada por el ABS:

$$SM = \frac{M_{TS}}{f_p} = \frac{122997\,KNm}{17{,}5\,\frac{KN}{cm^2}} = 7028{,}4\ cm^2 - m$$

Se adopta como el SM minimo requerido para la sección maestra el calculado en el apartado 2.2.1. Cuyo valor es:

$$SM = 7876{,}46\ cm^2 - m$$

2.3. Momento de inercia mínimo de la cuaderna maestra

En el ABS se recomienda calcularlo con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{L * SM}{33{,}3} = \frac{67{,}91\,m * 7876{,}46\ cm^2 - m}{33{,}3}$$

$$I = 16062{,}77\ cm^2 - m^2$$

2.4. Esfuerzos cortantes

2.4.1. Esfuerzo cortante en la ola en 0.4L

En el ABS se recomienda calcularlo de la siguiente manera:

Wave Shear Force

The envelopes of maximum shearing forces induced by waves, F_w, as shown in 3-2-1/Figure 3 and 3-2-1/Figure 4, may be obtained from the following equations.

$F_{wp} = +kF_1C_1L\,B\,(C_b + 0.7) \times 10^{-2}$ For positive shear force

$F_{wn} = -kF_2C_1L\,B\,(C_b + 0.7) \times 10^{-2}$ For negative shear force

where

F_{wp}, F_{wn}	=	maximum shearing force induced by wave, in kN (tf, Ltf)
C_1	=	as defined in 3-2-1/3.5.1
L	=	length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)
B	=	breadth of vessel, as defined in 3-1-1/5, in m (ft)
C_b	=	block coefficient, as defined in 3-1-1/11.3, but not to be taken less than 0.6
k	=	30 (3.059, 0.2797)
F_1	=	distribution factor, as shown in 3-2-1/Figure 3
F_2	=	distribution factor, as shown in 3-2-1/Figure 4

Siendo:

$$k = 30 \quad ; \quad C_1 = 7{,}21 \quad ; \quad F_1 = F_2 = 0{,}7$$

Reemplazando:

$$F_W = 2435{,}66\, KN$$

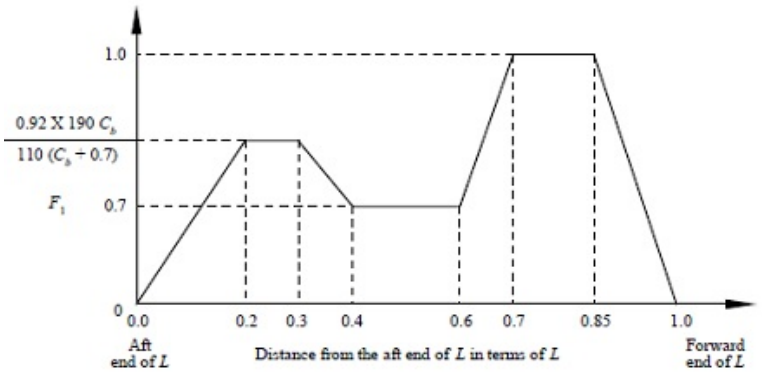


Figura 3: Factor de distribución F_1

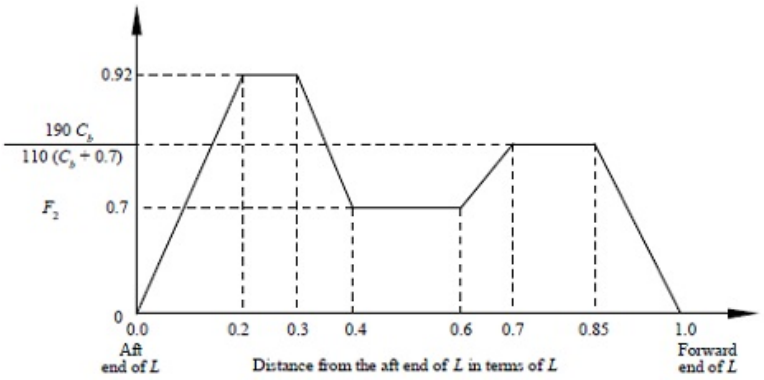


Figura 4: Factor de distribución F_2

2.4.2. Esfuerzo cortante en aguas tranquilas

Se determina para la condición de máxima carga, dicho valor se obtiene a partir del módulo load, del programa Foran. Siendo este valor:

$$Q_{SW} = 353{,}35\, Tons = 3466{,}36\, KN \quad (cuaderna\, 47)$$

Las curvas de corte, momento y empuje se representan en el plano PME-PB-100-010.

3. Cálculo de la cuaderna maestra

3.1. Espaciado de refuerzos

En la parte 3, Disposición General y capacidades, se describe la disposición del doble fondo, mamparos divisorios, bulárcamas y varengas en cada zona del buque proyecto, cumpliéndose con las reglamentaciones del ABS y el Convenio SOLAS. A continuación se presenta la disposición de estos elementos a modo de resumen.

A) Altura de doble fondo: $d_{DB} = 1150\,mm$

B) Elementos estructurales transversales:

- Clara entre cuadernas: 650 mm.
- Clara entre baos: 650 mm.
- Clara entre bulárcamas: 3250 mm (cada 5 claras de cuaderna)
- Clara entre varengas: 3250 mm.

C) Elementos estructurales longitudinales:

- Clara entre longitudinales: 650 mm.
- Clara entre vagras: Se coloca una vagra por banda a 4400 mm desde la quilla.
- Posición de esloras, en crujía (ver plano de sección media).

Se dispondrá de refuerzos adicionales en las zonas donde las normativas y reglamentaciones lo exijan.

3.2. Escantillonado de los elementos estructurales

En este apartado se calcula el escantillonado de las planchas, vagras, varengas, bulárcamas y refuerzos longitudinales. Para ello se siguen las prescripciones establecidas por el ABS, parte 3. Este capítulo de la Sociedad de Clasificación se aplica a los buques de navegación marítima especialmente diseñados y construidos para el transporte de cargas y pertrechos especializados para las unidades móviles de alta mar y otras plataformas offshore. Se utiliza la parte 3, capítulo 2, del apartado correspondiente para la construcción y clasificación de OSV (Offshore support vessels).

3.2.1. Escantillonado de las planchas del casco

Quilla Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.1.1(a) Thickness Amidships

$$t = 0.056L + 5.5 \quad \text{mm}$$

$$t = 0.00067L + 0.22 \quad \text{in.}$$

$$t_{DF-min} = 9{,}3\,mm$$

Y con la siguiente ecuación dada por el ABS se calcula la altura mínima que debe tener la quilla:

3.1.1(c) Depth

$$d_{DB} = 32B + 190\sqrt{d} \quad \text{mm} \qquad \text{for } L \le 427 \text{ m}$$

$$d_{DB} = 1018{,}26\,mm$$

Por una definición de proyecto a partir del valor mínimo calculado anteriormente, se decide optar por una altura de doble fondo de:

$$d_{DB} = 1150\,mm$$

Planchas de fondo Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.13.2 Bottom Shell Plating

The thickness, t, of the bottom plating amidships is not to be less than obtained from the following equations or the thickness determined by 3-2-2/3.17, whichever is greater.

3.13.2(b) For Vessels with Longitudinally-framed Bottoms

$$t = (s/671)\sqrt{(L-18.3)(d/D_s)} + 2.5 \text{ mm} \qquad \text{for } L \le 122 \text{ m}$$

where L, d, s, and D_s are as defined in 3-2-2/3.9.

Siendo:

$$s = 650\,mm \quad ; \quad d = 6{,}4\,m \quad ; \quad D_s = 7{,}6\,m$$

Reemplazando:

$$t = 8{,}76\,mm$$

Planchas de costado Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.9 Side Shell Plating

The minimum thickness, t, of the side shell plating throughout the amidship $0.4L$, for vessels having lengths not exceeding 427 m (1400 ft), is to be obtained from the following equations:

$$t = (s/645)\sqrt{(L-15.2)(d/D_s)} + 2.5 \text{ mm} \qquad \text{for } L \le 305 \text{ m}$$

where

s	=	spacing of transverse frames or longitudinals, in mm (in.)
L	=	length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)
d	=	molded draft, as defined in 3-1-1/9, in m (ft)
D_s	=	molded depth, in m (ft), as defined in 3-2-2/3.1 through 3-2-2/3.7

The actual ratio of d/D_s is to be used in the above equations, except that the ratio is not to be taken less than $0.0433\,L/D_s$.

$$t = 9{,}21\,mm$$

Traca de cinta Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.11 Sheer Strake

The minimum width, b, of the sheer strake throughout the amidship $0.4L$ is to be obtained from the following equations:

$$b = 5L + 800 \text{ mm} \qquad \text{for } L < 200 \text{ m}$$

where

L = length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)

b = width of sheer strake, in mm (in.)

In general, the thickness of the sheer strake is not to be less than the thickness of the adjacent side shell plating, nor is it to be less than required by equation 1b or 2b in 3-2-3/Table 2, as appropriate, from *Decks-A* of 3-2-3/Table 1. The thickness of the sheer strake is to be increased 25% in way of breaks of superstructures, but this increase need not exceed 6.5 mm (0.25 in.). Where breaks in way of the forecastle or poop are appreciably beyond the amidship $0.5L$, this requirement may be modified.

The top edge of the sheer strake is to be smooth and free of notches. Fittings and bulwarks are not to be welded to the top of the sheer strake within the amidships $0.8L$, nor in way of superstructure breaks throughout.

$$b = 1139{,}55\,mm$$

Equation Number	*Equation*	
1a (notes 1,2)	$t = 0.01 s_b + 2.3$ mm	for $s_b \le 760$ mm
	$t = 0.0066 s_b + 4.9$ mm	for $s_b > 760$ mm
	$t = 0.01 s_b + 0.09$ in.	for $s_b \le 30$ in.
	$t = 0.0066 s_b + 0.192$ in.	for $s_b > 30$ in.
1b (notes 1,3)	$t = \frac{s_b(L + 45.73)}{25L + 6082}$ mm	
	$t = \frac{s_b(L + 150)}{25L + 19950}$ in.	
2a (notes 1,2)	$t = 0.009 s_b + 2.4$ mm	for $s_b \le 760$ mm
	$t = 0.006 s_b + 4.7$ mm	for $s_b > 760$ mm
	$t = 0.009 s_b + 0.095$ in.	for $s_b \le 30$ in.
	$t = 0.006 s_b + 0.185$ in.	for $s_b > 30$ in.

Tabla 1: Ecuaciones para calcular el mínimo espesor.

Se utiliza la ecuación 1b y se obtiene un espesor:

$$t = 9{,}5\,mm \;\; (\textit{tiene que ser mayor o igual que la traca de trancañil})$$

Planchas del cielo de doble fondo Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

9.1 Inner-bottom Plating Thickness *(1997)*

Inner-bottom plating thickness is not to be less than obtained from the following equation or as required by 3-2-10/3.5, or by 3-2-1/19, whichever is the greatest:

$t = 37.0L \cdot 10^{-3} + 0.009s - c$ mm for $L \leq 427$ m

$t = 44.4L \cdot 10^{-5} + 0.009s - c$ in. for $L \leq 1400$ ft

where

L = scantling length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)

s = frame spacing, in mm (in.)

c = 0.5 mm (0.02 in.) with transverse framing

= 1.5 mm (0.06 in.) with longitudinal framing

Where close ceiling, as defined in 3-2-18/1, is not fitted on the inner bottom in way of hatchways, the thickness t, as determined above, is to be increased by 2.0 mm (0.08 in.), except in holds designated exclusively for the carriage of containers on the inner bottom.

$$t = 7{,}86\,mm$$

3.2.2. Plancha de cubierta

De la *Tabla 2* del ABS se define el caso que se debe adoptar para la cubierta del buque en cuestión:

Decks	*Minimum Thickness Equation in Table 2*
A. Strength Deck Outside Line of Openings	
1. With Transverse Beams	1a and 1b (note 1)
2. With Longitudinal Beams	2a and 2b (note 1)

Tabla 2: Espesor aplicable

Por lo tanto se opta por resolver con la ecuación 2b de la *Tabla 3*.

2b (notes 1,3)	$t = \frac{s_b(L+48.76)}{26L+8681}$ mm	for $L \leq 183$ m
	$t = \frac{24.38s_b}{1615.4-1.1L}$ mm	for $183 < L \leq 427$ m
	$t = \frac{s_b(L+160)}{26L+28482}$ in.	for $L \leq 600$ ft
	$t = \frac{80s_b}{5300-1.1L}$ in.	for $600 < L \leq 1400$ ft

Tabla 3: Ecuación de espesor mínimo

$$t = 7{,}25\,mm$$

3.2.3. Escantillonado de refuerzos primarios

Se describen en este subapartado los requerimientos de la Sociedad de Clasificación para los refuerzos primarios de la estructura del buque. Como ya se ha dicho antes, la estructura del buque proyecto es mixta, teniendo una estructura tipo longitudinal en la parte central del buque y de tipo transversal en los extremos de proa y popa. En la siguiente imagen se pueden observar las diferencias entre estas dos estructuras en el doble fondo del buque.

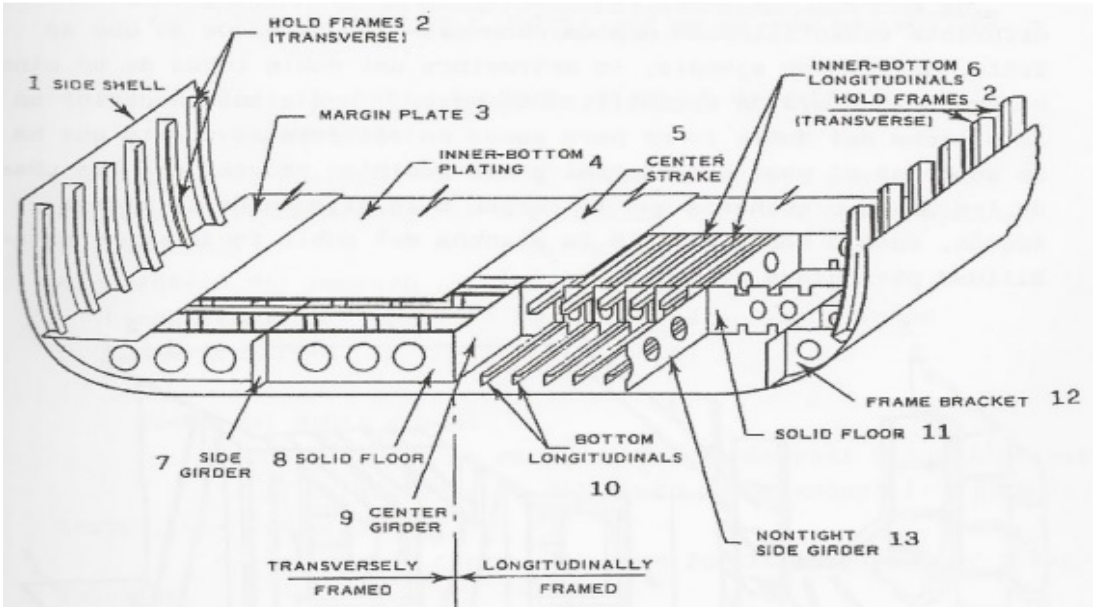


Figura 5: Construcción del doble fondo

El escantillonado de los elementos que se indican en la figura precedente se calcula a continuación, siguiendo para ello lo indicado en el ABS.

3.2.4. Escantillonados de refuerzos primarios longitudinales

Vagras de doble fondo Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

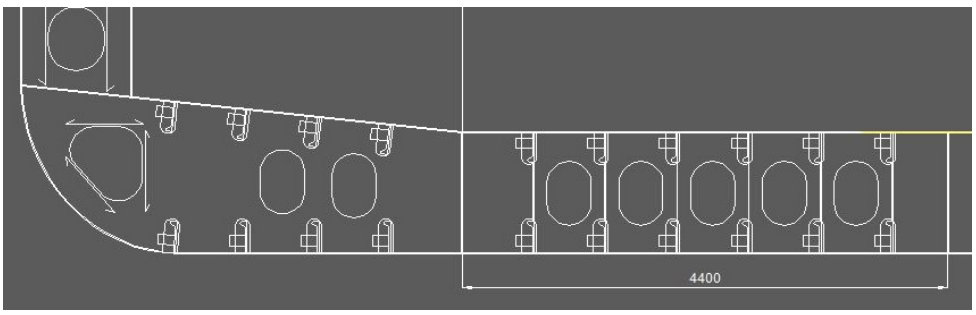
3.7 Side Girders

Amidships and aft, side girders of the thickness obtained from the equation of 3-2-4/5 are to be so arranged that the distance from the center girder to the first side girder, the distance between the girders, and the distance from the outboard girder to the center of the margin plate does not exceed 4.57 m (15 ft). At the fore end, they are to be arranged as required by 3-2-4/13.5 or 3-2-4/13.7, as appropriate. Additional full or half-depth girders are to be fitted beneath the inner bottom as required in way of machinery and thrust seatings and beneath wide-spaced pillars. Where the bottom and inner bottom are longitudinally framed, this requirement may be modified.

Por lo tanto, se adopta el mismo espesor que para la quilla central.

$$t = 9{,}3\,mm$$

La distancia máxima no debe superar los 4750 mm. Se coloca una vagra por banda a 4400 mm desde la quilla. Es decir, hay una vagra por semimanga, tal como se muestra en la siguiente imagen:



Esloras Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

Las *esloras* de cubierta fuera de tanques, tendrán un SM

$$SM = 4.74 * cbhl^2 \quad cm^3$$

c = 1.0
b = ancho medio del área de cubierta soportada, en m
h = altura requerida en el calculo de baos *3-2-7/3.1*, en m
l = longitud no soportada entre centros de puntales soportados o entre puntal y mamparo, en m

Siendo:

$$c = 1 \quad ; \quad b = 8{,}4\,m \quad ; \quad h = 6{,}45\,m \quad ; \quad l = 3{,}25\,m$$

Reemplazando se obtiene:

$$SM = 2713\,cm^3 \ (este\ valor\ es\ el\ total\ a\ cubrir\ por\ esloras\ y\ longitudinales\ en\ cubierta)$$

El alma de la(s) eslora(s) y de los transversales debe ser $>$ 0.0583*L. Y el espesor no debe ser menor que:

$$1\,mm/100\,mm\,de\,alma + 4\,mm$$

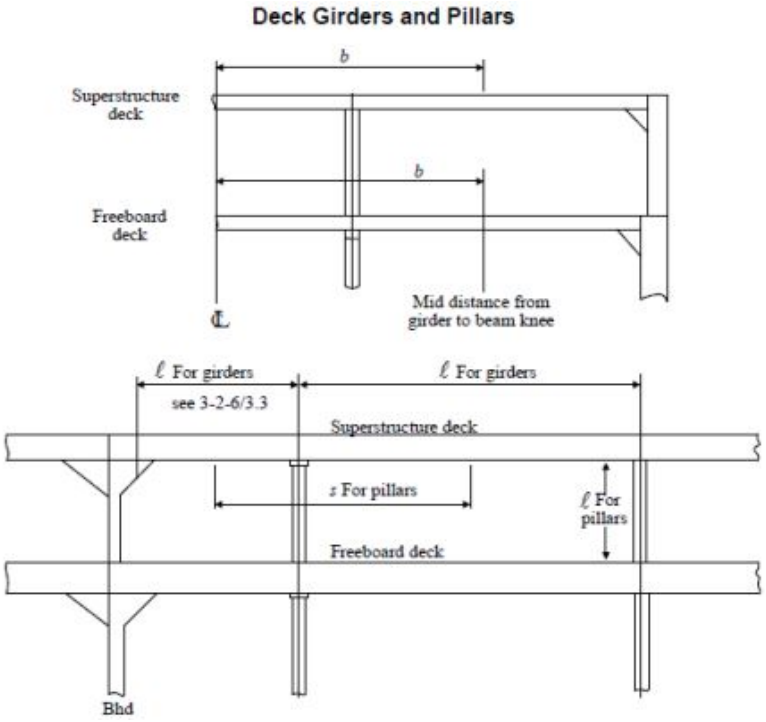
Se adopta como altura del alma 700 mm. Por lo tanto:

$$t_{Alma} = 11\,mm$$

Y el área frontal del ala debe ser:

38 cm^2, t > 8,5 mm
63 cm^2, t > 10 mm
127 cm^2, t > 12,5 mm
190 cm^2, t > 15 mm

Se adopta 63 cm^2.
En la siguiente figura, tomada del ABS, se muestra como se deben medir los parámetros de cálculo en el arreglo general del buque.



3.2.5. Escantillonados de refuerzos primarios transversales

Varengas del doble fondo (llenas) Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

5.1 General

Solid floors (see 3-2-4/Figure 1) of the thickness obtained from the following equations (and 3-2-4/5.5, where applicable), are to be fitted on every frame (600 mm to 800 mm) under machinery, under the outer ends of bulkhead stiffener brackets and at the forward end (see 3-2-4/13.5 or 3-2-4/13.7, as appropriate). Elsewhere, they may have a maximum spacing of 3.66 m (12 ft) in association with intermediate open floors (see 3-2-4/7), or longitudinal framing of the bottom and/or inner bottom plating. With the latter, the floors are to have stiffeners and/or brackets supporting each longitudinal or an equivalent arrangement is to be provided.

$t = 0.036L + 4.7 + c$ mm

$t = 0.00043L + 0.185 + c$ in.

where

t	=	thickness, in mm (in.), but need not exceed 14 mm (0.55 in.) when floors are fitted at every frame	
L	=	length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1, in m (ft)	
c	=	1.5 mm (0.06 in.)	for floors where the bottom shell and inner bottom are longitudinally framed
	=	0 mm (0 in.)	for floors where the bottom shell and inner bottom are transversely framed

$$t = 8{,}3\,mm$$

Bulárcamas del costado (o cuadernas reforzadas) Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.1 Web Frames Amidships and Aft

Each web frame amidships to $0.875L$ forward of the aft perpendicular and aft is to have a section modulus SM not less than obtained from the following equation:

$SM = 4.74cs\ell^2(h + bh_1/45K)$ cm^3

$SM = 0.0025cs\ell^2(h + bh_1/150K)$ in^3

where

c	=	1.5
s	=	spacing of the web frames, in m (ft)
ℓ	=	span, in m (ft), measured from the line of the inner bottom extended to the side of the vessel to the deck at the top of the web frames. Where effective brackets are fitted, the length ℓ may be modified as outlined in 3-2-6/7.1
h	=	vertical distance, in m (ft), from the middle of ℓ to the scantling draft line. The value of h is not to be less than 0.5ℓ
h_1	=	$h_{FB} + h_{C1} + h_{C2} + h_{C3} + \ldots h_{Cn} + h_E + 0.5(h_{P1} + h_{P2} + \ldots h_{Pm})$
h_{FB}	=	vertical distance, in m (ft), from the deck at the top of the web frame to the bulkhead or freeboard deck
$h_{C1} \ldots h_{Cn}$	=	heights of cargo spaces above the bulkhead/freeboard deck. Where the cargo load differs from 7.01 kN/m^3 (715 kgf/m^3, 44.7 lbf/ft^3) multiplied by the tween-deck height in m (ft), the height of that tween-deck is to be proportionately adjusted in calculating h_1.
h_E	=	3.66 m (12 ft) for an exposed deck intended to carry deck cargoes when uniform loading p does not exceed 25.66 kN/m^2 (2617 kgf/m^2, 536 lbf/ft^2), where p is the uniform cargo load, in KN/m^2 (kgf/m^2, lbf/ft^2)
	=	p/7.01 m (p/715 m, p/44.7 ft) for an exposed deck intended to carry deck cargoes when load p exceeds 25.66 kN/m^2 (2617 kgf/m^2, 536 lbf/ft^2)
	=	0.0 m, if the exposed deck has no cargo loads

p = uniform cargo load, in kN/m^2 (kgf/m^2, lbf/ft^2)

$h_{Pi}...h_{Pm}$ = heights of passenger spaces

In case where there is no exposed deck intended to carry deck cargo above the web frames, the sum $h_{C1} + h_{C2} + h_{C3} + ...h_{Cn} + 0.5(h_{P1} + h_{P2} + ...h_{Pm})$ shall not be taken less than 2.44 m (8 ft).

b = horizontal distance, in m (ft), from the outside of the frame to the first row of deck supports

K = 1.0, where the deck is longitudinally framed and a deck transverse is fitted in way of each web frame

= number of transverse frame spaces between web frames where the deck is transversely framed

Siendo:

$$c = 1{,}5 \quad ; \quad s = 3{,}25\,m \quad ; \quad l = 6{,}45\,m \quad ; \quad h = 2{,}025\,m$$

$$b = 8{,}4\,m \quad ; \quad K = 1 \quad ; \quad h_1 = 2{,}44\,m$$

Reemplazando:

$$SM = 2189{,}65\,cm^3$$

En la *Figura 6* se muestra un croquis con las medidas descritas anteriormente.

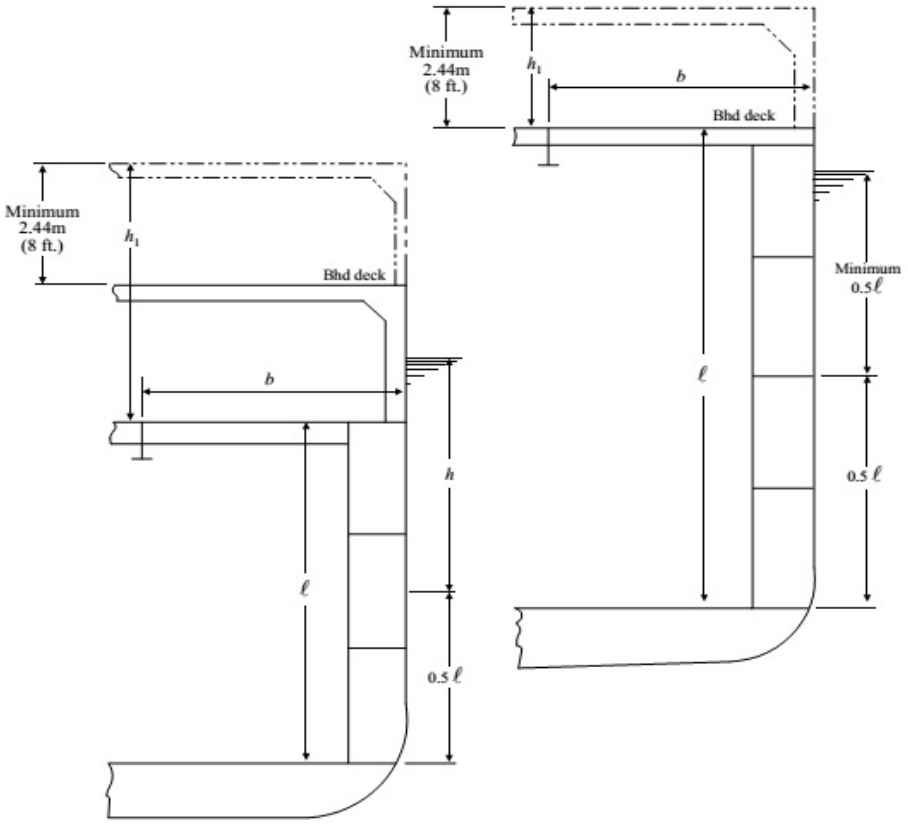


Figura 6: Croquis de bulárcama

Cuadernas del costado. Se calculan de la siguiente manera como se indican en el ABS:

3.1 Transverse Frames

3.1.1 Strength Requirement

The section modulus SM of each transverse frame located between $0.25L$ aft of the FP and the aft peak bulkhead. and below the lowest deck is to be obtained from the following equation, where ℓ is the span in m (ft) as shown in 3-2-5/Figure 2, 3-2-5/Figure 3, and 3-2-5/Figure 4 between the toes of brackets. The value of ℓ for use with the equation is not to be less than 2.1 m (7 ft).

$$SM = s\ell^2(h + bh_1/30)\,(7 + 45/\ell^3) \quad \text{cm}^3$$

$$SM = s\ell^2(h + bh_1/100)\,(0.0037 + 0.8/\ell^3) \quad \text{in}^3$$

Siendo:

$$s = 0{,}65\,m \quad ; \quad l = 6{,}45\,m \quad ; \quad h = 2{,}025\,m$$

$$b = 8{,}4\,m \quad ; \quad h_1 = 2{,}44\,m$$

Dichos valores son los que se definieron en el apartado precedente cuando se calculo el SM correspondiente para las bulárcamas. Reemplazando:

$$SM = 524{,}92\,cm^3$$

Baos de cubierta Se calcula de la siguiente manera como se indica en el ABS:

Cada bao en asociación con la plancha a la cual está fijado tendrá un SM según:

$$SM = 7.8chsl^2\ [cm^3]$$

c = 0.540 para medios baos, para baos con un solo apoyo central, para baos entre mamparos longitudinales y baos sobre túneles o recesos
= 0.585 para baos entre esloras. Para baos de cubiertas plataformas y entre escotillas de cualquier cubierta
= 0.90 para baos de tanques profundos soportados en uno o ambos extremos en el casco o sobre mamparos longitudinales
= 1.00 para baos en tanques profundos entre esloras
= 1/(1.709 − 0.651k) para baos longitudinales de cubiertas resistentes y de cubiertas bajas efectivas
k = SMR x Y / I_A
SMR = modulo resistente de la viga buque en la sección maestra en cm^2-m según 3-2-1/3.7.1 ($SM=M_t/f_p$) o 3-2-1/5.5 ($SM_{hts}=Q*SM$)
Y = distancia en m, desde el eje neutro hasta la cubierta considerada (positivo)
I_A = momento de inercia de la viga buque en la sección maestra en cm^2-m^2 ($I=L*SM/33{,}3$)

s = separación entre baos en m
l = distancia en m, desde el borde interior de la base del bao hasta la línea cercana del elemento de apoyo o entre esloras de apoyo (el mayor). *l no menor a 0.2B.*
h = altura en m, medida en el costado, del espacio de carga

Siendo:

$$c = 0{,}54 \quad ; \quad s = 3{,}25\,m \quad ; \quad h = 2{,}025\,m \quad ; \quad l = 8{,}4\,m$$

Reemplazando:

$$SM = 1955{,}94\,cm^3$$

3.2.6. Escantillonado de refuerzos secundarios

Longitudinales del fondo Se calculan de la siguiente manera como se indica en el ABS:

11.3 Bottom Longitudinals

Each bottom longitudinal frame similar to that shown in 3-2-4/Figure 1, in association with the plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than that obtained from the following equation:

$SM = 7.8chs\ell^2$ cm^3

$SM = 0.0041chs\ell^2$ in^3

where

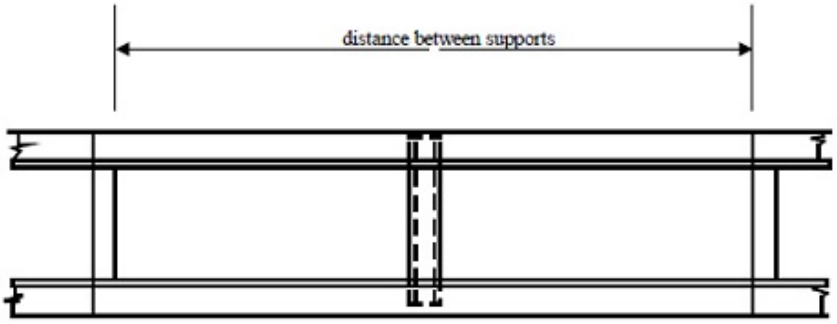
c = 1.3 without struts

= 0.715 with effective struts

h = distance, in m (ft), from the keel to the load line, or two-thirds of the distance to the bulkhead or freeboard deck, whichever is the greater.

s = spacing of longitudinals, in m (ft)

ℓ = distance, in m (ft), between the supports, but is not to be taken as less than 1.83 m (6 ft) without struts or 2.44 m (8 ft) with struts. Where effective struts are fitted and the tank top is intended to be uniformly loaded with cargo, ℓ may be taken as 81% of the distance between supports subject to above minimum.



Siendo:

$$c = 1{,}3 \quad ; \quad h = 6{,}4\,m \quad ; \quad s = 0{,}65\,m \quad ; \quad l = 2{,}44\,m$$

Resolviendo:

$$SM = 251{,}14\,cm^3$$

Longitudinales del doble fondo Para el cálculo se toma la siguiente consideración dada por el ABS:

11.5 Inner-bottom Longitudinals

Inner-bottom longitudinals are to have values of SM at least 85% of that required for the bottom longitudinals.

Por lo tanto:

$$SM = 0{,}85 * SM_{Long\ de\ fondo}$$

$$SM = 213{,}47\,cm^3$$

Longitudinales de costado Se calculan de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.17 Longitudinal Frames *(1995)*

The section modulus *SM* of each longitudinal side frame is to be not less than obtained from the following equation:

$SM = 7.8\, chs\ell^2$ cm^3

$SM = 0.0041\, chs\ell^2$ in^3

where

s	=	spacing of longitudinal frames, in m (ft)
c	=	0.95
h	=	above $0.5D$ from the keel, the vertical distance, in m (ft), from the longitudinal frame to the bulkhead or freeboard deck, but is not to be taken as less than 2.13 m (7.0 ft).
	=	at and below $0.5D$ from the keel, 0.75 times the vertical distance, in m (ft), from the longitudinal frame to the bulkhead or freeboard deck, but not less than $0.5D$.
ℓ	=	the unsupported span, in m (ft)

Siendo:

$$c = 0{,}95 \quad ; \quad s = 0{,}65\,m \quad ; \quad l = 3{,}3\,m$$

$$h\,(above\,0{,}5D) = 3{,}8\,m \quad ; \quad h\,(below\,0{,}5D) = 2{,}85\,m$$

Reemplazando:

$$SM\,(above\,0{,}5\,D) = 199{,}31\,cm^3$$

$$SM\,(below\,0{,}5D) = 149{,}5\,cm^3$$

3.2.7. Palmejares

Se calculan de la siguiente manera como se indica en el ABS:

5.1 Side Stringers

Each side stringer, in association with web frames and transverse frames, is to have a section modulus *SM* not less than obtained from the following equation:

$SM = 4.74 chs\ell^2$ cm^3

$SM = 0.0025 chs\ell^2$ in^3

where

c	=	1.50
h	=	vertical distance, in m (ft), from the middle of s to the scantling draft line, or 1.8 m (6 ft), whichever is greater
s	=	sum of the half lengths, in m (ft), (on each side of the stringer) of the frames supported
ℓ	=	span, in m (ft), between web frames, or between web frame and bulkhead; where brackets are fitted, the length ℓ may be modified as per 3-2-6/7.1 below

Siendo:

$$c = 1{,}5 \quad ; \quad h = 1{,}9\,m \quad ; \quad s = 3{,}05\,m \quad ; \quad l = 3{,}25\,m$$

Reemplazando:

$$SM = 435{,}2\,cm^3$$

3.2.8. Contretes

Se calculan de la siguiente manera como se indica en el ABS:

3.1 Permissible Load

The permissible load W_a of a pillar or strut obtained from the following equation should always be equal to or greater than the calculated load W, as determined in accordance with 3-2-4/7.7, 3-2-8/3.3, 3-2-8/3.5 or 3-2-8/3.7, as appropriate.

$W_a = (k - n\ell/r)A$ kN (tf, Ltf)

where

k	=	12.09 (1.232, 7.83)	ordinary strength steel
	=	16.11 (1.643, 10.43)	HT32 strength steel
	=	18.12 (1.848, 11.73)	HT36 strength steel
	=	19.13 (1.951, 12.38)	HT40 strength steel
ℓ	=	unsupported span of the pillar or strut, in m (ft), measured from the top of the inner bottom, deck or other structure on which the pillar is based, to the underside of the beam or girder supported.	
r	=	least radius of gyration, in cm (in.)	
A	=	cross sectional area of strut, in cm^2 (in^2)	
n	=	4.44 (0.452, 0.345)	ordinary strength steel
	=	7.47 (0.762, 0.581)	HT32 strength steel
	=	9.00 (0.918, 0.699)	HT36 strength steel
	=	9.76 (0.996, 0.758)	HT40 strength steel

The foregoing equations apply where ℓ/r, with ℓ and r in the same units, is less than 130.

3.3 Calculated Load

The calculated load W for a specific pillar is to be obtained from the following equation:

$W = nbhs$ kN (tf, Ltf)

where

n	=	7.04 (0.715, 0.02)
b	=	mean breadth of the area supported, in m (ft)
h	=	height above the area supported as defined below, in m (ft)
s	=	mean length of the area supported, in m (ft)

Siendo:

$$n = 7{,}04 \quad ; \quad h = 1{,}15 \quad ; \quad b = 0{,}65\,m \quad ; \quad s = 0{,}65\,m$$

$$k = 12{,}09 \quad ; \quad n = 4{,}44$$

Reemplazando:

$$W_a = 3{,}42\,KN$$

Y para la ecuación:

$$W_a = \left(k - \frac{nl}{r}\right) A$$

Donde se asume un área de sección cuadrada de bxb. Siendo r el radio de giro:

$$r = \sqrt{\frac{I_{inercia}}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{b^4}{12}}{b^2}}$$

Resolviendo:

$$b = 1{,}32\,cm$$

Siendo el área de este:

$$A = 1{,}74\,cm^2$$

Por lo tanto, se decide adoptar un contrete rectangular de 4 cm x 1 cm (40 mm x 10 mm). Con un área de 4 cm^2.

$$A_{CONTRETE} = 4\,cm^2$$

3.2.9. Resumen del escantillonado de los elementos estructurales

A continuación se presenta en *Tabla 4*, los valores mínimos calculados para el escantillonado del buque de proyecto, los valores de diseño y los valores finalmente adoptados. Los perfiles elegidos se seleccionan de catálogos comerciales y se resumen en la *Tabla 5*, junto con los perfiles armados como las esloras, baos, palmejares, bularcamas y cuadernas.

ESCANTILLONADO PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES			
ELEMENTO	**MÍNIMO**	**ESTÁNDAR**	**ADOPTADO**
Plancha de quilla	b_{QUILLA} = 1500 mm	b_{QUILLA} = 1500 mm	b_{QUILLA} = 1500 mm
	t_{QUILLA} = 9,3 mm	t_{QUILLA} = 10 mm	t_{QUILLA} = 10 mm
Planchas del fondo	t_{FONDO} = 8,76 mm	t_{FONDO} = 9 mm	t_{FONDO} = 9 mm
Planchas del costado	$t_{COSTADO}$ = 9,21 mm	$t_{COSTADO}$ = 10 mm	$t_{COSTADO}$ = 10 mm
Traca de cinta	b = 1139,55 mm	b = 1200 mm	b = 1200 mm
	t_{CINTA} = 9,5 mm	t_{CINTA} = 11 mm	t_{CINTA} = 11 mm
Planchas de cubierta	$t_{CUBIERTA}$ = 7,25 mm	$t_{CUBIERTA}$ = 8 mm	$t_{CUBIERTA}$ = 8 mm
Planchas del DF	t_{DF} = 7,25 mm	t_{DF} = 8 mm	t_{DF} = 8 mm
Traca de trancañil	$t_{TRANCAÑIL}$ = 9,5 mm	$t_{TRANCAÑIL}$ = 11 mm	$t_{TRANCAÑIL}$ = 11 mm
Vagras	t_{VAGRAS} = 9,3 mm	t_{VAGRAS} = 10 mm	t_{VAGRAS} = 10 mm
Esloras	SM = 2713 cm^3	SM = 2720 cm^3	SM = 4189 cm^3 (*)
Varengas	$t_{VARENGAS}$ = 8,3 mm	$t_{VARENGAS}$ = 9 mm	$t_{VARENGAS}$ = 9 mm
Bularcamas	SM = 2186 cm^3	SM = 2200 cm^3	SM = 3395 cm^3 (*)
Baos de cubierta	SM = 1955 cm^3	SM = 2000 cm^3	SM = 2378 cm^3 (*)
Palmejares	SM = 435,2 cm^3	SM = 440 cm^3	SM = 1667 cm^3 (*)
Longitudinales de DF	SM = 213,47 cm^3	SM = 215 cm^3	SM = 221 cm^3 (*)
Longitudinales del fondo	SM = 251,14 cm^3	SM = 255 cm^3	SM = 256 cm^3 (*)
Longitudinales de costado	$SM_{ABOVE\,0,5D}$ = 199,31	$SM_{ABOVE\,0,5D}$ = 200 cm^3	SM = 206 cm3 (*)
	$SM_{BELOW\,0,5D}$ = 149,5	$SM_{BELOW\,0,5D}$ = 150 cm^3	SM = 150 cm3 (*)
Cuadernas	SM = 524,92 cm^3	SM = 632,505 cm^3	SM = 632,505 cm^4

Tabla 4: Resumen del escantillonado del buque de proyecto

(*) Se muestran las dimensiones en *Tabla 5*. Y el cálculo se realiza mediante un código de MATLAB, que se muestra en el apéndice 1.

Elemento	Dimensiones
Eslora	700 x 11 W + 400 x 16 FF
Bularcamas	1000 x 14 W + 200 x 11 FF
Baos de cubierta	700 x 10 W + 380 x 11 FF
Palmejares	1000 x 10 W
Longitudinales de DF	280 x 13
Longitudinales de fondo	300 x 13
Longitudinales de costado	280 x 12
	260 x 10
Cuadernas	350 x 11 W + 150 x 11 FF

Tabla 5: Dimensionamiento de perfiles.

3.3. Cálculo del módulo resistente de la sección maestra

Dicho cálculo se realiza a partir del dimensionamiento de la misma en los párrafos precedentes. En el mismo se deben incluir todos los elementos longitudinales cuya extensión alcance al menos el 40 % de la eslora total del buque. Para, posteriormente, poder comprobar si se cumplen los valores mínimos requeridos por la sociedad de clasificación ABS, que se calcularon en la sección 2 del presente informe.

La tabla que se utiliza para realizar los cálculos se adjunta en el apéndice 2. Y a continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos por la misma:

3.3.1. Módulo resistente de la sección maestra a partir de los elementos estructurales que la conforman y verificación del mismo con el requerido por el ABS

Se resumen los resultados en la *Tabla 6* que se muestra a continuación:

MÓDULO RESISTENTE FONDO	Wf (cm^3)	Inn / dn	3073417,403
MÓDULO RESISTENTE A LA CUBIERTA	Wc (cm^3)	Inn / dc	2324214,949

Tabla 6: Módulo resistente de la sección maestra

Siendo:

- $$SM_{FONDO} = 30734\,cm^2 - m$$
- $$SM_{CUBIERTA} = 23242\,cm^2 - m$$

Ambos módulos resistentes son mayores que el SM = 7876.46 cm^2- m, obtenido en la subsección 2.2.1 del presente informe. Por lo tanto, el escantillonado calculado para el buque del proyecto cumple con los requisitos del ABS.

3.3.2. Posición del eje neutro de la sección maestra

Se resume en la *Tabla 7* que se muestra a continuación:

DISTANCIA *PRELIMINAR* DE EJE NEUTRO A LÍNEA DE CONSTRUCCIÓN	dn [m]	-	0
DISTANCIA DE EJE NEUTRO A LÍNEA DE CONSTRUCCIÓN	dn [m]	M.E / A	3,27
DISTANCIA EJE NEUTRO A CUBIERTA	dc [m]	D - dn	4,33

Tabla 7: Posición del eje neutro

3.3.3. Tensiones máximas de flexión en cubierta y fondo

Se resumen los resultados en la *Tabla 8* que se muestra a continuación:

TENSIÓN MÁXIMA EN CUBIERTA (COMPRESIÓN)	σ_{FL} [MPA]	M_{FMAX}/W_c	52,92
TENSIÓN MÁXIMA EN EL FONDO (TRACCIÓN)	σ_{FL} [MPA]	M_{FMAX}/W_F	40,02

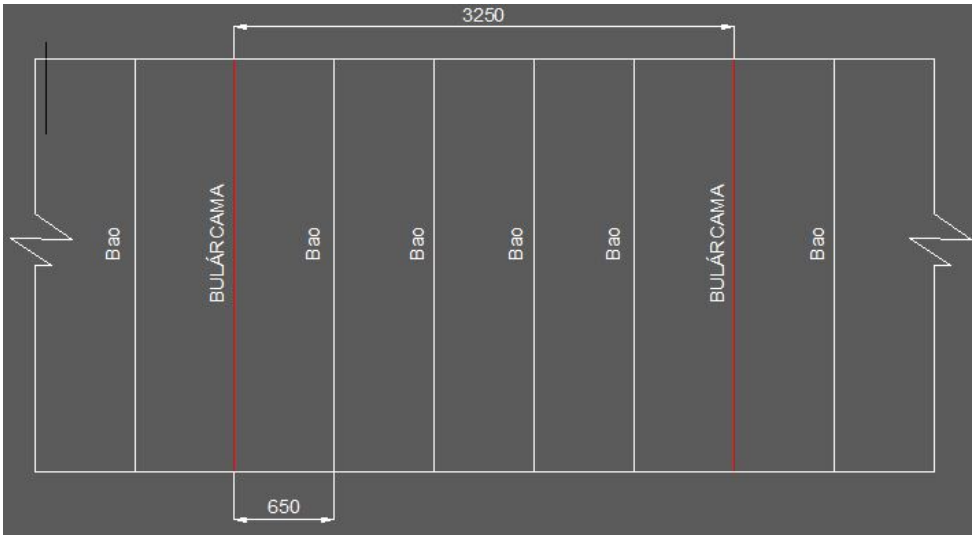
Tabla 8: Tensiones máximas de flexión

De la *Tabla 8* se puede concluir que las tensiones máximas, producto de los esfuerzos por flexión, se encuentran por debajo de las máximas admisibles por cualquier acero. Se concluye entonces que el dimensionamiento de la sección media es correcto y por lo tanto los valores de escantillonados estándar resultan ser los valores de escantillonado adoptados.

Donde el momento flexor máximo resulta ser **122997 KNm**, habiendo sido calculado en la subsección 2.1.3 del presente informe.

Por último, se realiza el plano de sección maestra, donde se detallan todos los elementos estructurales dimensionados previamente en el presente informe. Ver documento PME-PB-100-008.

A continuación se encuentra el croquis de la configuración del buque para la consideración de los parámetros de cálculo.



Croquis: Configuración de parámetros para el cálculo

4. Bibliografía

- Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante*. España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- FIORENTINO, N. (2014). *Solicitaciones sobre la viga buque*. Apuntes de Construcción naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- ABS, *Rules for building and classing, Part 3, Chapter 2 OSV, Hull construction and equipment*. March 2014.

5. Apéndice 1

5.1. Código de MATLAB para el dimensionamiento de la eslora

- clc
- clear all
- alma = 1.1; % Espesor del Alma
- alto = 70; % Altura del Alma
- Area_alma = alma*alto;
- espesorAla = 1.6; % Espesor del Ala
- AnchoAla = 40; % Ancho del Ala
- Area_ala = espesorAla*AnchoAla;
- Ialmaxx = (alma*(alto^3))/12; % Momento de Inercia del Alma
- Ialaxx = (AnchoAla*(espesorAla^3))/12; % Momento de Inercia del Ala
- d_baricentro_alma = alto/2; % Distancia al baricentro del Alma
- d_baricentro_ala = espesorAla/2; % Distancia al baricentro del Ala
- Area_total = Area_ala + Area_alma;

% Centro de gravedad de la eslora

- yG = (Area_alma*d_baricentro_alma + Area_ala*(d_baricentro_ala + alto))/Area_total;

% Momentos de Inercia del Alma y Ala respecto al baricentro de la eslora

% Mediante el Teorema de Steiner ->

- Ialma_nuevo = Ialmaxx + Area_alma*(abs(yG)-abs(d_baricentro_alma))^2;
- Iala_nuevo = Ialaxx + Area_ala*(abs(yG)-abs(d_baricentro_ala))^2;
- Itotal = Iala_nuevo + Ialma_nuevo;

% SM de la eslora

- SM = Itotal/yG;

5.2. Código de MATLAB para el dimensionamiento de los baos

- clc
- clear all
- alma = 1; % Espesor del Alma
- alto = 60; % Altura del Alma
- Area_alma = alma*alto;
- espesorAla = 1.1; % Espesor del Ala
- AnchoAla = 38; % Ancho del Ala
- Area_ala = espesorAla*AnchoAla;
- Ialmaxx = (alma*(alto^3))/12; % Momento de Inercia del Alma
- Ialaxx = (AnchoAla*(espesorAla^3))/12; % Momento de Inercia del Ala
- d_baricentro_alma = alto/2; % Distancia al baricentro del Alma
- d_baricentro_ala = espesorAla/2; % Distancia al baricentro del Ala
- Area_total = Area_ala + Area_alma;

% Centro de gravedad de la eslora

- yG = (Area_alma*d_baricentro_alma + Area_ala*(d_baricentro_ala + alto))/Area_total;

% Momentos de Inercia del Alma y Ala respecto al baricentro de la eslora

% Mediante el Teorema de Steiner ->

- Ialma_nuevo = Ialmaxx + Area_alma*(abs(yG)-abs(d_baricentro_alma))^2;
- Iala_nuevo = Ialaxx + Area_ala*(abs(yG)-abs(d_baricentro_ala))^2;
- Itotal = Iala_nuevo + Ialma_nuevo;

% SM de la eslora

- SM = Itotal/yG;

5.3. Código de MATLAB para el dimensionamiento de las bulárcamas

- clc
- clear all
- alma = 1.4; % Espesor del Alma
- alto = 100; % Altura del Alma
- Area_alma = alma*alto;
- espesorAla = 1.1; % Espesor del Ala
- AnchoAla = 20; % Ancho del Ala
- Area_ala = espesorAla*AnchoAla;
- Ialmaxx = (alma*(alto^3))/12; % Momento de Inercia del Alma
- Ialaxx = (AnchoAla*(espesorAla^3))/12; % Momento de Inercia del Ala
- d_baricentro_alma = alto/2; % Distancia al baricentro del Alma
- d_baricentro_ala = espesorAla/2; % Distancia al baricentro del Ala
- Area_total = Area_ala + Area_alma;

% Centro de gravedad de la eslora

- yG = (Area_alma*d_baricentro_alma + Area_ala*(d_baricentro_ala + alto))/Area_total;

% Momentos de Inercia del Alma y Ala respecto al baricentro de la eslora

% Mediante el Teorema de Steiner ->

- Ialma_nuevo = Ialmaxx + Area_alma*(abs(yG)-abs(d_baricentro_alma))^2;
- Iala_nuevo = Ialaxx + Area_ala*(abs(yG)-abs(d_baricentro_ala))^2;
- Itotal = Iala_nuevo + Ialma_nuevo;

% SM de la eslora

- SM = Itotal/yG;

5.4. Código de MATLAB para el dimensionamiento de los palmejares

- clc
- clear all
- alma = 1; % Espesor del Alma
- alto = 100; % Altura del Alma
- Area_alma = alma*alto;
- espesorAla = 0; % Espesor del Ala
- AnchoAla = 0; % Ancho del Ala
- Area_ala = espesorAla*AnchoAla;
- Ialmaxx = (alma*(alto^3))/12; % Momento de Inercia del Alma
- Ialaxx = (AnchoAla*(espesorAla^3))/12; % Momento de Inercia del Ala
- d_baricentro_alma = alto/2; % Distancia al baricentro del Alma
- d_baricentro_ala = espesorAla/2; % Distancia al baricentro del Ala
- Area_total = Area_ala + Area_alma;

% Centro de gravedad de la eslora

- yG = (Area_alma*d_baricentro_alma + Area_ala*(d_baricentro_ala + alto))/Area_total;

% Momentos de Inercia del Alma y Ala respecto al baricentro de la eslora

% Mediante el Teorema de Steiner ->

- Ialma_nuevo = Ialmaxx + Area_alma*(abs(yG)-abs(d_baricentro_alma))^2;
- Iala_nuevo = Ialaxx + Area_ala*(abs(yG)-abs(d_baricentro_ala))^2;
- Itotal = Iala_nuevo + Ialma_nuevo;

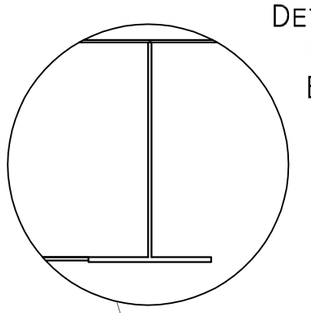
% SM de la eslora

- SM = Itotal/yG;

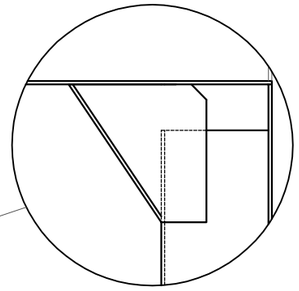
6. Apéndice 2

6.1. Tabla para el dimensionamiento de escantillones que aportan al módulo de la sección media

DETALLE ENCUENTRO BAO-ESLORA
ESCALA 1:20

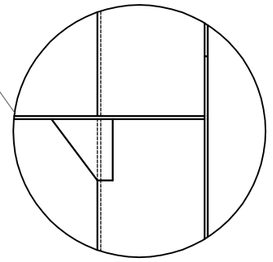


DETALLE ENCUENTRO ESCUADRA-CUADERNA

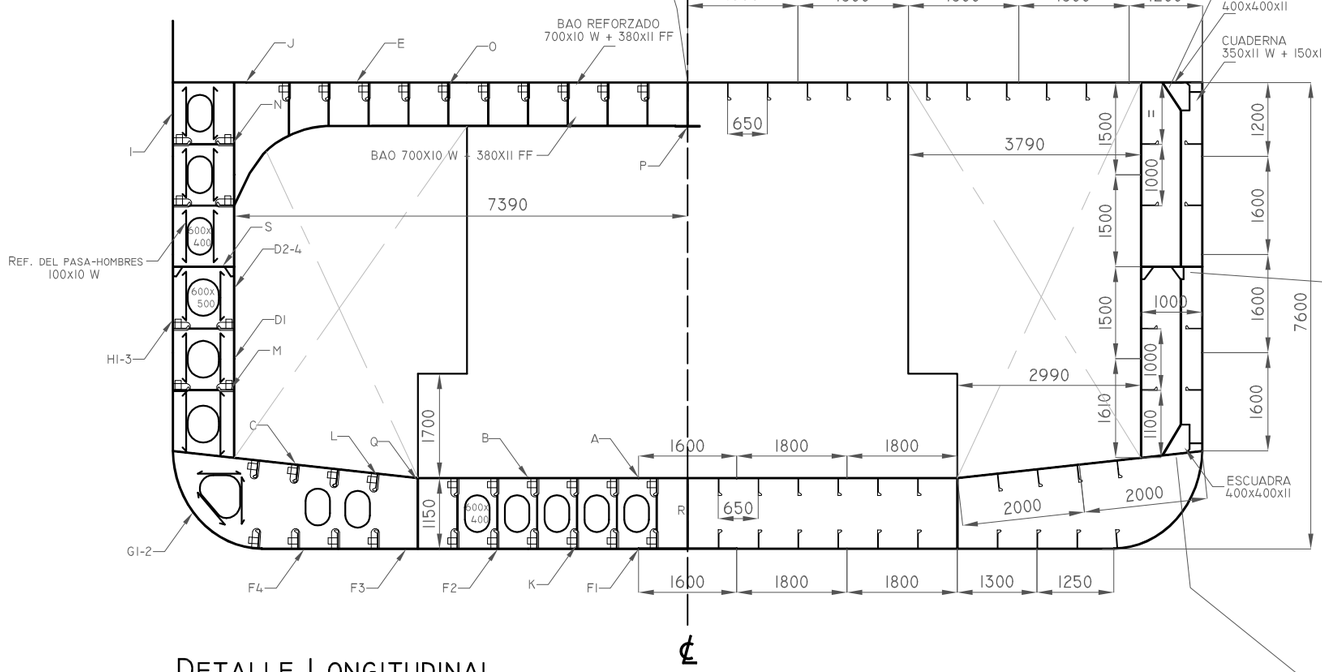


ESCALA 1:20

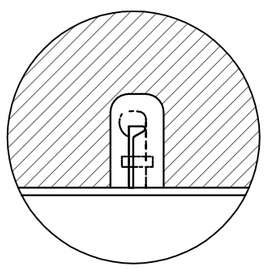
DETALLE ENCUENTRO ESCUADRA-CUADERNA-PALMEJAR



ESCALA 1:20

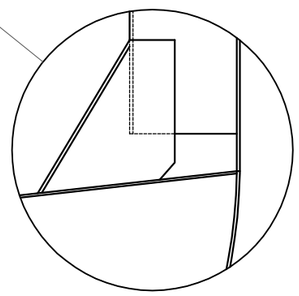


DETALLE LONGITUDINAL



ESCALA 1:10

DETALLE ENCUENTRO ESCUADRA-CUADERNA



ESCALA 1:20

	ELEMENTOS	COD	Cant	Dimensiones [cm]
FORRO INTERNO	Cielo DF	A	1	80*1
		B	2	180*0,8
	Costado de tanque	C	2	200*0,8
	Costado	D1	1	160*1
		D2	1	150*1
		D3	1	150*1
		D4	1	150*1
FORRO EXTERNO	Cubierta	E	4	180*0,8
	FONDO	F1	1	80*1
		F2	2	180*0,9
		F3	1	130*0,9
		F4	1	125*0,9
	Pantoque	G1	1	120*1
		G2	1	120*1
	Costado	H1	1	160*1
		H2	1	160*1
		H3	1	160*1
	Cinta	I	1	120*1,1
	Trancañil	J	1	120*1,1
LONGITUDINALES	Fondo	K	10	HS-00400 300x13
	DF	L	10	HS-00400 280x13
	Costado	M	2	HS-00400 260x10
			2	HS-00400 260x10
		N	2	HS-00400 280x12
			2	HS-00400 280x12
	Cubierta	O	10	HS-00400 280*12
	ESLORA	P	1	700*11 W + 400*16 FF
	VAGRAS	Q	1	115*1
	QUILLA	R	1	115*1
	PALMEJARES	S	1	100*1

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	–
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	–

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	CORRECCIONES SEGÚN NFI	15/07/16	PME	NFI
A	PRELIMINAR	07/06/16	PME	NFI

MODIFICACIONES

SECCIÓN MEDIA

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: MEDINA PABLO		
FECHA 15/07/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	B		

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:100		A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

Estimación del peso en rosca

Revisión B
VB:
Documento: PME-PB-010-006

Índice

1. Peso en rosca **3**

1.1. Estimación del peso de la estructura del acero (WST) 3

1.1.1. Cálculo por el método de Watson 3

1.1.2. Distribución 4

1.2. Estimación del peso del equipo y habilitación (WOA) 4

1.2.1. Cálculo por el método de Watson, D.G.M y Gilfillan 4

1.3. Estimación del peso de maquinaria propulsora y auxiliar (WQ) 4

1.3.1. Motor propulsor y caja reductora (WME) 5

1.3.2. Resto de maquinaria propulsora (WRP) 5

1.3.3. Otros elementos en cámara de máquinas (WQR) 5

1.3.4. Peso de la línea de ejes fuera de sala de máquinas (WQE) 5

2. Bibliografia **6**

1. Peso en rosca

1.1. Estimación del peso de la estructura del acero (WST)

1.1.1. Cálculo por el método de Watson

Para esta primera aproximación se utiliza el método de Watson debido a que es el método que más consideraciones tiene para realizar el cálculo.

El peso se expresa por la ecuación

$$WST = K \times E^{1,36} (1 + 0,5 (CB80D - 0,7)) \quad \textbf{(3.7.1)}$$

siendo:

$$E = LPP(B+D) + 0,85\,LPP(D-T) + 0,85 \sum l_1 h_1 + 0,75 \sum l_2 h_2$$

l_1 y h_1 : eslora y altura de las superestructuras

l_2 y h_2 : id de las casetas

CB80D se puede estimar por la fórmula:

$$CB80D = CB + (1 - CB)(0,8\,D - T) / 3T \quad \textbf{(3.7.3)}$$

Los valores de K se toman de la *Tabla 1*, que se muestra a continuación según el valor de E.

Tipo	K	E
Granelero	0,029-0,032	3000 - 15000
Granelero abierto	0,033-0,040	6000 - 13000
Petrolero casco sencillo	0,029-0,035	1500-40000
Quimiquero	0,036-0,037	1900 - 2500
Carga general	0,029-0,037	2000 - 7000
Costero	0,027-0,032	1000 - 2000
Frigorífico	0,032-0,035	5000
Portacontenedor	0,033-0,040	6000 - 13000
Ro-Ro	0,038	4300 - 8800
Remolcador	0,044	350 - 450

Tabla 1: Valores del coeficiente K según tipo de buque

Se realizan los cálculos y se obtiene:

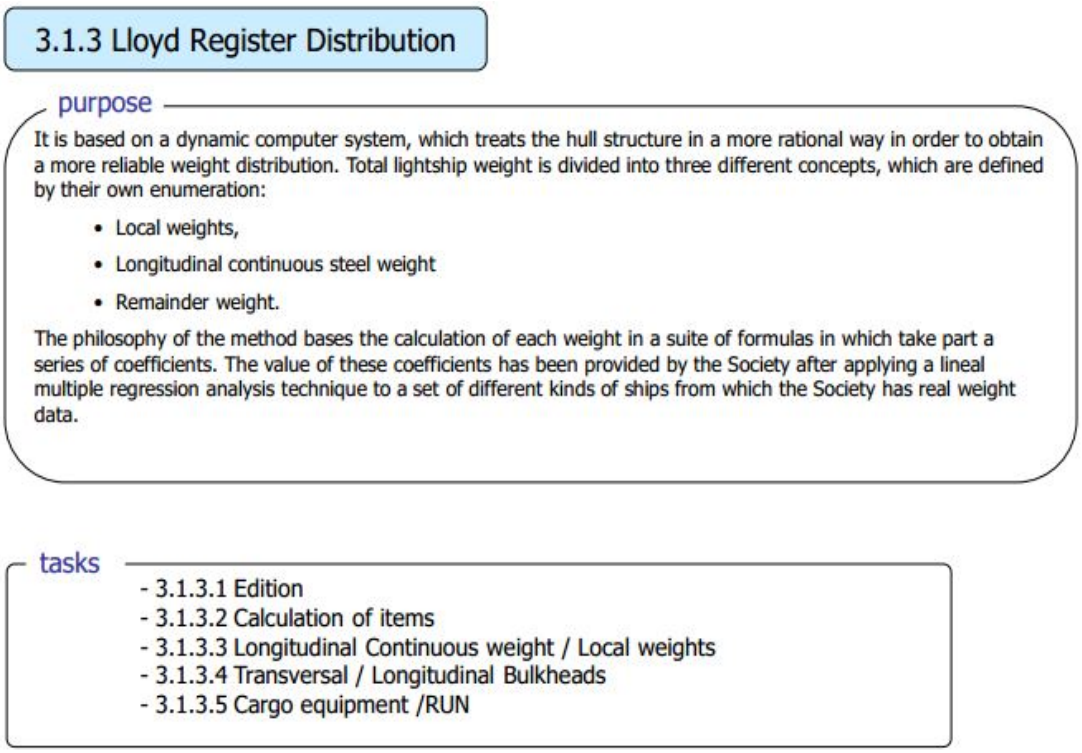
- E = 1827.61
- CB80D = 0.6988
- K = 0.033

Como el tipo de buque del proyecto no se encuentra en la *Tabla 1*, se busca un valor de K según el valor E calculado.

$$WST = 835{,}13\,Tons$$

1.1.2. Distribución

Se utiliza la distribución dada por el Lloyd Register, la misma se encuentra disponible en el módulo Load del programa Foran.



1.2. Estimación del peso del equipo y habilitación (WOA)

1.2.1. Cálculo por el método de Watson, D.G.M y Gilfillan

En la Ref. (8) se indica que el peso en toneladas del equipo y habilitación, se puede estimar por la fórmula:

$$WOA = Ke \times LPP \times B \qquad \textbf{(3.7.44)}$$

El coeficiente Ke varía con el tipo y tamaño del buque y se estima por:

a) Graneleros: Ke = 0,39 - 0,001 LPP

b) Petroleros, Quimiqueros, P. Productos: Ke = 0,36 - 0,53 × 10^{-3} LPP

c) Cargueros: Ke = 0,39 si el estandar es sencillo; Ke = 0,45 id el estandar es alto

d) Portacontenedores: Ke = 0,33

Siendo:

- Ke = 0.34

$$WOA = 373{,}46\, Tons$$

1.3. Estimación del peso de maquinaria propulsora y auxiliar (WQ)

Se divide en 4 partes:

- Motor propulsor y caja reductora
- Resto de maquinaria propulsora
- Otros elementos en cámara de máquinas
- Línea de ejes fuera de cámara de máquinas

1.3.1. Motor propulsor y caja reductora (WME)

Los pesos del motor propulsor y de la caja reductora se obtienen directamente de catálogo. Dado que se conocen los datos del mismos:

$$WME = 103{,}4\,Tons$$

1.3.2. Resto de maquinaria propulsora (WRP)

$$\text{WRP} = \text{Km} \times \text{MCO}^{0,7} \qquad \textbf{(3.7.51)}$$

El coeficiente Km depende del tipo de buque:

Graneleros y cargueros	Km = 0,56
Petroleros	Km = 0,59
Portacontenedores	Km = 0,63

$$WRP = 247\,Tons$$

1.3.3. Otros elementos en cámara de máquinas (WQR)

$$\text{WQR} = 0{,}03 \times \text{VMQ}$$

Donde:

- VMQ: es el volumen en cámara de máquinas. Siendo este de 875 m^3

$$WQR = 26\,Tons$$

1.3.4. Peso de la línea de ejes fuera de sala de máquinas (WQE)

Se puede calcular como se indica a continuación, o bien estimando el peso de la línea a partir de buques base similares.

El peso de la línea de ejes, fuera de cámara de máquinas, según la Ref. (11), es

$$\text{WQE} = \text{Kne} \times \text{leje}\ (5 + 0{,}0164\ \text{LPP}) \qquad \textbf{(3.7.53)}$$

siendo:

leje: longitud en metros de la línea de ejes fuera de la Cra. máquinas

Kne = 1 en buques de 1 línea de ejes

2 en buques de 2 líneas de ejes

En instalaciones de 2 líneas de ejes, el peso total , WQ, de la maquinaría es un 8-9% mayor que en el caso de un solo eje.

A partir de los datos de buques base se obtiene que el valor para cada línea, incluyendo cojinetes (de apoyo y empuje), es de 50 Tons. Vale aclarar que la longitud de la misma es de 35 metros. Por lo tanto:

$$WQE = 100\,Tons$$

Una vez determinado todos los pesos anteriores, se obtiene el peso de la maquinaria propulsora y auxiliares:

$$WQ = WME + WRP + WQR + WQE$$

$$WQ = 103{,}4\,Tons + 247\,Tons + 26\,Tons + 100\,Tons = 476{,}4\,Tons$$

El peso en rosca representa la suma del peso del acero, de la maquinaria y de los equipos. Por lo tanto:

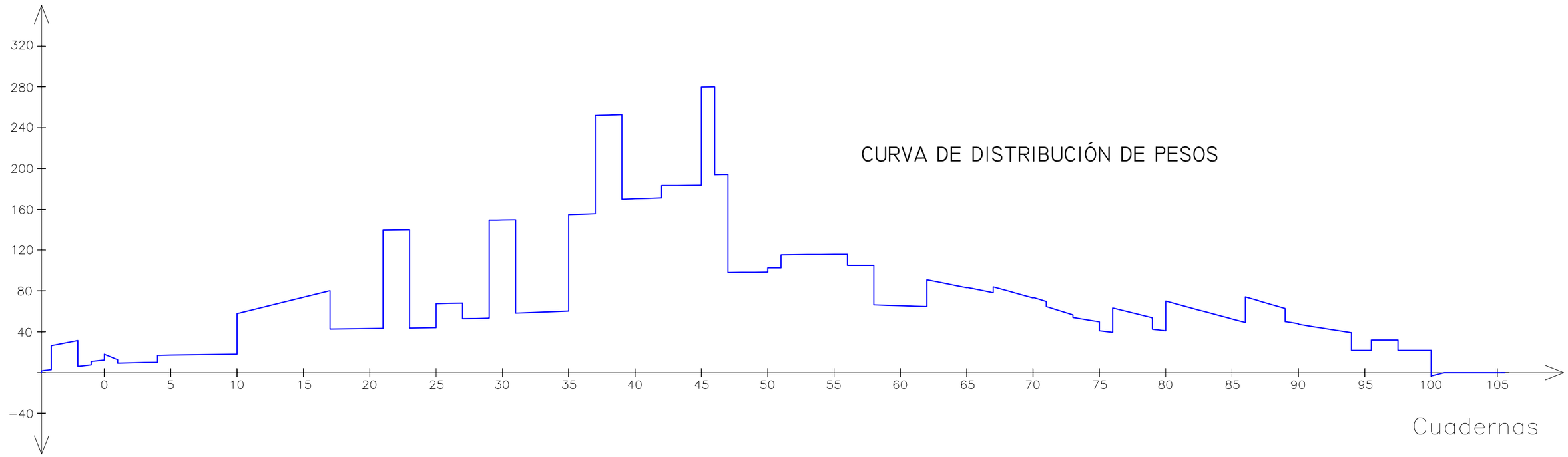
$$P_{BV} = WQ + WOA + WST$$

$$P_{BV} = 476{,}4\,Tons + 373{,}46\,Tons + 835{,}13\,Tons$$

$$P_{BV} = 1684{,}99 \simeq 1685\,Tons$$

2. Bibliografia

- Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante*. España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- FIORENTINO, N. (2014). *Apuntes de Construcción naval*. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).



CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS

CURVES	SCALES
WEIGHT DISTRIBUTION	1 CM – 40.0 T/M

MAX. POSITIVE SHEARING F.	353.7 T.	TO	30.551 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE SHEARING F.	−321.6 T.	TO	22.751 M. AFT PERP.
MAX. POSITIVE BENDING M.	1168.5 TXM	TO	48.750 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE BENDING M.	−3705.9 TXM	TO	26.651 M. AFT PERP.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	–
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	–

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	PRELIMINAR	15/07/16	PME	NFI

MODIFICACIONES

CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: MEDINA PABLO		
FECHA 15/07/2016		

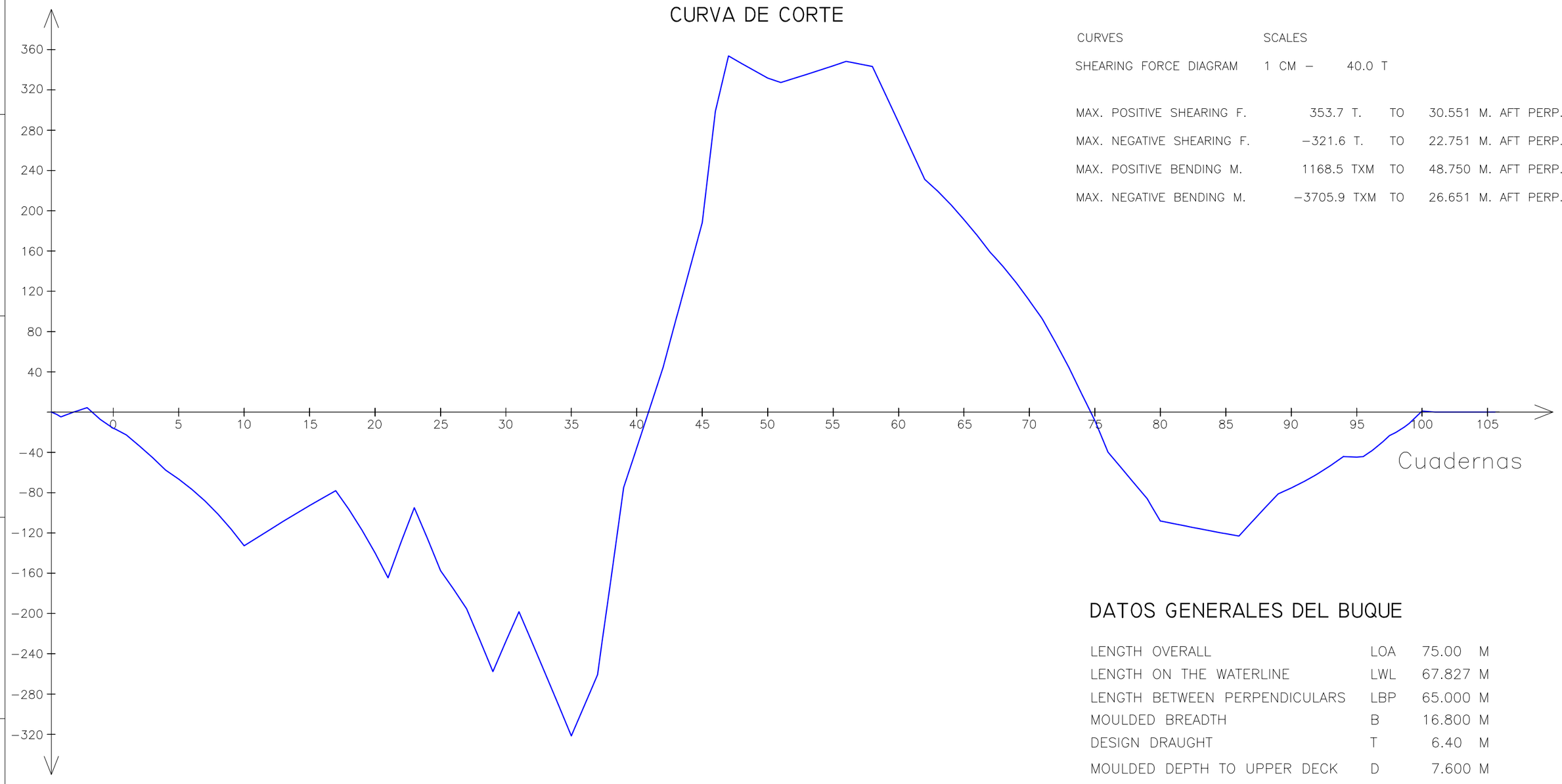
NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A		

ESCALA: S/E | ARCHIVO: | FORMATO: A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

CURVA DE CORTE



CURVES	SCALES
SHEARING FORCE DIAGRAM	1 CM – 40.0 T

MAX. POSITIVE SHEARING F.	353.7 T.	TO	30.551 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE SHEARING F.	−321.6 T.	TO	22.751 M. AFT PERP.
MAX. POSITIVE BENDING M.	1168.5 TXM	TO	48.750 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE BENDING M.	−3705.9 TXM	TO	26.651 M. AFT PERP.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	–
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	–

MODIFICACIONES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	PRELIMINAR	15/07/16	PME	NFI

CURVA DE CORTE

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: MEDINA PABLO		
FECHA 15/07/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A		

ESCALA: S/E | ARCHIVO: | FORMATO: A3

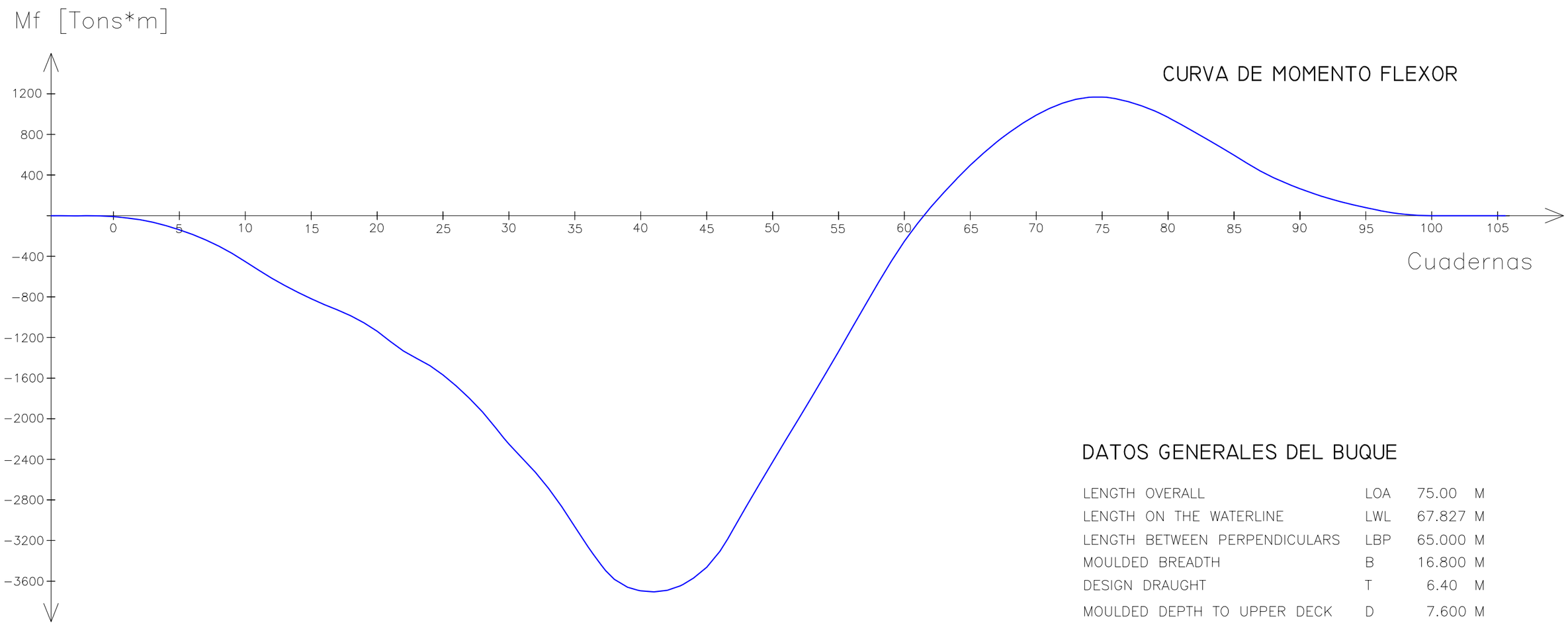
ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

CURVES
BENDING MOMENT DIAGRAM

SCALES
1 CM — 400.0 TXM

MAX. POSITIVE SHEARING F.	353.7 T.	TO	30.551 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE SHEARING F.	−321.6 T.	TO	22.751 M. AFT PERP.
MAX. POSITIVE BENDING M.	1168.5 TXM	TO	48.750 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE BENDING M.	−3705.9 TXM	TO	26.651 M. AFT PERP.



DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	—
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	—

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	PRELIMINAR	15/07/16	PME	NFI

MODIFICACIONES

CURVA DE MOMENTO FLEXOR

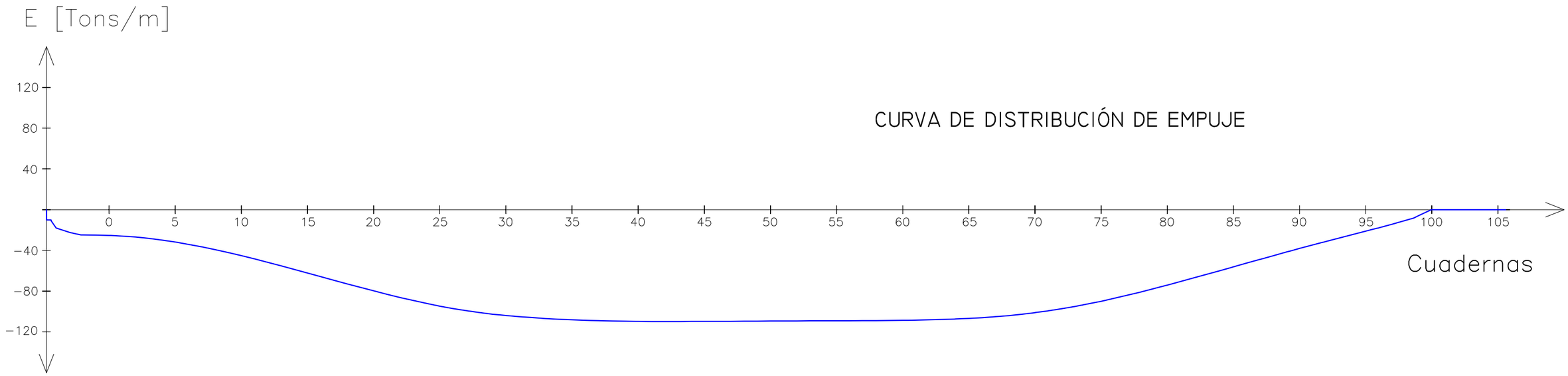
	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: MEDINA PABLO		
FECHA 15/07/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A		

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E		A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES



CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE EMPUJE

CURVES	SCALES		
BOUYANCY DISTRIBUTION	1 CM –	40.0 T/M	
MAX. POSITIVE SHEARING F.	353.7 T.	TO	30.551 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE SHEARING F.	−321.6 T.	TO	22.751 M. AFT PERP.
MAX. POSITIVE BENDING M.	1168.5 TXM	TO	48.750 M. AFT PERP.
MAX. NEGATIVE BENDING M.	−3705.9 TXM	TO	26.651 M. AFT PERP.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

LENGTH OVERALL	LOA	75.00	M
LENGTH ON THE WATERLINE	LWL	67.827	M
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LBP	65.000	M
MOULDED BREADTH	B	16.800	M
DESIGN DRAUGHT	T	6.40	M
MOULDED DEPTH TO UPPER DECK	D	7.600	M
BLOCK COEFFICIENT	CB	0.71	–
TIRO A LA BITA	TBP	90	TONS
VELOCIDAD DE SERVICIO	Vs	15	knots
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	SC	ABS	–

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	PRELIMINAR	15/07/16	PME	NFI

MODIFICACIONES

CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE EMPUJE

NOMBRE: MEDINA PABLO — VERIFICADO — APROBADO

FECHA 15/07/2016

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A		

ESCALA: S/E — ARCHIVO: — FORMATO: A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

Parte VIII

Sistema de amarre y fondeo

PME-PB-200-002
Revisión B
VB:

OBJETIVO

Determinar los dispositivos de amarre y fondeo necesarios para el buque de proyecto (PSV) siguiendo los lineamientos del ABS, las reglamentaciones dadas por SOLAS y las ordenanzas marítimas de aplicación de la PNA (Prefectura Naval Argentina). También, confeccionar en un plano el esquema de la disposición de los elementos para el sistema en cuestión.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

$L_{ESCANTILLONADO}$ (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

CONDICIONES DE DISEÑO

- Utilizar cadena Grado 2.
- Para el cálculo de amarre considerar la condición "en lastre", considerar calado, desplazamiento, y volumen de carena del buque de proyecto.
- Velocidad del viento en condición buque en maniobra de amarre 10 m/seg.
- Velocidad del viento en condición buque amarrado 15 m/seg.
- Velocidad de la corriente 2 Knot.
- Velocidad de desplazamiento del buque durante la maniobra de amarre 10 m/min.
- Diámetro de la hélice según buque modelo. (3 m)
- Considerar para la condición en maniobra, 2 (dos) largos de proa y 2 (dos) largos de popa.
- Considerar para la condición de buque amarrado, 2 (dos) largos de proa, 2 (dos) largos de popa.
- Ángulo de los cabos respecto del muelle durante maniobra de amarre 45º.
- Ángulo de los cabos respecto del muelle buque amarrado 60º.
- Factor de seguridad 3,8.
- Tipo de maquinaria de cubierta: de accionamiento hidráulico/eléctrico.

Índice

1. Calcular los dispositivos de fondeo del buque, dimensionar los mismos y seleccionar los elementos a utilizar en función de productos comerciales. 4
1.1. Cálculo del numeral de equipo . . . 4
1.2. Cálculo del ancla . . . 4
1.3. Cálculo de la cadena . . . 5
1.4. Equipo de fondeo . . . 6
1.4.1. Fuerza o tiro sobre el molinete (lifting power) . . . 6
1.4.2. Carga requerida (rated load) . . . 6
1.4.3. Capacidad de tiro del ancla y de la cadena (agarre T') . . . 6
1.4.4. Potencia requerida del cabreestante . . . 6
1.4.5. Dimensión del tubo de escobén . . . 7
1.4.6. Acceso a la caja de cadenas (gateras) . . . 7
1.4.7. Dimensionamiento de la caja de cadenas . . . 7

2. Calcular los dispositivos de amarre del buque, dimensionar los mismos y seleccionar los elementos a utilizar en función de productos comerciales. 8
2.1. Resistencia al viento . . . 8
2.2. Resistencia a la corriente . . . 8
2.3. Resistencia del casco (formas) . . . 9
2.4. Resistencia de la hélice . . . 9
2.5. Resistencia Total . . . 9
2.5.1. Tensión en el cabo - Cálculo analítico . . . 10

3. Cálculo de los elementos de amarre 11
3.1. Guinches . . . 11
3.1.1. Dimensiones del tambor . . . 11
3.1.2. Dimensiones del cabirón . . . 11
3.2. Bitas . . . 11
3.3. Porta espías . . . 11
3.4. Roletes . . . 12

4. Confeccionar un esquema en planta con la disposición de los elementos de amarre y fondeo. Confeccionar una tabla con el resumen de los elementos seleccionados, indicando marca, modelo, dimensiones, características, normas utilizadas, etc. 12

5. BIBLIOGRAFÍA 12

6. APÉNDICE 1 - Fondeo 13
6.1. Numeral de equipo - TABLA 1 . . . 13
6.2. Ancla seleccionada (1.2) . . . 13
6.3. Eslabones . . . 14
6.4. Grillete giratorio . . . 15
6.5. Selección de cabreestante (1.4.4) - Tiro del ancla . . . 16
6.6. Guinches de amarre . . . 17

7. APÉNDICE 2 - Amarre 18
7.1. Numeral de equipo - TABLA 2 . . . 18
7.2. Selección de cabos . . . 18
7.3. Requerimientos del canal de Panamá . . . 19

8. APÉNDICE 3 - Elementos del sistema de amarre 20
8.1. Bitas . . . 20
8.2. Porta espías . . . 20
8.3. Roletes . . . 21

DESARROLLO

1. Calcular los dispositivos de fondeo del buque, dimensionar los mismos y seleccionar los elementos a utilizar en función de productos comerciales.

1.1. Cálculo del numeral de equipo

Considerando la forma, desplazamiento y área se calcula el mismo mediante la siguiente expresión:

$$NE = \triangle^{\frac{2}{3}} + 2 * B * h\ + 0{,}1 * A = 687{,}78$$

Siendo:

- $\triangle$ =desplazamiento moldeado (3-1-1/11.1). $\triangle$ =5118.8 Tn.
- B = manga moldeada (3-1-1/5). B = 16.8 m.
- h = a + h1 + h2 + h3 +. . .+ h_i Ver figura, apéndice 1

1. a = francobordo, en m, en el calado de verano en la SM. a = 1.2 m.
2. h1, h2. . . h_i = altura, en m, en la línea central de cada estructura que tenga una manga mayor a $\frac{B}{4}$. h_1 =3 m, h_2 =3.4 m, h_3 =3 m

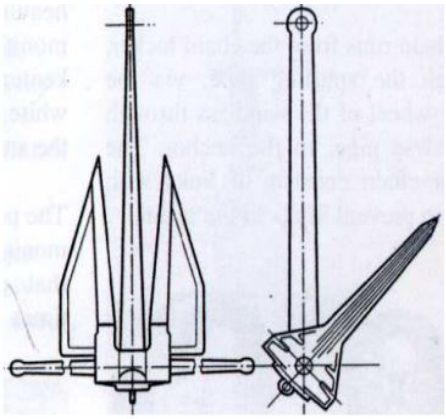
- A = área lateral (m2), del casco, superestructura y casetas, sobre la flotación de verano. Superestructuras o casetas que tengan una manga menor a 0,25B pueden ser excluidas. Se mide del plano de arreglo general A = 346.12 m^2. El plano geométrico se muestra en el documento PME-PB-200-000, el cual se encuentra como anexo del presente informe.

A partir del numeral de equipo se determinan las caraterísticas del ancla y la cadena. Se adjunta en el apéndice 1 la tabla dada por el ABS. En la siguiente tabla se resume la información que corresponde al numeral de equipo obtenido

Numeral de equipo	Numeral de equipo calculado	Cadena sin cepo		Cadena			
		Cantidad	Masa de cada ancla [Kg]	Longitud [m]	Diámetro [mm]		
					Grado 1	Grado 2	Grado 3
U19	720	3	2280	467,5	48	42	36

1.2. Cálculo del ancla

Se utiliza un ancla del tipo DANFORTH, ya que es el modelo más usado para embarcaciones de menor porte. El peso del ancla se obtiene de la tabla anterior dado por el cálculo de numeral de quipo. Éste valor, se lo redondea al superior más cercano dado por los fabricantes. El peso que se adopta es de 2700 Kg y las dimensiones de las anclas a colocar en la embarcación quedan determinadas según el catálogo que se encuentra en el apéndice 1. En la siguiente imagen se puede ver un dibujo de un ancla tipo Danforth



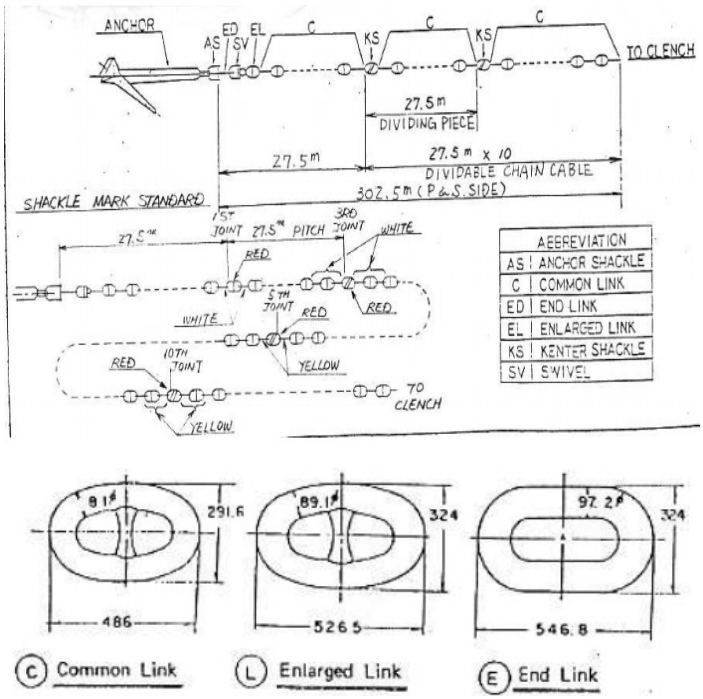
1.3. Cálculo de la cadena

Para el cálculo de la cadena se considera de grado 2 (D = 42 mm). La longitud total de la cadena esta dada por el ABS a partir del numeral de equipo y es de 467.5 m. La misma se separa en tramos o grilletes de 27.5 m (15 brazas); por lo que son 17 tramos (467.5/27.5). Dado que es un número impar de tramos, se adoptan 18 tramos por simplicidad. Es decir, 9 por banda. Cada uno de los tramos se une con un eslabón o grillete desacoplable (Kenter). Adicionalmente según la posición, en el tramo de cadena, es el tipo de eslabón.

Por lo tanto, cada tramo esta compuesto por los siguientes elementos (comenzando desde el ancla):

- Grillete de unión, entre ancla y cadena (anchor shackle). 1 grillete.
- Eslabón fin de tramo (end link).
- Grillete giratorio (swivel). 1 grillete.
- Eslabón de unión (enlarged link) entre el grillete giratorio (swivel) y el eslabón común (common link).
- Eslabones comunes (common link).
- Grillete desacoplable en cada cambio de tramo (kenter shackle). 11 grilletes.

En el siguiente esquema se puede ver la disposición de elementos mencionada anteriormente.



En el apéndice 1 se detallan los elementos correspondientes a la cadena junto con sus dimensiones y pesos a partir del catálogo seleccionado. Y en la siguiente tabla se resume dicha información.

CADENA - 9 TRAMOS			
Elementos	$W_{UNITARIO}$ Peso unitario [Kg] o [Kg/m]	Cadena (9 tramos)	
		Cantidad	Peso [Kg]
Anchor Shackle	94	1	94
Common link	100	11	9900
End link	38	1	38
Enlarged link	34	1	34
Kenter Shackle	38	1	342
Swiwel	130	1	130
W_{TOTAL} (Peso total)			10538

Vale aclarar, que el peso total calculado en la tabla precedente se corresponde a la longitud total de la cadena. Es decir, considerando los 9 tramos por banda (247.5 metros). En los cálculos subsiguientes, el peso de cadena que se utiliza, es el correspondiente a una longitud de ≈80 metros de cadena (3 tramos o 82.5 metros).

1.4. Equipo de fondeo

1.4.1. Fuerza o tiro sobre el molinete (lifting power)

Determinada por el diámetro nominal y el grado de la cadena del ancla. Es la tensión ejercida sobre el cabrestante en forma tangente cuando el ancla y la cadena son elevadas. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F_{mol} = K_4 * d^2 = 42{,}5 * 42^2 = 75\,KN$$

Coeficiente	Cadena gr. 1	Cadena gr. 2	Cadena gr. 3
K_4	37,5	42,5	47,5

Normalmente las sociedades de clasificación requieren éste valor por un lapso de 30 minutos. El tiro máximo para un lapso de 2 minutos es de 1.5*F_{mol}. Quendando entonces:

$$F_{mol,máx} = 1{,}5 * F_{mol} = 112{,}5\,KN$$

1.4.2. Carga requerida (rated load)

Queda determinado según la siguiente expresión:

$$W_t = (peso\,del\,ancla + peso\,de\,80m\,de\,cadena) * 1{,}35$$

$$W_t = (2500\,Kg + 3513\,Kg) * 1{,}35 = 8117{,}55\,Kg$$

1.4.3. Capacidad de tiro del ancla y de la cadena (agarre T')

Queda determina según la siguiente expresión:

$$T' = K_a * P_{Aag} + K_e * l * P_{CADag} = 190771\,Kg \approx 190{,}8\,Tons$$

Siendo:

- P_{Aag}: peso del ancla en el agua (0,869 del peso del ancla en aire). $P_{Aag} = 2172{,}5\,Kg$.
- P_{CADag}: peso de la cadena del ancla en el agua (0,869 del peso de la cadena del ancla en aire). $P_{CADag} = 3052{,}8\,Kg$
- l: longitud de cadena del ancla. l = 80 m.
- k_a; k_e: coeficientes en función del lecho donde se fija el ancla. Se determinan del siguiente cuadro y como fondo se adopta arena para éste análisis.

$$k_a = 3{,}5 \quad K_e = 0{,}75$$

	arena	grava	barro	fondo rocoso
Ka	3,5	3,5	2	5
Ke	0,75	0,75	0,6	1,5

Se utilizan estos coeficientes, dado que el tipo de navegación es marítima-costera. Por lo tanto, se puede preveer que el fondo, en general, va a ser de arena.

1.4.4. Potencia requerida del cabreestante

Queda determinado según la siguiente expresión:

$$Potencia = \frac{T' * V_{nominal}}{\eta} = 54{,}51\,KW$$

Siendo:

- T´ es la capacidad de tiro del ancla y cadena. T´= 190771 Kg
- $V_{nominal}$ es la velocidad nominal. $V_{nominal}$ = 0.2 m/s.
- η es el rendimiento del cabrestante. Se adopta $\eta = 70\,\%$.

El equipo seleccionado se adjunta en el apéndice 1.

1.4.5. Dimensión del tubo de escobén

De la siguiente expresión:

$$D_i = 10 * d = 10 * 42 = 420\,mm$$

$$t_i = 0{,}5 * d = 0{,}5 * 42 = 21\,mm$$

Siendo:

- d : diámetro del eslabón (mm). $d = 42\,mm$
- D_i :diámetro del tubo de escobén
- t_i :espesor del tubo

1.4.6. Acceso a la caja de cadenas (gateras)

De la siguiente expresión:

$$D_i = 7 * d = 7 * 42 = 294\,mm$$

$$t_i = 0{,}3 * d = 0{,}3 * 42 = 12{,}6\,mm$$

Siendo:

- d : diámetro del eslabón (mm). $d = 42\,mm$
- D_i :diámetro del acceso
- t_i :espesor del acceso

1.4.7. Dimensionamiento de la caja de cadenas

El volumen ocupado por la cadena se calcula según:

$$V = 0{,}082 * d^2 * L * 10^{-4} = 0{,}082 * 42^2 * 247{,}5 * 10^{-4} = 3{,}58\,m^3$$

Siendo:

- d :diámetro del eslabón (mm). $d = 42\,mm$
- L :longitud de la cadena (m). $L = 247{,}5\,m$ (9 tramos de 27.5 m)

El diámetro de la caja de cadenas debe estar entre 26d < d < 30d. Se adopa el mayor, es decir $d = 1260\,mm$
Se considera la caja de cadenas como un volumen cilíndrico. Por lo tanto su altura queda determinada por:

$$H = \frac{4 * V}{\pi * D^2}$$

La altura total será H + 1.7, considerando el espacio para la caída de la cadena y el pocete de drenaje. Quedando entonces:

$$H = 4{,}57\,m$$

Se termina adoptando una altura de $H = 6\,m$ y un perímetro de 6.9 m (1.95 m x 1.5 m). El volumen de la caja resulta ser de 59.4 m^3(29.7 m^3 para cada caja). En el apéndice 4 del presente informe se realiza un croquis de la caja de cadenas, donde se marcan las dimensiones de la misma.

2. Calcular los dispositivos de amarre del buque, dimensionar los mismos y seleccionar los elementos a utilizar en función de productos comerciales.

Consideraciones de diseño:

- Resistencia del viento
- Resistencia de la corriente
- Resistencia del casco
- Resistencia de la hélice

Condiciones de cálculo extremas:

- Calado en lastre
- Calado en máxima carga

Los cálculos se realizan considerando la condición de calado en lastre ya que resulta la condición de diseño más comprometida. No obstante, también pueden considerarse otras condiciones de carga.

2.1. Resistencia al viento

Va a estar en función del área expuesta del buque (obra muerta) perpendicular a la dirección del viento. Peor condición: Viento por través

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$R_W = K_W * A_W * V_W^2$$

$$R_{W,maniobra} = 2544\,Kg$$

$$R_{W,amarrado} = 5724\,Kg$$

Siendo:

- K_W es el coeficiente de resistencia al viento. 0.0735 para viento de través y 0.0429 para viento frontal. Se considera la peor condición.
- A_W es el área proyectada perpendicular al viento incidente en m^2 sobre la línea de agua. Se considera calado de lastre, se mide del plano de arreglo general $A_W = 346{,}12\,m^2$
- V_W es la velocidad relativa del viento en $[\frac{m}{seg}]$. 10 $\frac{m}{seg}$ y 15 $\frac{m}{seg}$ en maniobra y amarrado, respectivamente.

2.2. Resistencia a la corriente

Va a estar en función de la obra viva, velocidad de la corriente y de la velocidad del buque.

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$R_C = 0{,}1212 * A_C * \left\{(V_c + V_S)^2 + 0{,}33 * (V_C + V_S)\right\}$$

$$R_{C,maniobra} = 337\,Kg$$

$$R_{C,amarrado} = 259\,Kg$$

Siendo:

- A_C es la superficie húmeda en m^2; A_C = 1526.137 m^2. Se mide del plano de arreglo general en condición de lastre.

$$A_C = 1{,}7 * d * L + \frac{\nabla}{d} = 1{,}7 * 5{,}53\,m * 65\,m + \frac{5060{,}35\,m^3}{5{,}53\,m}$$

- d: calado de lastre 5.53 m
- V_C es la velocidad de la corriente en $\frac{m}{seg}$. V_C = 1.028 $\frac{m}{seg}$
- V_S es la velocidad del barco en $\frac{m}{seg}$. V_S = 0.1667 $\frac{m}{seg}$

2.3. Resistencia del casco (formas)

Va estar en función del área proyectada sumergida del buque. Condición través.
Se determina mediante la siguiente expresión:

$$R_{CASCO} = 73{,}2 * A_{CASCO} * (V_C + V_S)^2$$

$$R_{CASCO,maniobra} = 11097\,Kg$$

$$R_{CASCO,amarrado} = 8217\,Kg$$

Siendo:

- A_{CASCO}es el área proyectada sumergida del buque en m^2. Del plano de arreglo general se mide $A_{CASCO} = 106.21\ m^2$
- V_C es la velocidad de la corriente en $\frac{m}{seg}$. $V_C = 1.028\ \frac{m}{seg}$
- V_S es la velocidad del barco en $\frac{m}{seg}$. $V_S = 0.1667\ \frac{m}{seg}$

2.4. Resistencia de la hélice

Va a estar en función del diámetro de la hélice, de la velocidad del viento y de la velocidad de la corriente.
Se determina mediante la siguiente expresión:

$$R_H = N * 26{,}4 * D^2 * (V_C + V_S)^2$$

$$R_{H,maniobra} = 679\,Kg$$

$$R_{H,amarrado} = 503\,Kg$$

Siendo:

- D: el diámetro de la hélice, calculado en el documento PME-PB-012-000. D = 3 m
- N: el número de hélices. N = 2.

2.5. Resistencia Total

La resistencia total es la composición de la componente transversal (RT) y la componente longitudinal (RL). Dependiendo de la condición en la que se encuentre el buque se toma una u otra resistencia, tal como se resume en el siguiente cuadro.

Componente		Viento	Corriente	Formas	Hélice
Condición	R	R_a	R_w	R_v	R_p
Maniobra	R_L		X		X
	R_T	X		X	
Amarrado	R_L		X		X
	R_T	X			

Con la siguiente expresión se calcula la resistencia total para la condición de lastre:

$$R_T = \left\{R_L^2 + R_T^2\right\}^{1/2}$$

$$R_{T,manibra} = 13679\,Kg$$

$$R_{T,amarrado} = 5775\,Kg$$

2.5.1. Tensión en el cabo - Cálculo analítico

Queda determinado por:

$$T_{CABO} = \frac{R_T * f_1 * f_2}{cos\theta_t * cos\theta_v * n_{CABOS}}$$

Siendo:

- $\theta_t = 45°$ durante maniobra de amarre.
- $\theta_t = 60°$ para buque amarrado.
- $\theta_v \approxeq 0°$ si se disminuye θ_v y se aleja el punto de amarre en tierra, se mejora la eficiencia de la amarra. Se puede tomar como valor límite 25°.
- f_1 es el factor de seguridad por desfasaje de tensión en los cabos. 1.25 durante maniobra de amarre y 1 para buque amarrado.
- f_2 es el factor de seguridad por resistencia de los cabos. 2.5 para cables de acero y 3.8 para cabos de fibra. Se utiliza cabos de fibra.
- n_{CABOS} es el número de cabos. 4 para maniobra y 7 para buque amarrado.

$$T_{CABO,maniobra} = 25348\,Kg$$

$$T_{CABO,amarrado} = 6919\,Kg$$

A partir del cálculo del numeral de equipo (EN), la sociedad de clasificación indica la cantidad y las dimensiones, largos y resistencia de las líneas de amarre y remolque. En el apéndice 2 se adjunta la tabla dada por el ABS y a continuación un resumen de la misma.

Numeral de equipo	Numeral de equipo calculado	Línea de remolque alambre o cabo		Línea de amarre			
		Longitud [m]	Tensión de ruptura [Kgf]	Número	Longitud de cada una [m]	Tensión de ruptura	
						KN	Kgf
U19	720	190	45000	4	170	172	17500

Dado que los valores que se obtienen analíticamente difieren con los que da el ABS, se toma el mayor valor para cada tipo de línea (amarre y remolque).

$$T_{CABO,maniobra} = 45000\,Kg$$

$$T_{CABO,amarrado} = 17500\,Kg$$

Ya que la tensión requerida para maniobra es superior a la de amarre, los cabos son seleccionados con esta tensión. El diámetro requerido es de 52 mm. En el apéndice 2 se encuentra el catálogo de los cabos seleccionados.

Como el buque del proyecto debe cumplir con los requerimientos del canal de Panamá, va a ser responsabilidad de éste para el amarre, tener en cubierta y listos para ser utilizados de inmediato, seis (6) cabos de manila o material sintético a proa y seis (6) a popa de tamaño y resistencia adecuados antes de iniciar el tránsito. Cada cabo debe tener una longitud de al menos 75 metros de largo.

Maquinaria en proa: El cabrestante y guinche para el sistema de amarre ubicado en proa viene incluído con los molinetes del sistema de fondeo, apéndice 1. Se posee dos molinetes de fondeo y cada uno cuenta con capacidad para 1 línea de amarre.

Maquinaria en popa: El buque posee 2 guinches de amarre (capstan), uno por banda.

NOTA: En el apéndice 1 se adjuntan los catálogos comerciales de los guinches y cabrestantes.

3. Cálculo de los elementos de amarre

Elementos del sistema de amarre

- Guinches
- Bitas
- Porta espías
- Roletes

3.1. Guinches

La carga máxima de diseño por lo general se adopta en el orden de 1.6 a 2 veces la carga de trabajo.
La velocidad de trabajo $V \approx 15 \frac{m}{min}$
Por lo tanto la potencia requerida por el cabrestante se define según la siguiente expresión:

$$Pot_{CABRESTANTE} = Carga\,de\,trabajo * V * \frac{1{,}25}{4500}\ [HP]$$

Como carga de trabajo se adopta $\frac{Q_{rot}}{f_2} = \frac{17500\,Kg}{3{,}8} = 4606\,Kg \approx 5\,Tons$

- f_2 : Se define en el apartado 2.5.1. Es el factor de seguridad por resistencia de los cabos.

Por lo tanto la potencia del cabrestante es:

$$Pot_{CABRESTANTE} = 20{,}84\,HP \approx 21\,HP$$

3.1.1. Dimensiones del tambor

El diámetro se selecciona según la carga de trabajo y la siguiente tabla:

Carga (ton)	5	7.5	10	12.5	15	20
Diámetro (mm)	450	500	550	600	600	600

$$D_{TAMBOR} = 450\,mm$$

3.1.2. Dimensiones del cabirón

- Diámetro en el centro: D > 7*d_{CABO}. D = 364 mm.
- Longitud: L > 8.5*d_{CABO}; tal que permita 5 vueltas del cabo. L = 442 mm

Comentarios generales El dimensionamiento del tambor y el cabirón es válido para la zona de proa. Sin embargo, para la zona de popa como se cuenta con guinches del tipo «capstan», se desestima el diámetro calculado para el cabirón en el apartado 3.1.2. Se adopta para los «capstan», el diámetro calculado para el tambor y la longitud calculada para el cabirón, ya que es en la zona del equipo donde se va a estar aplicando la tensión durante la maniobra. Por ende, los guinches de amarre en la zona de popa quedan inicialmente dimensionados con la siguiente configuración:

- Diámetro en el centro: D = 450 mm
- Longitud: L = 442 mm (tal que permita 5 vueltas del cabo)

3.2. Bitas

- Carga máxima, $P = T_{CABO}[Kg] * g\,[m/seg^2] = 45000 * 9{,}81 = 441{,}45\,KN$. En el apéndice 3 se encuentran las dimensiones de las bitas seleccionadas según catálogo.

3.3. Porta espías

- La resistencia máxima en maniobras es de 13679 Kg (13.68 Tm). Con este valor se seleccionan las dimensiones de los porta espías. En el apéndice 3 se encuentra el catálogo del porta espía seleccionado.

3.4. Roletes

- De igual manera que los porta espías, se adopta la resistencia máxima para determinar las dimensiones de los roletes. En el apéndice 3 se encuentra el catálogo del rolete seleccionado.

4. Confeccionar un esquema en planta con la disposición de los elementos de amarre y fondeo. Confeccionar una tabla con el resumen de los elementos seleccionados, indicando marca, modelo, dimensiones, características, normas utilizadas, etc.

El esquema de la disposición de los elementos de amarre y fondeo de proa y popa se encuentra en el plano PME-PB-200-003.

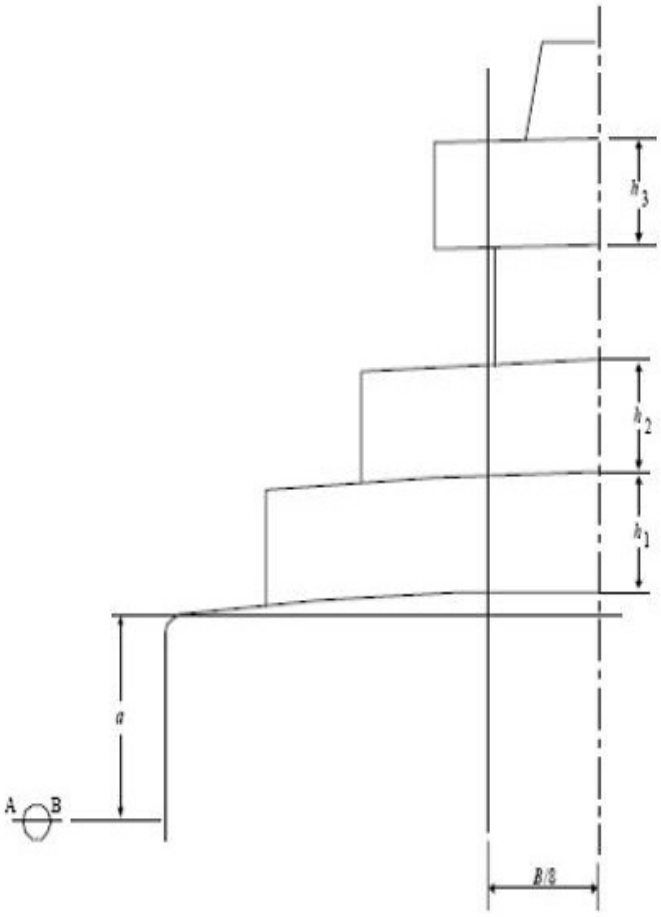
5. BIBLIOGRAFÍA

- ABS, Rules for building and classing, Part 3 Hull construction and equipment, march 2014.
- FIORENTINO, N. (2014). "Sistema de amarre y fondeo UIV". Apuntes de Alistamiento Naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).

6. APÉNDICE 1 - Fondeo

Figura 1 - Altura de cada estructura

FIGURE 1
Effective Heights of Deck Houses



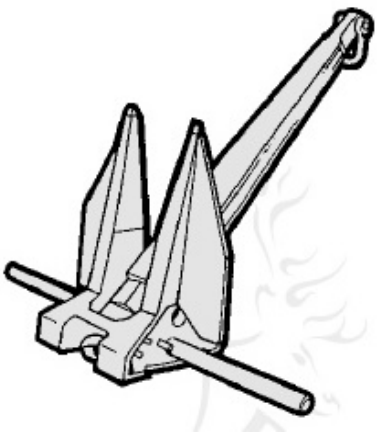
6.1. Numeral de equipo - TABLA 1

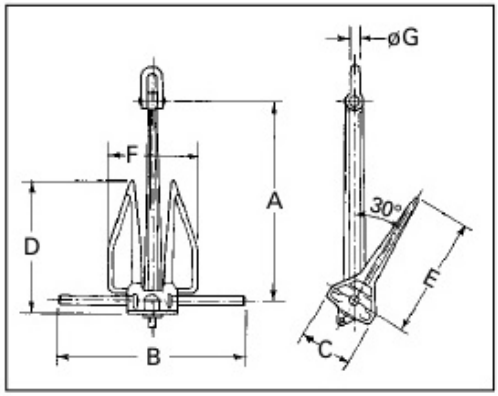
TABLE 1
Equipment for Self-propelled Ocean-going Vessels

SI. MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors		Chain Cable Stud Link Bower Chain			
					Diameter		
		Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Normal-Strength Steel (Grade 1), mm	High-Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High-Strength Steel (Grade 3), mm
U6	150	2	480	275	22	19	
U7	175	2	570	302.5	24	20.5	
U8	205	3	660	302.5	26	22	20.5
U9	240	3	780	330	28	24	22
U10	280	3	900	357.5	30	26	24
U11	320	3	1020	357.5	32	28	24
U12	360	3	1140	385	34	30	26
U13	400	3	1290	385	36	32	28
U14	450	3	1440	412.5	38	34	30
U15	500	3	1590	412.5	40	34	30
U16	550	3	1740	440	42	36	32
U17	600	3	1920	440	44	38	34
U18	660	3	2100	440	46	40	36
U19	720	3	2280	467.5	48	42	36
U20	780	3	2460	467.5	50	44	38
U21	840	3	2640	467.5	52	46	40
U22	910	3	2850	495	54	48	42
U23	980	3	3060	495	56	50	44
U24	1060	3	3300	495	58	50	46
U25	1140	3	3540	522.5	60	52	46
U26	1220	3	3780	522.5	62	54	48
U27	1300	3	4050	522.5	64	56	50
U28	1390	3	4320	550	66	58	50
U29	1480	3	4590	550	68	60	52
U30	1570	3	4890	550	70	62	54

6.2. Ancla seleccionada (1.2)

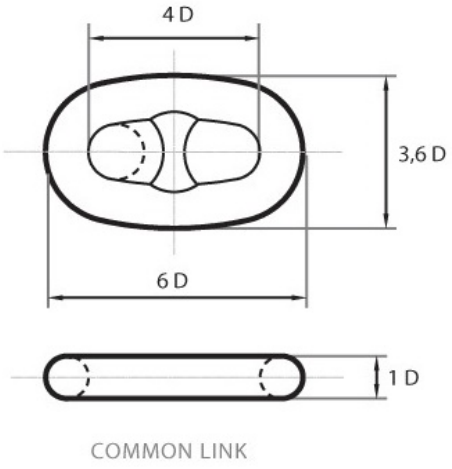




Anchor weight (lbs)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	ØG (mm)
300	1420	1240	280	935	870	590	30
500	1600	1380	320	1050	970	660	35
750	1720	1480	370	1129	1040	720	40
1000	1830	1580	410	1206	1110	760	45
2000	2110	1820	530	1391	1270	910	65
3000	2390	2260	600	1641	1500	990	75
4000	2640	2500	660	1815	1660	1050	75
5000	2840	2700	710	1957	1790	1150	90
6000	3000	2860	760	2060	1880	1210	100
7000	3120	2960	790	2165	1970	1260	100
8150	3280	3120	830	2270	2060	1320	100
10,000	3510	3220	890	2435	2210	1420	115
20,000	4360	4140	1110	2920	2620	1770	140
30,000	5320	4760	1280	3390	3040	2040	160
40,000	5590	5205	1410	3530	3330	2245	180

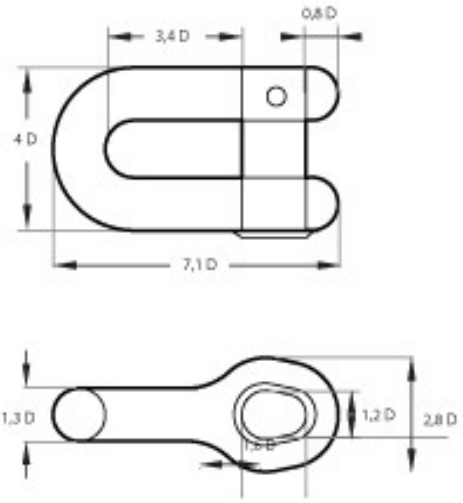
6.3. Eslabones

Stud Link Chain
Common link

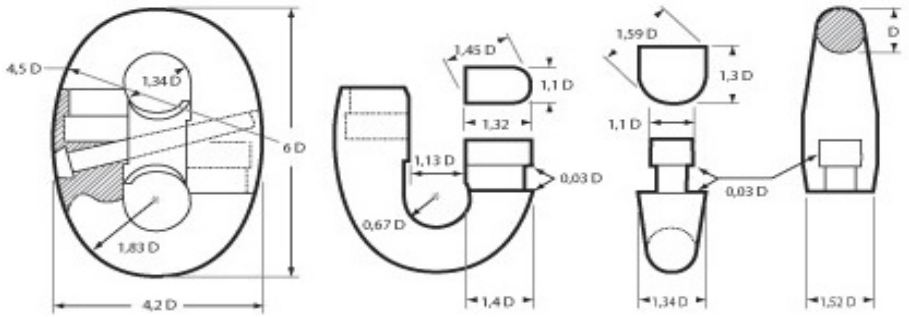


COMMON LINK

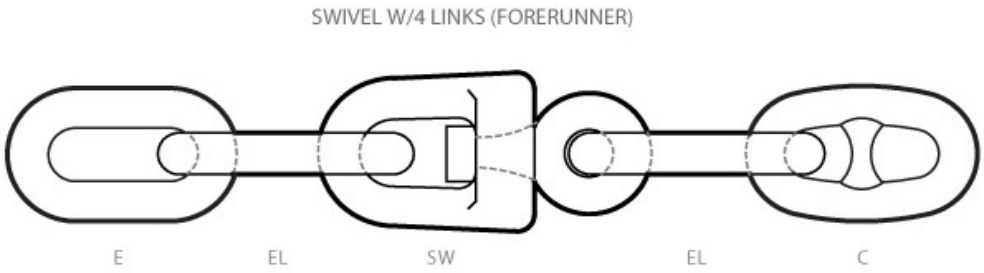
JOINING SHACKLE TYPE D

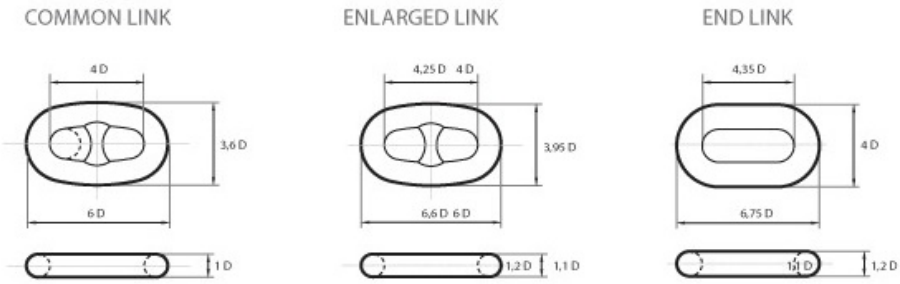


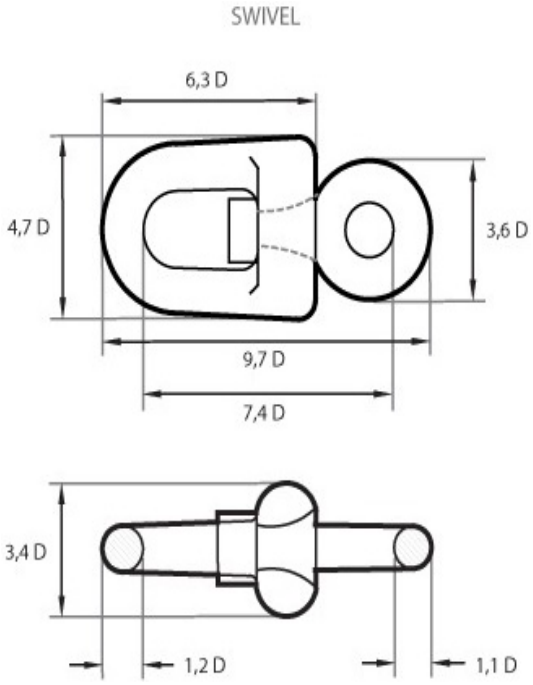
JOINING SHACKLE TYPE KENTER



6.4. Grillete giratorio



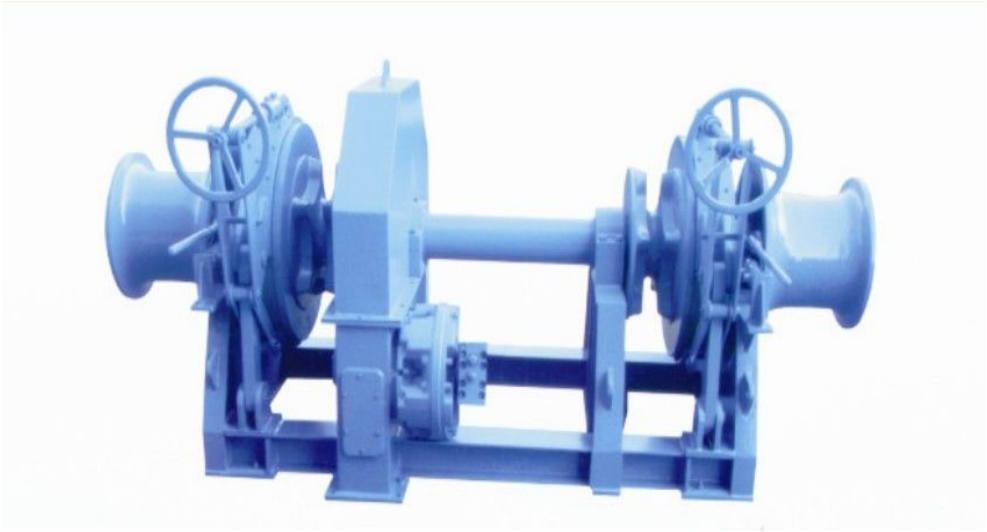




Diam	Studlink Chain Weights		Common Link	Enlarged Link	End Link	Joining Shackle Kenter	Anchor Shackle Type D	Swivel	Swivel Shackle type A	Complete Swivel-Forerunner
mm	Kgs/mtr	Kgs/27,5 mtr	Kgs	Kgs	Kgs	Kgs	Kgs	Kgs	Kgs	Kgs
12.5	3.5	96	0.17	0.23	0.23	0.39	1.1	0.9	–	1.76
14	4.4	121	0.24	0.32	0.36	0.51	1.3	1.3	–	2.52
16	5.8	160	0.36	0.50	0.51	0.62	1.6	1.7	–	3.57
17.5	7.0	193	0.47	0.74	0.68	0.82	2.0	2.1	–	4.73
19	8.1	223	0.60	0.88	0.89	1.00	2.5	2.5	9.0	5.75
20.5	10.0	275	0.75	1.10	1.13	1.35	3.3	3.1	11.3	7.18
22	11.1	305	0.93	1.25	1.28	1.6	4.0	3.5	13.9	8.21
24	13.3	366	1.21	1.70	1.77	2.0	5.0	5.0	18.1	11.38
26	15.7	432	1.55	2.15	2.20	2.7	6.0	6.0	23.9	14.05
28	18.3	503	1.9	2.8	2.9	3.3	8.0	7.5	29.6	17.90
30	21.0	578	2.4	3.2	3.3	3.9	9.5	9.0	35.4	21.1
32	23.9	657	2.9	3.9	4.0	4.6	12.0	11.0	44.6	25.7
34	27.0	743	3.4	4.7	5.0	5.8	14.0	13.5	53.7	31.3
36	30.2	831	4.0	5.5	5.9	6.6	17.0	16.0	62.9	36.9
38	33.7	927	4.7	6.1	6.8	7.8	20.0	19.0	71.9	42.7
40	37.1	1020	5.5	7.1	8.0	9.1	23.0	23.0	85.9	50.7
42	40.5	1114	6.4	8.4	9.6	10.5	26.0	27.0	100.0	59.8
44	44.3	1218	7.4	10.0	11.2	12.2	29.0	32.0	114.0	70.6
46	48.5	1334	8.5	11.5	13.0	14.0	33	37.0	128.0	81.5
48	52.8	1452	9.8	13.1	15.0	16.0	37	44.0	147.5	95.0
50	57	1568	11	15	17	18	41	57	167.0	115

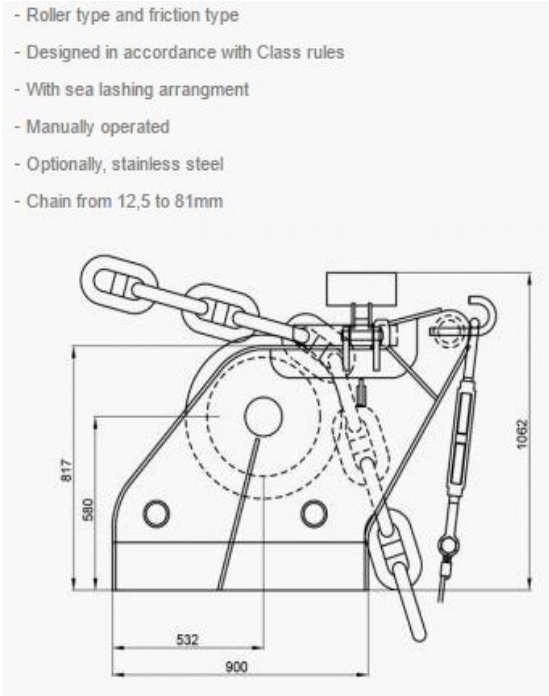
6.5. Selección de cabreestante (1.4.4) - Tiro del ancla

Se selecciona del fabricante Zhiyou (China), el módelo ZY-EA0020. El cual es accionado por un motor hidraúlico de 110 KW, puede trabajar con cadenas de grado 2 y grado 3, de diámetros comprendidos entre 12.5 mm y 84 mm. Con una carga de trabajo de 335.2 KN y capaz de soportar hasta 2320 KN. Poseé una velocidad de trabajo mayor a 9 m/min y una capacidad de tiro en la línea de amarre de 140 KN. A continuación se adjunta una imagen del equipo seleccionado:



Se dispone de uno de estos equipos en la zona de proa.

Adicionalmente a este equipo se colocan dos «anchor chain stoppers». Uno para cada cadena, se adjunta a continuación una imagen del mismo, junto con la información dada por el fabricante:



6.6. Guinches de amarre

Tiene que tener una capacidad de tiro de T = 10 Tons. Se muestra a continuación el equipo seleccionado, del fabricante *Hi-Sea Marine*:

Warping Load(kN)	Warping Speed(m/min)	Wire Dia.(mm)	Motor Power(kW)
5	≥18	Φ11	3/1.2
10	≥18	Φ11	4.3/1.7
15	≥18	Φ13	8.5/3.5
20	≥18	Φ15	11/11/7.5
30	≥18	Φ17.5	16/16/11
50	≥18	Φ20.5	16
70	≥18	Φ26	22
100	≥18	Φ28	45/45/30
120	≥18	Φ32.5	60/60/45
150	≥18	Φ36.5	60/60/45
200	≥18	Φ40	75/75/36
250	≥18	Φ46	75/75/36

Se disponde 2 de estos equipos, uno a cada banda en la zona de popa. Y se selecciona con una capacidad de tiro de 250 KN, accionado por un motor eléctrico de 75 KW.

7. APÉNDICE 2 - Amarre

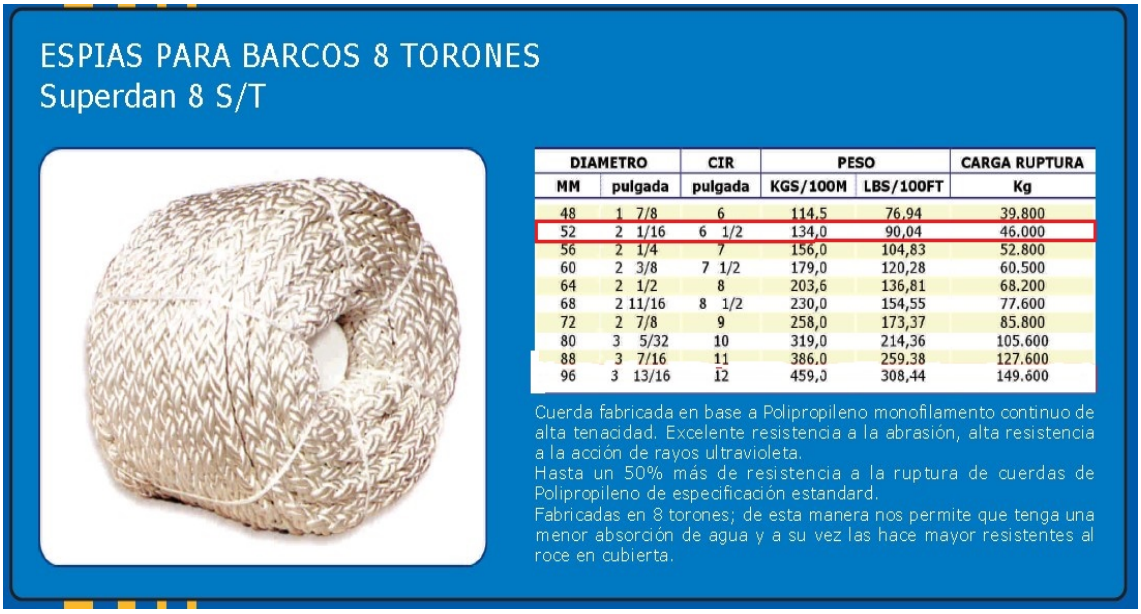
7.1. Numeral de equipo - TABLA 2

TABLE 2
Towline and Hawsers for Self-propelled Ocean-going Vessels

SI & MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Towline Wire or Rope			Hawsers			
		Length, m	Breaking Strength		Number	Length of Each, m	Breaking Strength	
			kN	kgf			kN	kgf
U6	150	180	98.0	10000	3	120	54.0	5500
U7	175	180	112.0	11400	3	120	59.0	6000
U8	205	180	129.0	13200	4	120	64.0	6500
U9	240	180	150.0	15300	4	120	69.0	7000
U10	280	180	174.0	17700	4	140	74.0	7500
U11	320	180	207.0	21100	4	140	78.0	8000
U12	360	180	224.0	22800	4	140	88.0	9000
U13	400	180	250.0	25500	4	140	98.0	10000
U14	450	180	277.0	28200	4	140	108.0	11000
U15	500	190	306.0	31200	4	160	123.0	12500
U16	550	190	338.0	34500	4	160	132.0	13500
U17	600	190	370.0	37800	4	160	147.0	15000
U18	660	190	406.0	41400	4	160	157.0	16000
U19	720	190	441.0	45000	4	170	172.0	17500
U20	780	190	479.0	48900	4	170	186.0	19000
U21	840	190	518.0	52800	4	170	201.0	20500
U22	910	190	559.0	57000	4	170	216.0	22000
U23	980	200	603.0	61500	4	180	230.0	23500
U24	1060	200	647.0	66000	4	180	250.0	25500
U25	1140	200	691.0	70500	4	180	270.0	27500
U26	1220	200	738.0	75300	4	180	284.0	29000
U27	1300	200	786.0	80100	4	180	309.0	31500
U28	1390	200	836.0	85200	4	180	324.0	33000
U29	1480	220	888.0	90600	5	190	324.0	33000
U30	1570	220	941.0	96000	5	190	333.0	34000

7.2. Selección de cabos



7.3. Requerimientos del canal de Panamá

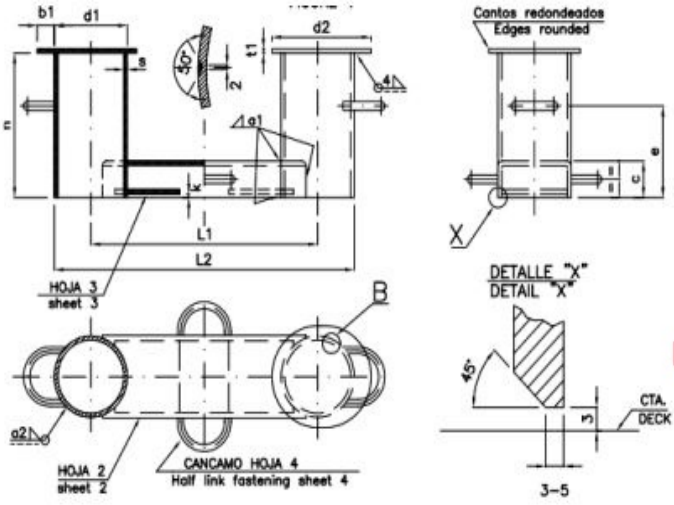
7. Cabos Requeridos:

1. Para el amarre a un muelle a los muros de aproximación o para asegurar el buque dentro de la cámara, será responsabilidad del buque tener en cubierta y listos para ser usados de inmediato, seis (6) cabos de manila o material sintético a proa y seis (6) a popa de tamaño y resistencia adecuados antes de iniciar el tránsito. El capitán informará al Oficial de Inspección si se cumple con lo anterior, para su posterior notificación a la Autoridad.

2. Cada cabo será de al menos 75 metros (250 pies) de largo y tendrá un ojo de no menos de 1.50 metros (5 pies) ayustado en uno de sus extremos. Estos deberán estar en buenas condiciones. Las amarras de cable y las compuestas de cable y fibra o filamentos, no son aceptables para las operaciones del Canal. El no cumplir con estos requisitos resultará en demoras para el tránsito.

8. APÉNDICE 3 - Elementos del sistema de amarre

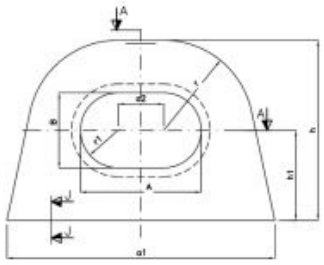
8.1. Bitas



NOMINAL SIZE	CARGA MAXIMA PERMITIDA EN BITA PERMISSIBLE MAXIMUN LOAD IN BOLLARD		PESO WEIGHT
	amarre con 1 linea mooring with one line	when towing	
	KN	KN	KG
125	90	130	25.9
160	110	155	37.2
200	200	285	75.2
250	260	365	124
315	410	540	230
400	560	740	356
450	790	1020	540
500	1020	1300	723
630	1230	1550	1084
710	1630	2150	1532

NOMINAL SIZE	BITT (d1 x s) OF TUBO TUBE	CHAPA CURVADA ROLLED PLATE	a1	a2	b1	c	d2	e	h	k	L1	L2	t1	CANCAMO half link fastening	W.L. C.T. ton.
125	139.7x10	140x10	4	5	20	80	170	165	250	15	315	455	6	1	4.5
160	168.3x10	168x10	4	5	24	90	200	195	300	15	400	568	6	1	5.5
200	219.1x12.5	219x12	5	6	32	100	260	250	400	15	500	719	6	1.6	10
250	273x12.5	273x12	5	6	40	125	330	315	500	15	630	903	10	1.6	13
315	323.9x16	324x16	6	8	48	150	390	375	600	15	800	1124	10	2.5	20.5
400	406.4x17.5	406x16	8	9	56	175	480	435	700	20	1000	1406	10	4	28
450	457.2x20	457x19	9	9	64	190	540	475	765	22	1125	1582	10	4	39.5
500	508x25	508x22	10	9	72	200	600	515	830	25	1250	1758	12	4	51
630	610x25	610x22	10	9	88	225	720	615	1000	25	1570	2180	16	4	62
710	711x28	711x25	10	9	96	250	830	675	1100	25	1750	2461	16	4	82

8.2. Porta espías



A x B	Carga Load	a1	a2	b1	e	h	h1	r	r1	r2	r3	Peso Weight	t
400x250	50 Tn	910	150	360	25	610	305	305	125	180	12.5	181Kg	8
400x250	64 Tn	910	150	360	30	610	305	305	125	180	15	216Kg	9
400x250	87 Tn	910	150	360	35	610	305	305	125	180	17.5	247Kg	10

8.3. Roletes

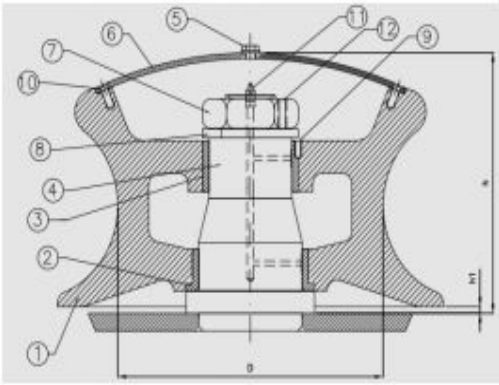
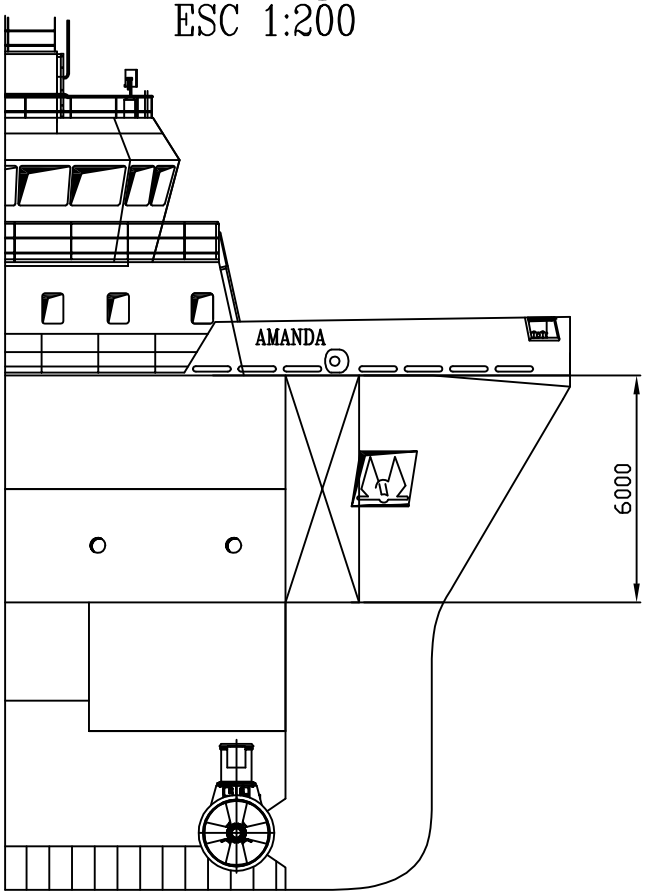


Tabla / Table 1-Lista de elementos / Parts list

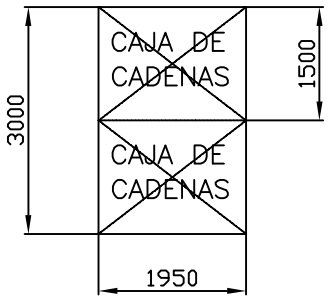
Pos. Nº	Cantidad Quantity	Elemento / Article	Norma / Standard
1	1	Cuerpo (GG-20-25) Body (GG-20-25)	
2	1	Casquillo (CuZn40) Case (CuZn40)	
3	1	Casquillo (CuZn40) Case (CuZn40)	
4	1	Eje (F 1113) Axle (F 1113)	
5	1	Tapón (CuZn40) Plug (CuZn40)	
6	1	Tapa (St 37.2) Cover (St 37.2)	
7	1	Tuerca (F 312) Nut (F 312)	
8	1	Arandela Washer	EOI 602.17.00
9	1	Tornillo Allen de cabeza embutida (AISI-304) Allen screw stuffed head (AISI-304)	ISO
10	–	Tornillo (CuZn60) Screw (CuZn60)	ISO
11	1	Engrasador (CuZn60) Oiler (CuZn60)	ISO
12	1	Tornillo Allen de cabeza embutida (AISI-304) Allen screw stuffed head (AISI-304)	ISO

Tracción en el cable Cable traction	D	h	h1	Peso Weight	Hoja Sheet
9.8 KN	100	94	3	7 Kg	3 – 4 – 5
19.6 KN	125	129	4	15 Kg	6 – 7 – 8
31 KN	160	150	4	28 Kg	9 – 10 – 11
49 KN	200	187	5	54 Kg	12 – 13 – 14
78.5 KN	250	226	6	95 Kg	15 – 16 – 17
112.6 KN	320	279	7	148 Kg	18 – 19 – 20
196.2 KN	400	336	8	270 Kg	21 – 22 – 23
309 KN	500	410	10	550 Kg	24 – 25 – 26

Perfil de proa
ESC 1:200



Planta caja de cadenas
ESC 1:100



		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 01/09/2016			

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

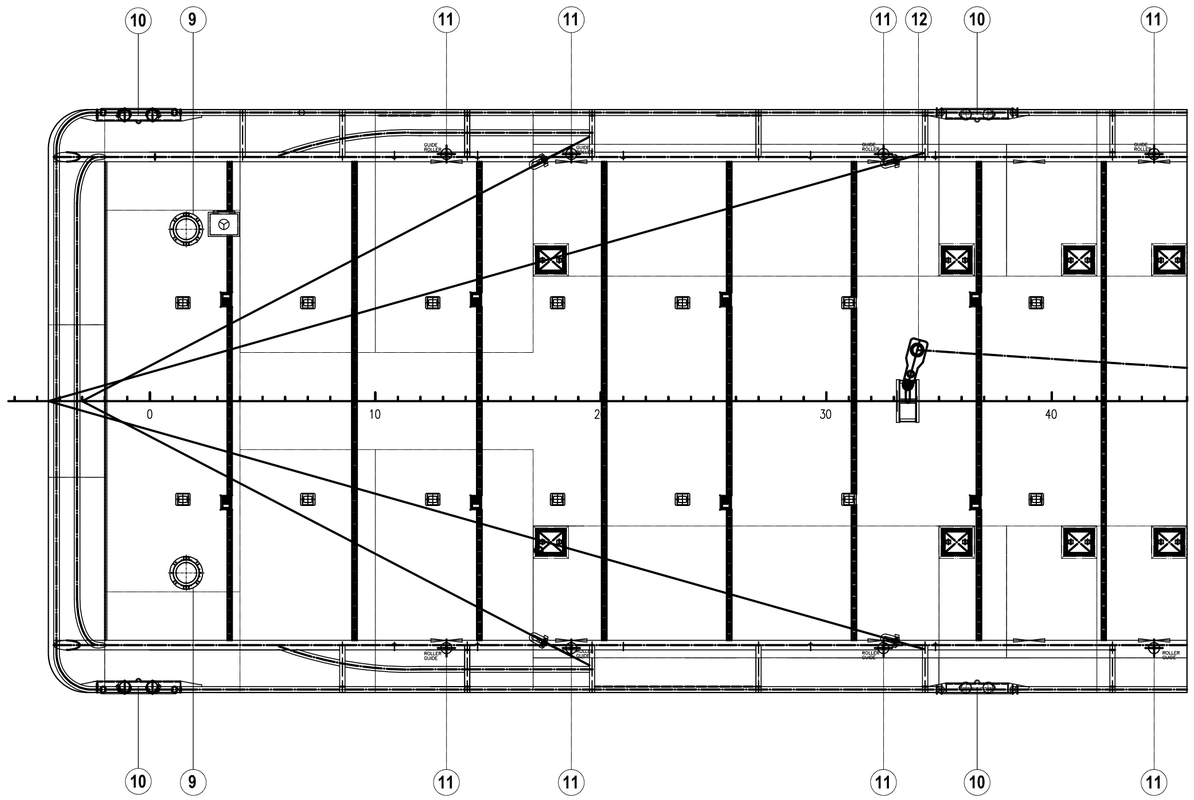
NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A		

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME-PB-200-002	A4

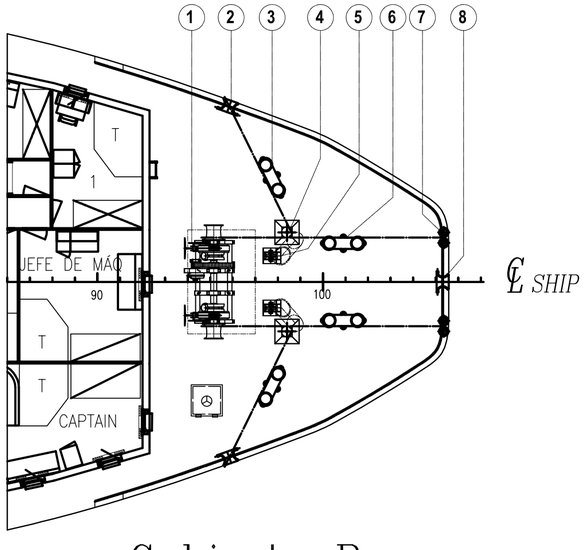
PROYECTO DE BUQUES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	INICIAL		PME	NFI

APÉNDICE 4
CAJA DE CADENAS - CROQUIS



Cubierta Principal



Cubierta B

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M

CADENA - 9 TRAMOS

Elementos	$W_{UNITARIO}$ Peso unitario [Kg] o [Kg/m]	Cadena (9 tramos)	
		Cantidad	Peso [Kg]
Anchor Shackle	94	1	94
Common link	100	11	9900
End link	38	1	38
Enlarged link	34	1	34
Kenter Shackle	38	1	342
Swiwel	130	1	130
W_{TOTAL} (Peso total)			10538

Numeral de equipo	Numeral de equipo calculado	Línea de remolque alambre o cabo		Línea de amarre			
		Longitud [m]	Tensión de ruptura [Kgf]	Número	Longitud de cada una [m]	Tensión de ruptura	
						KN	Kgf
U19	720	190	45000	4	170	172	17500

Numeral de equipo	Numeral de equipo calculado	Cadena sin cepo		Cadena			
		Cantidad	Masa de cada ancla [Kg]	Longitud [m]	Diámetro [mm]		
					Grado 1	Grado 2	Grado 3
U19	720	3	2280	467,5	48	42	36

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AMARRE Y FONDEO - PROA					
REFERENCIA	ELEMENTO	CANTIDAD	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
1	Guinche/Cabrestante	1	Amarre/Fondeo	34 Toneladas de tiro	-
2	Porta espías	2	Amarre	50 Toneladas de carga	400 mm x 250 mm
3	Bita doble	2	Amarre	410 KN de carga	323,9 mm x 16 mm
4	Rolete	2	Guía	196,2 KN de carga	D = 400 mm
5	Estopor	2	Fondeo	-	-
6	Bita de remolque	2	Remolque	540 KN en remolque	323,9 mm x 16 mm
7	Rodillos tipo A	2	Guía	-	-
8	Porta espías	1	Remolque	50 Toneladas de carga	400 mm x 250 mm
ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AMARRE Y FONDEO - POPA					
REFERENCIA	ELEMENTO	CANTIDAD	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
9	Guinche (Capstan)	2	Amarre	250 KN de tiro	-
10	Bita doble	4	Amarre	410 KN de carga	323,9 mm x 16 mm
11	Rolete	8	Guía	196,2 KN de carga	D = 400 mm
12	Guía de remolque	1	Guía	-	

Nota 1: Se utiliza la normativa del canal de Panamá para el sistema de amarre. Es decir, se debe disponer de 6 cabos a proa y 6 cabos popa, listos para ser usados de inmediato.

Nota 2: Las dimensiones y características de los elementos restantes del sistema se encuentran en el informe.

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 01/09/2016			

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	B	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:125	PME-PB-200-003	A2

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	Corr. según NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
● UNIVERSIDAD PRIVADA ●

PROYECTO DE BUQUES

SISTEMA DE AMARRE Y FONDEO
BUQUE "AMANDA"

Parte IV

Sistema de lucha contra incendio

PME-PB-020-001
Revisión 0
VB:

OBJETIVO

Realizar los cálculos para el sistema de lucha contra incendio correspondientes al buque del proyecto. Confeccionar el esquema de tendido de tuberías y accesorios correspondientes al mismo

MÉTODO

Se utilizan las reglas de construcción y clasificación del ABS [1], reglamentaciones del SOLAS [2], el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendio [3] y las Ordenanzas Marítimas de aplicación de la PNA.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

ELEMENTOS DEL SISTEMA

SISTEMA	ELEMENTO	CANTIDAD	CAPACIDAD
LCI	Bombas principales	2	40 $\frac{m^3}{h}$
	Bombas de emergencia	1	32 $\frac{m^3}{h}$
Dispositivos portátiles	Lanza espuma	12	9 ltrs
	Producto químico seco	31	5 trs
	Producto químico húmedo	3	5 ltrs
	Anhídrido carbónico	10	5 ltrs
Tuberías LCI	DIN 100	-	-
	DIN 125	-	-
Tuberías CO_2	DIN 25	-	-
FIFI	Bombas FIFI	2	1600 $\frac{m^3}{h}$
Tuberías FIFI	Succión DIN 350	-	-
	Descarga DIN 250	-	-

Índice

1. Selección de las bombas del sistema y dimensionamiento de los diámetros de las tuberías principales y ramales. **4**
1.1. Bombas de lucha contra incendio . . . 4
1.1.1. Bombas activas del sistema . . . 4
1.1.2. Bomba de emergencia . . . 4
1.2. Cálculo de tuberías . . . 4
1.2.1. Tuberías principales . . . 4
1.2.2. Ramales . . . 5
1.3. Cantidad de hidrantes y longitud de mangueras . . . 6
1.4. Conexión internacional a tierra . . . 6

2. Sistema de extinción por CO_2 **6**
2.1. Cantidad de CO_2requerido . . . 6
2.2. Caudal y diámetros de tuberías . . . 7

3. Extintores portátiles **8**
3.1. Sala de máquinas . . . 8
3.2. Puente de gobierno . . . 8
3.3. Espacios de alojamiento . . . 8
3.4. Pañoles con productos inflamables . . . 8
3.5. Cocina . . . 8

4. Sistema de lucha contra el fuego externa (FIFI) **10**
4.1. Bombas para el sistema de FIFI . . . 10
4.2. Dimensiones de la tubería . . . 10

5. Bibliografía **11**

DESARROLLO

1. Selección de las bombas del sistema y dimensionamiento de los diámetros de las tuberías principales y ramales.

1.1. Bombas de lucha contra incendio

1.1.1. Bombas activas del sistema

A partir de lo dispuesto en las reglas del ABS 4-7-3/1.3, la capacidad de la bomba del sistema de LCI no debe ser menor a 4/3 del caudal de la bomba de achique. Por lo tanto, la capacidad total de la bomba de lucha contra incendios queda definida según la siguiente expresión:

$$Q_{T\,de\,LCI} = \frac{4}{3} * Q_{Achique} = 80\,\frac{m^3}{h} \tag{1}$$

Siendo:

- $Q_{Achique}$: el caudal de la bomba que se selecciona para el sistema de achique en el documento PME-PB-618-001. $Q_{Achique} = 60\,\frac{m^3}{h}$

Este caudal se debe dividir por la cantidad de bombas totales con las que cuenta el sistema. Según la regla 4-7-3/1.5, la cantidad mínima de bombas de incendio independientes debe ser dos, sin tener en cuenta la de emergencia. Por lo tanto, se decide colocar 2 bombas, cada una con un caudal de:

$$Q_{Bomba\,de\,LCI} = \frac{Q_{T\,de\,LCI}}{2} = 40\,\frac{m^3}{h}$$

1.1.2. Bomba de emergencia

En lo que respecta a la bomba de emergencias, la regla del ABS 4-7-3/1.5.3 dispone que la capacidad de la misma debe ser de 0.4 de la capacidad total que se obtiene en la ecuación (1), o mayor a 25 $\frac{m^3}{h}$.

$$Q_{LCI\,Emergencia} = 0{,}4 * Q_{T\,de\,LCI} = 0{,}4 * 80\,\frac{m^3}{h}$$

$$Q_{LCI\,de\,Emergencia} = 32\,\frac{m^3}{h}$$

Nota 1: La ubicación de la bomba de emergencias no debe ser contigua a la sala de máquinas, ni a salas que contengan otras bombas de LCI. Los mamparos del local que contenga a la bomba de emergencia deben contar con protección A60. La entrada de agua de mar de la bomba, la descarga y las válvulas deben estar, dentro de lo posible, fuera de la sala de máquinas.

1.2. Cálculo de tuberías

1.2.1. Tuberías principales

El dimensionamiento del diámetro de la tubería principal se realiza a partir la regla del ABS 4-7-3/1.7, en la cual se estipula que el diámetro del colector de descarga de las bombas debe estar dimensionado para la descarga de dos bombas de incendio o un máximo de 140 $\frac{m^3}{h}$. Se dimensiona la tubería tomando como caudal de diseño $80\frac{m^3}{h}$. El diámetro se obtiene con la siguiente expresión:

$$\phi_{Colector\,principal} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\Pi * V}} \tag{2}$$

$$\phi_{Colector\,principal} = \sqrt{\frac{4 * 80\,\frac{m^3}{h}}{\Pi * 2\,\frac{m}{seg} * 3600}} = 118{,}97\,,mm \quad (2)$$

Siendo:

- Q : El caudal de diseño que se adopta para el cálculo. $Q = 80\,\frac{m^3}{h}$
- V : La velocidad de diseño que se adopta. $V = 2\,\frac{m}{seg}$

La tubería comercial se selecciona del catálogo de Tenaris. La misma es de DN 125 SCH 40.

1.2.2. Ramales

Para el dimensionamiento de estos, se adopta el caudal de una sola bomba del sistema. Es decir, $Q_{Bomba\ de\ LCI} = 40\,\frac{m^3}{h}$

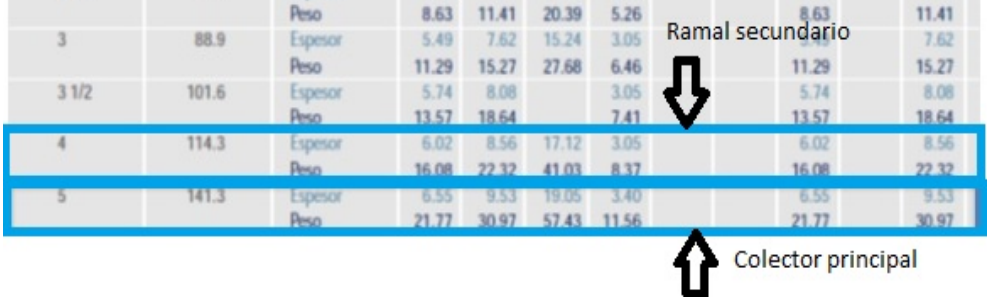
Al igual que con las tuberías principales, se utiliza la ecuación (2)

$$\phi_{Ramal} = \sqrt{\frac{4 * Q_{Bomba\ de\ LCI}}{\Pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 40\,\frac{m^3}{h}}{\Pi * 2\,\frac{m}{seg} * 3600}} = 84{,}104\,mm$$

La tubería comercial se selecciona del catálogo de Tenaris. La misma es de DN 100 SCH 40.

En la tabla que esta a continuación se muestran las tuberías comerciales selecciondas. La misma es proporcionada por el fabricante Tenaris.

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		SCHEDULES								
pulg.	mm		STD	XS	XXS	10	20	30	40	60	80
1/8	10.3	Espesor	1.73	2.41					1.73		2.41
		Peso	0.37	0.47					0.37		0.47
1/4	13.7	Espesor	2.24	3.03					2.24		3.03
		Peso	0.63	0.80					0.63		0.80
3/8	17.1	Espesor	2.31	3.20					2.31		3.20
		Peso	0.84	1.10					0.84		1.10
1/2	21.3	Espesor	2.77	3.73	7.47				2.77		3.73
		Peso	1.27	1.62	2.55				1.27		1.62
3/4	26.7	Espesor	2.87	3.91	7.82				2.87		3.91
		Peso	1.69	2.20	3.64				1.69		2.20
1	33.4	Espesor	3.38	4.55	9.09	2.77			3.38		4.55
		Peso	2.50	3.24	5.45	2.09			2.50		3.24
1 1/4	42.2	Espesor	3.56	4.85	9.70	2.77			3.56		4.85
		Peso	3.39	4.47	7.77	2.69			3.39		4.47
1 1/2	48.3	Espesor	3.68	5.08	10.16	2.77			3.68		5.08
		Peso	4.05	5.41	9.56	3.11			4.05		5.41
2	60.3	Espesor	3.91	5.54	11.07	2.77			3.91		5.54
		Peso	5.44	7.48	13.44	3.93			5.44		7.48
2 1/2	73.0	Espesor	5.16	7.01	14.02	3.05			5.16		7.01
		Peso	8.63	11.41	20.39	5.26			8.63		11.41
3	88.9	Espesor	5.49	7.62	15.24	3.05			5.49		7.62
		Peso	11.29	15.27	27.68	6.46			11.29		15.27
3 1/2	101.6	Espesor	5.74	8.08		3.05			5.74		8.08
		Peso	13.57	18.64		7.41			13.57		18.64
4	114.3	Espesor	6.02	8.56	17.12	3.05			6.02		8.56
		Peso	16.08	22.32	41.03	8.37			16.08		22.32
5	141.3	Espesor	6.55	9.53	19.05	3.40			6.55		9.53
		Peso	21.77	30.97	57.43	11.56			21.77		30.97



Nota 2: La presión mínima que debe llegar a los hidrantes se estipula en la regla del ABS 4-7-3/1.7.2; la misma debe ser de 0,25 $\frac{N}{mm^2}$ (37 psi).

1.3. Cantidad de hidrantes y longitud de mangueras

El número y posición de hidrantes se debe realizar de manera tal que, a un foco de incendio se pueda llegar con dos chorros de agua que no provengan del mismo hidrante, según ABS regla 4-7-3/1.9. Tienen que ser de fácil alcance para la tripulación y para los pasajeros. Para el sistema cuestión se dispone de X hidrantes.

Las mangueras deben estar aprobadas y ser de un material no perecedero. La longitud mínima debe ser de 10 m (33 ft) pero no puede estar por encima de los 15 m (50 ft) en sala de máquinas, ni por encima de los 20 m (66 ft) en otros espacios o cubiertas.

Cada hidrante es provisto con su acople y una lanza estándar del tipo doble efecto (chorro-niebla, 19 mm para sala de máquinas y 12 mm para el resto de las zonas). Si bien para buques de carga se necesita una manguera por cada 30 m de eslora, en este buque se dispone de una manguera por cada hidrante.

1.4. Conexión internacional a tierra

Según SOLAS II-2-Regla 10 – 2.1.7; Código SSCI Capítulo 2; ABS 4-7-3/1.19, se dispone de una conexión a tierra de fácil acceso, en cada banda, con las dimensiones que se dan en la siguiente Tabla:

TABLE 1
Dimensions of International Shore Connection

	SI & MKS units	*US units*
Outside diameter	178 mm	7 in.
Inside diameter	64 mm	2.5 in.
Bolt circle diameter	132 mm	5.2 in.
Slots in flange	4 holes 19 mm (0.75 in.) in diameters spaced equidistantly on a bolt circle of the above diameter slotted to the flange periphery.	
Flange thickness	14.5 mm minimum	0.57 in. minimum
Bolts and nuts	4 each of 16 mm diameter, 50 mm in length	4 each of 0.63 in diameter, 1.97 in. in length

2. Sistema de extinción por CO_2

Se calcula el sistema de extinción por medio de CO_2 para la sala de máquinas del buque en cuestión. Para el accionamiento del sistema se posee dos dispositivos de control, según la regla del ABS 4-7-3/3.3.5. Uno que abre las válvulas que conectan al local y el otro para disparar el gas desde los botellones.

2.1. Cantidad de CO_2requerido

A partir de la regla del ABS 4-7-3/3.3.2, el volumen de CO_2 debe de ser mayor al 40 % del volumen bruto de la sala de máquinas sin considerar el volumen el guardacalor. Del plano de arreglo general se mide el volumen de la sala de máquinas. Siendo esta:

$$V_{SM} = 316{,}824\,m^3 \approx 320\,m^3$$

Por lo tanto el volumen de CO_2queda determinado por:

$$V_{CO_2} = 0{,}4 * 320\,m^3 = 128\,m^3$$

La concentración en volumen del gas debe ser de $0{,}56\,\frac{m^3}{kg}$. Por lo tanto:

$$P_{CO_2} = \frac{128\,m^3}{0{,}56\,\frac{m^3}{kg}} = 228{,}6\,kg$$

Como la unidad comercial de CO_2 es de 45 kg o 100 kg, se dispone para el sistema 6 botellones de 45 kg.

2.2. Caudal y diámetros de tuberías

En la regla del ABS 4-7-3/3.3.4, queda determinado que el ratio de descarga debe ser tal que el sistema pueda descargar el 85 % del total de CO_2en un tiempo menor a los 2 minutos. Por lo tanto, el caudal se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{CO_2} = \frac{0{,}85 * P_{CO_2}}{t} = \frac{0{,}85 * 270\,Kg}{2\,min} = 114{,}75\,\frac{Kg}{min}$$

Con éste caudal se accede a la siguiente tabla, en donde se indica el diámetro de tubería requerido y la distancia entre soportes para la misma

DIAMETRO NOMINAL	DESCARGA Kg/Min
3/8"	Hasta 30
1/2"	31-60
3/4"	60-90
1"	90-150
1 1/4"	150-270
1 1/2"	270-360
2"	360-600

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE SOPORTES
3/8"	1,7 m.
1/2"	1,8 m.
3/4"	1,9 m.
1"	2 m.
1 1/4"	2,2 m.
1 1/2"	2,3 m.

Por lo tanto se selecciona una tubería de DN 25 SCH 160 y los espesores quedan determinados por la siguiente tabla dada por el ABS en 4-7-3/Tabla 2.

TABLE 2
Minimum Steel Pipe Wall Thickness for CO_2 Medium Distribution Piping *(2007)*

Nominal size, mm	*OD mm*	*A mm*	*B mm*
15	21.3	2.8	2.6
20	26.9	2.8	2.6
25	33.7	4.0	3.2
32	42.4	4.0	3.2
40	48.3	4.0	3.2
50	60.3	4.5	3.6
65	76.1	5.0	3.6
80	88.9	5.5	4.0
90	101.6	6.3	4.0
100	114.3	7.1	4.5
125	139.7	8.0	5.0
150	168.3	8.8	5.6

Nominal size, in.	*OD in.*	*A in.*	*B in.*
1/2	0.840	0.110	0.102
3/4	1.050	0.110	0.102
1	1.315	0.157	0.126
1 1/4	1.660	0.157	0.126
1 1/2	1.9	0.157	0.126
2	2.375	0.177	0.142
2 1/2	2.875	0.197	0.142
3	3.5	0.220	0.157
3 1/2	4.0	0.248	0.157
4	4.5	0.28	0.177
5	5.563	0.315	0.197
6	6.625	0.346	0.22

Notes:

1 The above minimum thicknesses are derived from those thicknesses available in ISO 4200 Series 1 (OD), JIS (N.P.S.), or ASTM (N.P.S.). Diameter and thickness according to other recognized standards will be accepted.

For CO_2 fire extinguishing systems, the wall thickness of steel piping is to be suitable for the pressure and not less than the thickness identified in 4-7-3/Table 2. Column A is for piping from storage containers to distribution station, and column B is for piping from distribution station to nozzles. For other fixed gas fire extinguishing systems, calculations showing compliance with 4-6-2/5 is to be submitted for approval.

Disparos de CO_2 Para la descarga del CO_2 se disponen de 2 dispositivos de control. Uno de ellos se utiliza para abrir la válvula de paso hacia el local proteger y el otro, para la descarga del gas desde los botellones. Esto se índica en la regla del ABS 4-7-3/3.3.5

3. Extintores portátiles

A partir de las OM 02-2002 y 03-2005, se realiza la distribución y se determina la cantidad y capacidad de extinguidores portátiles en:

- Sala de máquinas
- Cubiertas de habilitación e inferiores
- Puente de gobierno

3.1. Sala de máquinas

La cantidad de extintores en la sala de máquinas queda determinada según de la OM 03-2005 parte C 4.4 "Extintores Portátiles en Espacios Categoría A para Máquinas"

- Zona de motores a combustión interna: cielo de doble fondo y plataforma a 5000 mm. Se coloca un total de 5 extintores de espuma de 9 Ltr.
- Sala de máquinas: 3 extintores de producto químico, polvo seco clase C de 5 kg: 2 (dos) en cielo de doble fondo y el restante en la plataforma a 5000 mm sobre la LC. Además se colocan 5 extintores portátiles de CO_2 de kg, 3 en cielo de doble fondo y los otros 2 en la plataforma a 5000 mm.
- Zona de carga: Se colocan 8 (ocho) extintores de producto químico, polvo seco clase C de 5 kg: 4 en cielo de doble fondo, a popa de la sala de máquinas y 4 en la plataforma a 5000 mm, 2 de ellos en el cuarto del servo motor.

3.2. Puente de gobierno

La cantidad mínima de extintores en el puente de gobierno queda determinada según la OM 03-2005 Parte C4.3.2.5. Siendo este mínimo de un (1) extintor de dióxido de carbono (CII) o equivalente. Para este sistema se disponen dos (2), uno a babor y otro a estribor.

3.3. Espacios de alojamiento

La cantidad mínima de extintores queda determinada según la OM-03-2005 Parte C 4.3.1.1.1. Siendo este mínimo de un (1) extintor de espuma o equivalente (B-II) en cada cubierta. Al igual que en el puente de gobierno se colocan dos (2), uno por banda.

3.4. Pañoles con productos inflamables

La cantidad mínima de extintores en espacios de alojamientos queda determinada según la OM-03-2005 Parte C 4.3.2.2. Siendo este mínimo de un (1) extintor de espuma o polvo seco o dióxido de carbono, acorde al tipo de producto almacenado. Para este sistema se coloca un extintor por cada espacio que cuente con productos inflamables. Se dispone de un 1 (un) extintor en los siguientes locales: pañol de proa, almacén químico, local de pinturas, taller y pañol en cubierta principal.

3.5. Cocina

Según la OM-03-2005 Parte C 4.3.2.1 la cantidad mínima de extintores portátiles en espacio de alojamientos es de un (1) extintor de polvo seco o espuma (BII) según el tipo de combustible de los artefactos. Por lo que en esta zona se posee extintor clase F o K. Además se disponen medios de extinción por gas (CO_2) en las campanas de extracción y sus conductos. Se dispone un dispositivo de disparo (N2) y boquillas en el contorno interno de la campana y en el conducto. En el conducto de ventilación de cocinas se instala una válvula mariposa contra incendios automática, próxima a la unidad de ventilación. En la siguiente tabla se representa la capacidad y la equivalencia de los extintores portátiles dependiendo del tipo.

4.2. **La equivalencia del potencial extintor, en general, estará acorde con la siguiente tabla:**

Tamaño	Agua (litros)	Espuma (litros)	CO_2(kg)	Polvo Seco (kg)
A-II	10	10	-	-
B-I	-	5	1,8 / 2	1
B-II	-	10	5 / 7	3 / 5
B-III	-	45	15	9
B-IV	-	75	20,5	13,5
B-V	-	150	45	22,5
C-I	-	-	1,8 / 2	1
C-II	-	-	5 / 7	3 / 5

Nota: Tipo "A" es el que contiene agua o espuma química como agente extintor.

Tipo "B" es el que contiene espuma química, polvo seco o CO_2.

Tipo "C" es el que contiene polvo seco o CO_2 como agente extintor.

En la siguiente tabla se expresa la relación entre el agente extintor y el riesgo principal del espacio a proteger, en función del material, fluido o equipo que puede entrar en combustión según la OM-03-2005 Parte C 4. 1.1.

Agente extintor	Recomendado para uso en incendios de:
Agua o Agua con aditivos	Madera, papel, tejidos y materiales análogos
Espuma	Madera, papel, tejidos y líquidos inflamables
Polvo seco / producto químico seco (normales o general/ clase B, C)	Líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables.
Polvo seco / producto químico (fines múltiples/ clase A, B, C)	Madera, papel, tejidos, líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables.
Polvo seco / producto químico seco (para metales)	Metales combustibles
Anhídrido carbónico	Líquidos inflamables y equipo eléctrico
Producto químico húmedo para clase F	Grasas para cocinar

En la *Tabla 1* se resume la disposición y cantidad de todos los extintores portátiles que hay en el buque.

TIPO DE EXTINTOR	CANTIDAD
Anhídrido carbónico	10
Producto químico seco (clases A, B, C)	31
Producto químico húmedo (clase F o K)	3
De espuma	12

Tabla 1: Cantidad de equipos extintores portátiles que hay en el buque según tipo.

En la *Tabla 2* se resumen las tuberías que conforman al sistema

SISTEMA	ϕ[mm]	SCH
LCI	125	40
	100	40
CO_2	65	160

Tabla 2: Resumen de tuberías del sistema LCI

4. Sistema de lucha contra el fuego externa (FIFI)

Se opta por colocar dos monitores, uno por banda, para el sistema de FIFI. Los mismos van a estar ubicados en la «plataforma radar (22900 mm sobre la LC)», la misma fue definida en el documento PME-PB-011-000.

4.1. Bombas para el sistema de FIFI

Basandose en buques similares, se decide optar por dos bombas de 853 KW cada una. Las mismas son capaces de mover un caudal de 1600 $\frac{m^3}{h}$ y van a estar accionadas por los motores principales a través de un take off.

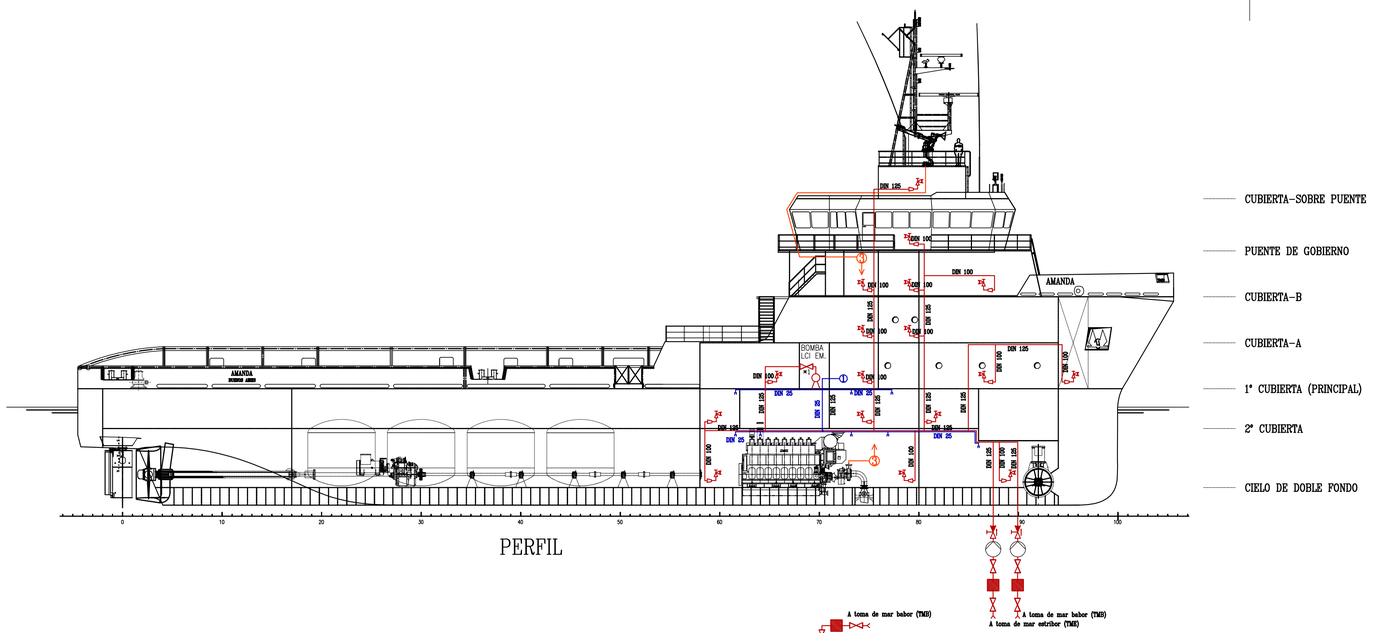
4.2. Dimensiones de la tubería

Las mismas son provistas por la documentación técnica de las bombas del sistema de FIFI.

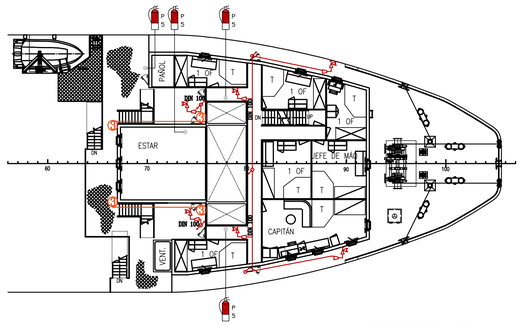
Diámetro en la succión	DN350
Diámetro en la descarga	DN250

5. Bibliografía

- ABS, Rules for building and classing, Part 3 Hull construction and equipment, march 2014.
- FIORENTINO, N. (2014). "LCI Seguridad contra incendio UIII". Apuntes de Alistamiento Naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- Prefectura Naval argentina, Ordenanza Marítima, Medidas de seguridad contra incendios y sistemas generales de extinción de incendios, 2005.
- Prefectura Naval argentina, Ordenanza Marítima, Normas de protección pasiva contra incendios a bordo de buques y artefactos navales, 2002

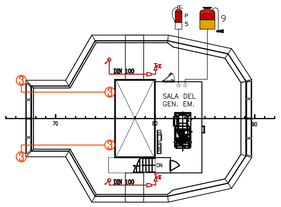


PERFIL

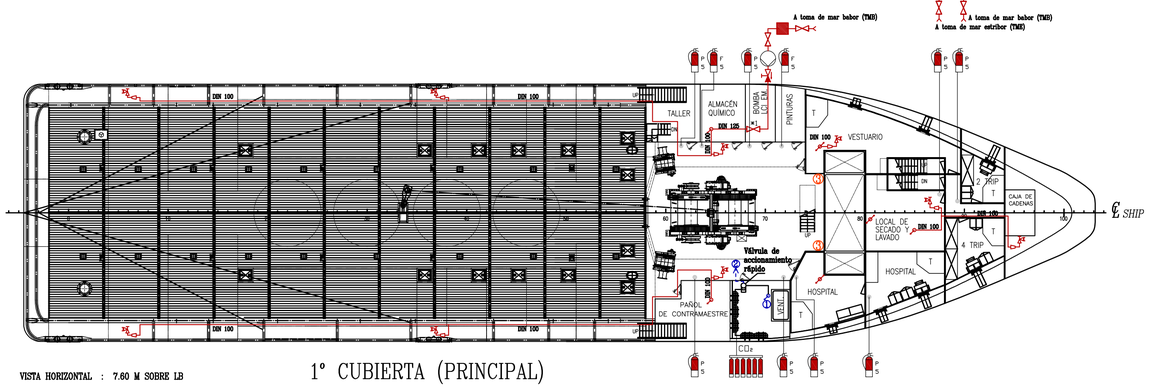


VISTA HORIZONTAL : 13.60 M SOBRE LB

CUBIERTA-B

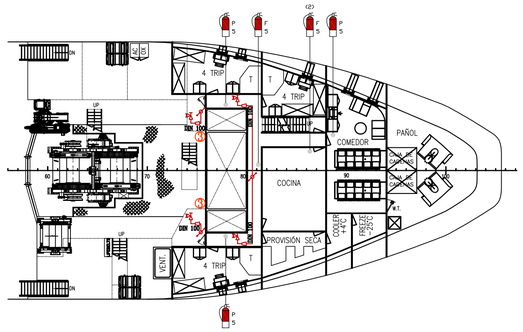


CUBIERTA-SOBRE PUENTE



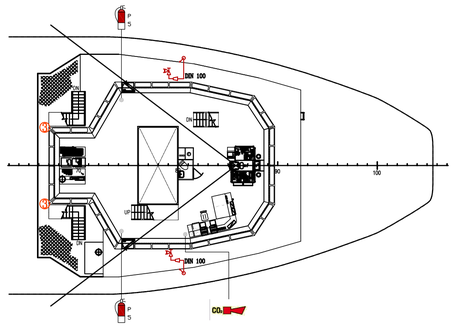
VISTA HORIZONTAL : 7.60 M SOBRE LB

1° CUBIERTA (PRINCIPAL)



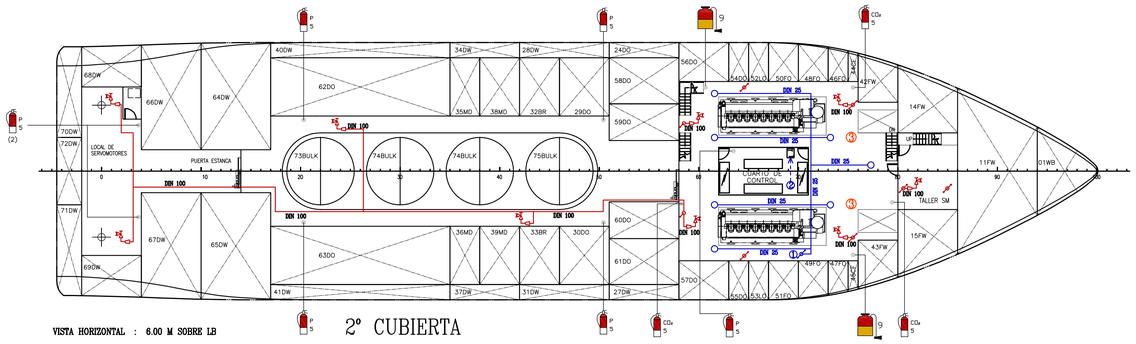
VISTA HORIZONTAL : 10.60 M SOBRE LB

CUBIERTA-A



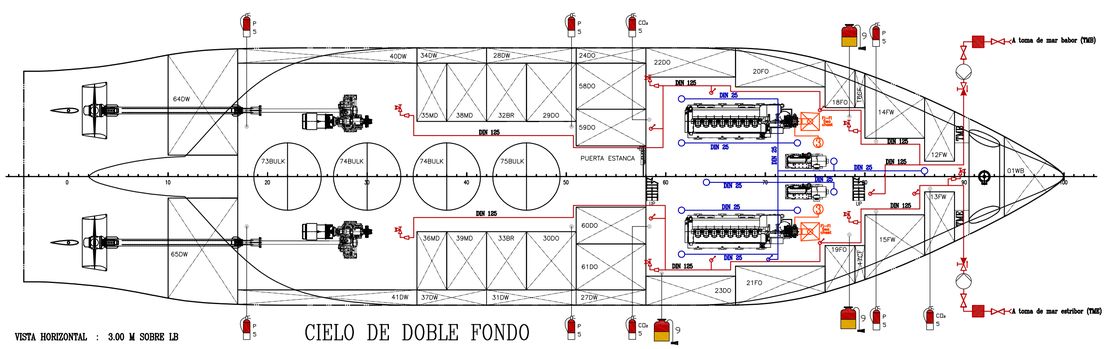
VISTA HORIZONTAL : 16.60 M SOBRE LB

PUENTE DE GOBIERNO



VISTA HORIZONTAL : 6.00 M SOBRE LB

2° CUBIERTA



VISTA HORIZONTAL : 3.00 M SOBRE LB

CIELO DE DOBLE FONDO

CAPACIDAD DE BOMBAS

- El caudal no debe ser inferior a 4/3 del caudal de la bomba del sistema de achique.

  Q de LCI = 80 m3/h

- El sistema cuenta con dos bombas:

  Q Bomba de LCI = 40 m3/h

- La bomba de emergencia debe ser capaz de mover un caudal igual al 0.4 del caudal total del sistema

  Q Bomba de emergencia = 32 m3/h

- Colector – Ramales principales

  ø Ppal = 149 mm

- Colector – Ramales secundarios

  ø Ramal = 84.1 mm

PIPING DATA

Sistema	Diámetro de la tubería Nominal [mm]	Nominal [inches]	Externo [mm]	Espesor del tubo [mm]	SCH
LCI	ø 100	ø 4	114.3	6.02	40
	ø 125	ø 5	141.3	6.55	40
CO2	ø 25	ø 1	33.4	3.38	160

* NOTA: La válvula referenciada con *1 solo se abre en caso de emergencia Es decir, cuando las bombas principales del sistema no puedan operar. Mientras el buque se encuentre operando en condiciones normales, la bomba de emergencias para el sist. de LCI, no funciona.

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS

REFERENCIAS

	Válvula globo		Válvula con conexión a manguera
	Válvula de retención y cierre		Tubería que sube y baja
	Válvula mariposa		Tubería que sube
	Filtro		Tubería que baja
	Reductor		Bomba de incendio y baldeo
CO2	Anhídrido Carbónico		Unidad Lanza espuma
P	Producto químico seco (clases A,B,C)		Estación de disparo de CO2
F	Producto químico húmedo (clase F)	CO2	Local de batería de CO2
1	Conducto de bajada del sistema de CO2, desde cuarto de CO2 a SSMM		
2	Conducto hacía estación de disparo de CO2 en cuarto de control de SSMM		
3	Montante hacía monitores de FIFI		Bocina de disparo de CO2

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Medina Pablo		
FECHA 10/11/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0		

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:200	PME-PB-020-002	A1

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
0	CORR. SEGÚN COMM NFI		PME	NFI
B	CORR. SEGÚN COMM NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI

MODIFICACIONES

ITBA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

SISTEMA DE BALDEO Y LUCHA CONTRA INCENDIO
BUQUE "AMANDA"

Parte X

Sistema de achique

Documento: PME-PB-618-001

Revisión A
VB:

OBJETIVO:

Realizar los cálculos para el sistema de achique de sentina correspondientes al buque del proyecto. También, confeccionar un esquema del tendido de tuberías para el servicio en cuestión.

MÉTODO:

Se utilizan las reglas de construcción y clasificación del ABS [1] para el cálculo y dimensionamiento de cada elemento correspondiente al servicio. Para obtener el valor de las pérdidas asociadas al sistema se utiliza el diagrama de Moody [2]. Todos los cálculos correspondientes, se realizan con la ayuda del programa MATLAB [3].

DATOS GENERALES DEL BUQUE

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

ELEMENTOS DEL SISTEMA:

En las siguientes 5 tablas, se muestran las dimensiones de cada elemento del sistema.

Nota: Todas las fórmulas y catálogos se adjuntan en Apéndice 1. Como así también se adjunta en el Apéndice 2, el esquema de tuberías del servicio.

TABLA 1		ABS [mm]
TUBERÍAS	Colector	ϕ = 91,91
	Ramales	ϕ = 74,24
CAUDAL POR ABS [m³/h]		56,6
Comercial (Tenaris)		
ϕ [in]	ϕ [mm]	t SCH 40 [mm]
4	114,3	6,02
3	88,9	5,49
CAUDAL DE DISEÑO [m³/h]		59,13

TABLA 2 - Sistema		
ANPA [m]	6,14	
Pérdidas [m]	Colector	Ramal
	2,81	2,67
Altura manométrica [m]	12,48	

TABLA 3 - Bomba	
DEYUAN - 80CWZ-14	
ANPA [m]	3,8
H [m]	21
Q [m³/h]	60
ϕ_{ROTOR} [mm]	80

TABLA 4 - Eyector	
SCHUTTLE - KOERTING Water Jet Eductor	
ϕ [in]	3
Q [m³/h]	59,45

TABLA 5 - Oily water separator	
TAIKO - USH-10	
Q [m³/h]	1
Presión de trabajo máx [Mpa]	0,2

Índice

1. Diámetro mínimo del colector principal 4
2. Selección de tuberías comerciales 4
3. Verificación del espesor, respecto de los requerimientos de la sociedad de clasificación 5
4. Cálculo del caudal mínimo requerido por la sociedad de clasificación 5
5. Cálculo del caudal necesario, en función del diámetro requerido y la velocidad de flujo establecida para el diseño 5
6. Pérdidas de carga en la tubería y altura manométrica requerida 6
7. Dimensionamiento de la bomba para cumplir con los requerimientos de H y Q 7
8. Verificación del ANPA disponible de la bomba seleccionada con el ANPA requerido según la instalación definida 8
9. Dimensionamiento del sistema de achique de caja de cadenas a través de un eyector que cumpla con los requerimientos de cálculo 9
10. Achique de compartimientos sobre sala de máquinas 9
11. Dimensionamiento del separador de agua y aceite necesario para instalación de acuerdo a los requerimientos de la sociedad de clasificación 9
12. Dimensionamiento del tanque de lodos y tanque de aguas oleosas 11
13. Confección de un esquema de tendido de tuberías para el servicio de achique, según los requerimientos de la sociedad de clasificación 11
14. Bibliografía 12
15. Apéndice 13

DESARROLLO

1. Diámetro mínimo del colector principal

- Línea principal:

Colector principal de aspiración y línea de aspiración directa de la bomba:

$$d_{Ppal} = 25 + 1{,}68 * [L * (B + D)]^{\frac{1}{2}}$$

$$d_{Ppal} = 91{,}905\, mm$$

$$d_{min} = 63\, mm$$

- Ramal de aspiración:

$$d_{Aspiración} = 25 + 2{,}16 * [c * (B + D)]^{\frac{1}{2}}$$

$$d_{Aspiración} = 74{,}24\, mm$$

50 mm $<$ d $<$ 100 mm

Siendo:

- L : eslora de escantillonado, 65 m
- B: manga, 16.8 m
- c: longitud del compartimento, 21.3 m
- D: puntal moldeado a la cubierta de mamparos o de francobordo, 7.6 m

2. Selección de tuberías comerciales

Se seleccionan del catálogo comercial de Tenaris, las siguientes tuberías:

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		SCHEDULES								
pulg.	mm		STD	XS	XXS	10	20	30	40	60	80
1/8	10.3	Espesor	1.73	2.41					1.73		2.41
		Peso	0.37	0.47					0.37		0.47
1/4	13.7	Espesor	2.24	3.03					2.24		3.03
		Peso	0.63	0.80					0.63		0.80
3/8	17.1	Espesor	2.31	3.20					2.31		3.20
		Peso	0.84	1.10					0.84		1.10
1/2	21.3	Espesor	2.77	3.73	7.47				2.77		3.73
		Peso	1.27	1.62	2.55				1.27		1.62
3/4	26.7	Espesor	2.87	3.91	7.82				2.87		3.91
		Peso	1.69	2.20	3.64				1.69		2.20
1	33.4	Espesor	3.38	4.55	9.09	2.77			3.38		4.55
		Peso	2.50	3.24	5.45	2.09			2.50		3.24
1 1/4	42.2	Espesor	3.56	4.85	9.70	2.77			3.56		4.85
		Peso	3.39	4.47	7.77	2.69			3.39		4.47
1 1/2	48.3	Espesor	3.68	5.08	10.16	2.77			3.68		5.08
		Peso	4.05	5.41	9.56	3.11			4.05		5.41
2	60.3	Espesor	3.91	5.54	11.07	2.77			5.54		
		Peso	5.44	7.48	13.44	3.93			5.44		7.48
2 1/2	73.0	Espesor	5.16	7.01	14.02	3.05			5.16		7.01
		Peso	8.63	11.41	20.39	5.26			8.63		11.41
3	88.9	Espesor	5.49	7.62	15.24	3.05			5.49		7.62
		Peso	11.29	15.27	27.68	6.46			11.29		15.27
3 1/2	101.6	Espesor	5.74	8.08		3.05			5.74		8.08
		Peso	13.57	18.64		7.41			13.57		18.64
4	114.3	Espesor	6.02	8.56	17.12	3.05			6.02		8.56
		Peso	16.08	22.32	41.03	8.37			16.08		22.32

Ramal de aspiración

Colector principal

3. Verificación del espesor, respecto de los requerimientos de la sociedad de clasificación

Se realiza la verificación del espesor de las tuberías seleccionadas, según los requerimientos del ABS dado por la siguiente tabla:

Nom. Size mm	Outside Dia. mm	Wall Thickness, mm				
		A	B	C	D	E
6	10.2	1.6				
8	13.5	1.8				
10	17.2	1.8				
15	21.3	2.0	2.8			
20	26.9	2.0	2.8			
25	33.7	2.0	3.2	4.2	6.3	6.3
32	42.4	2.3	3.5	4.2	6.3	6.3
40	48.3	2.3	3.5	4.2	6.3	6.3
50	60.3	2.3	3.8	4.2	6.3	6.3
65	76.1	2.6	4.2	4.2	6.3	7.0
80	88.9	2.9	4.2	4.2	7.1	7.6
90	101.6	2.9	4.5	4.5	7.1	8.1
100	114.3	3.2	4.5	4.5	8.0	8.6
125	139.7	3.6	4.5	4.5	8.0	9.5

4. Cálculo del caudal mínimo requerido por la sociedad de clasificación

Se dispondrán 2 (dos) bombas de achique, cada una será capaz de suministrar un caudal de agua a una velocidad de 2 $\frac{m}{seg}$. La capacidad mínima del caudal requerido, se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{ABS} = 5{,}66 * \frac{d^2}{10^3} = 56{,}6\ \frac{m^3}{h}$$

Siendo d, el diámetro principal en mm, según SC.

La aspiración de emergencia, que se realiza en la sala de máquinas, es efectuada por la bomba de mayor tamaño, y no se corresponde con ninguna de las dos anteriormente nombradas. La válvula para su uso se encuentra precintada y solo se puede utilizar en caso de emergencia.

5. Cálculo del caudal necesario, en función del diámetro requerido y la velocidad de flujo establecida para el diseño

Considerando una velocidad de 2 $\frac{m}{seg}$ y el área del ramal principal del tubo seleccionado, se calcula el caudal mediante la siguiente expresión:

$$Q_{DISEÑO} = v * \pi * \frac{D_{INT}^2}{4} = 59{,}13\ \frac{m^3}{h}$$

Siendo:

- v: velocidad de flujo, 2 $\frac{m}{seg}$
- D_{EXT}: diámetro externo de la tubería
- D_{INT}: diámetro interno de la tubería

$D_{INT} = 114{,}3 - (2 * 6{,}02) = 102{,}26\,mm$

6. Pérdidas de carga en la tubería y altura manométrica requerida

Las pérdidas se calculan para el pocete más alejado de la bomba de achique, y el diámetro de la tubería que posee asociado. Se divide el cálculo en ramal de aspiración y ramal de descarga. El cálculo se efectúa a través de la ecuación de Bernoulli con pérdidas:

$$h_b + \frac{V_1}{2*g} + \frac{p_1}{\rho*g} = h_{pérdidas} + \frac{V_2}{2*g} + \frac{p_2}{\rho*g}$$

Pérdidas en el ramal más alejado

$$h_{pérdidas} = \left(f * \frac{L_R}{D_R} + \sum K\right) * \frac{V^2}{2*g} = 2{,}67\,m$$

Siendo:

- $h_{pérdidas}$: pérdidas en el ramal más alejado
- f : 0.025, del diagrama de Moddy
- L_R: 9 m, longitud del ramal
- D_R: 0.0779 m, diámetro interno del ramal
- $\sum K = 4K_{CODOS} + K_{VALVULA} + K_{FILTRO} = 10{,}2$

Sumatoria de todas las pérdidas localizadas hasta la línea principal

- $K_{CODOS} = 0{,}8$
- $K_{VALVULA} = 6$ tipo globo, retención y cierre
- $K_{FILTRO} = 1$
- v = 2 $\frac{m}{seg}$
- g = 9.81$\frac{m}{seg^2}$

Pérdidas en la línea principal

$$h_{Ppal} = \left(f * \frac{L_{Ppal}}{D_{Ppal}} + \sum K\right) * \frac{V^2}{2*g} = 2{,}81\,m$$

Siendo:

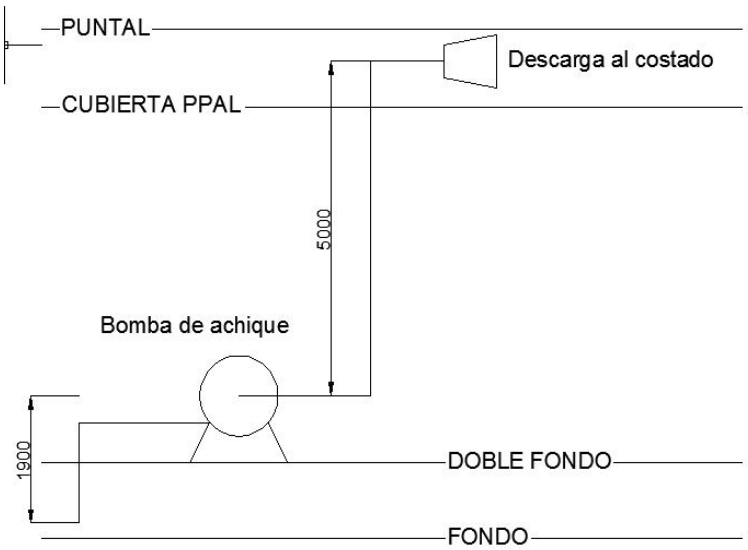
- h_{Ppal}: pérdidas en la línea principal
- f = 0.02, del diagrama de Moddy
- L_{Ppal}: 32.5 m, longitud de la línea
- D_R: 0.128 m, diámetro interno de la línea
- $\sum K = 2K_{CODOS} + K_{VALVULA\,aspiración} + K_{FILTRO} + K_{VALV,Globo} = 8{,}7$

Sumatoria de todas las pérdidas en la línea principal

- $K_{CODOS} = 0{,}8$
- $K_{VALVULA} = 6$ tipo globo, retención y cierre
- $K_{VALV,\,Aspiración} = 0{,}1$ tipo esclusa, cierre
- $K_{FILTRO} = 1$
- v = 2 $\frac{m}{seg}$

Por lo que la altura requerida debido a pérdidas por fricción es de 5.48 m.

Se adopta una altura estática desde la bomba hasta la descarga, de 7 m. A continuación se dibuja un perfil esquemático de la sala de máquinas, indicando la ubicación de la bomba y la descarga.



La altura manométrica requerida por la bomba se obtiene de la suma de la altura de pérdidas y la altura estática. Siendo esta de **12.48 m**.

7. Dimensionamiento de la bomba para cumplir con los requerimientos de H y Q

La potencia de la bomba se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = h_{man} * \rho * g * Q = 2061{,}2\,W$$

Siendo:

- Q = 59.13 $\frac{m^3}{h}$. El mayor de los que se calcularon en el punto 4 y 5
- $\rho = 1025\ \frac{kg}{m^3}$
- g = 9.81 $\frac{m}{seg^2}$
- $h_{man} = 12{,}48\,m$, la altura de la bomba calculada en el punto anterior.

Por lo tanto, la potencia adoptada de la bomba es de:

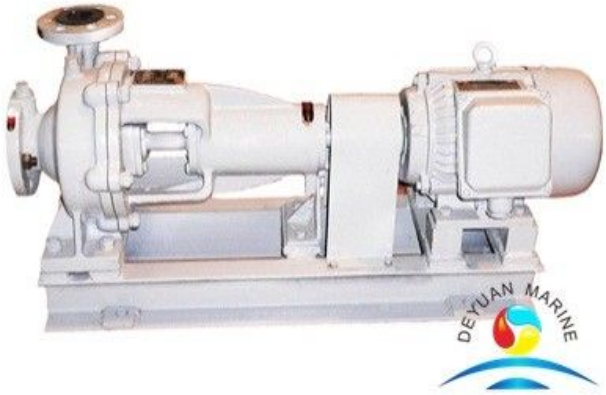
$$P = 2065\,W$$

Vale aclarar que esta potencia calculada, es la potencia en el eje de la bomba.

Se seleccionan dos bombas del tipo centrífugo (horizontal) del fabricante Deyuan. En la siguiente tabla se indican las características del equipo seleccionado.

Type	Main technical parameter (50HZ , 3phase ,380V)					Motor power KW
	Capacity m3 / h	Head m	Speed R / min	NPSHR m	Shaft power kw	
80CWZ-14	30	23.8	2900	4.4	5.12	7.5
	60	21		3.8		
	72	19		4.2		
80CWZ-11	30	34	2950	4.5	7.54	11
	60	30		4.9		
	72	27.5		5.6		

A continuación se adjunta una imagén de la misma.



8. Verificación del ANPA disponible de la bomba seleccionada con el ANPA requerido según la instalación definida

El ANPA disponible se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$ANPA_{DISPONIBLE} = \frac{p_0}{\gamma} - H_a - H_{ra} - \frac{p_s}{\gamma} = 6{,}14\,m$$

Siendo

- p_0: presión atmosférica, 101000 Pa
- γ : 1025*9.81
- H_a : altura a la entrada de la bomba = 0.5 m
- H_{ra} : es la pérdida en el ramal de aspiración más alejado, 2.67 m
- p_s : presión de vapor del fluido, 7375 Pa

El ANPA de la bomba es de 3.8 m.
Se verifica entonces que el $ANPA_{DISPONIBLE} > ANPA_{BOMBA}$.

9. Dimensionamiento del sistema de achique de caja de cadenas a través de un eyector que cumpla con los requerimientos de cálculo

El volumen de cada caja de cadenas es de 29.7 m^3, tal como se calcula en el documento PME-PB-200-002. Se dimensiona el eyector para vaciar el total del volumen en menos de una hora. El eyector no solo se utiliza para las cajas de cadenas, sino que también se utiliza para achicar la sala del bow thruster. En la tabla que se adjunta a continuación se encuentra el catálogo del eyector seleccionado. Para el mismo se considera como el volumen crítico el de la caja de cadenas, una velocidad de 2 $\frac{m}{seg}$ y un diámetro de 4"; lo que genera un caudal de succión de 59.45$\frac{m^3}{h}$. El cual permite achicar ambas cajas de cadena en una hora. Vale aclarar, que el volumen que se va a achicar, va a ser muy inferior al total de las dos cajas de cadenas. No obstante, se adopta este valor como criterio de diseño.

Size In Inches	Connections In Inches		Wgt. In Lbs.	Working Pressures						Dimensions in Inches			Max. Round Particle Size In Inches
	Suction Disch.	Pressure		Cast Iron		Bronze		Stainless Steel		A	B	C	
				Motive psi	Body psi	Motive psi	Body psi	Motive psi	Body psi				
Fig. 264 Eductor													
1/2	1/2	3/8	3/4	150	125	125	100	600	500	1 1/16	2 9/16	1 1/8	1/16
3/4	3/4	1/2	1 1/4	125	125	100	100	500	500	1 3/8	3 3/8	1 1/4	1/8
1	1	3/4	2	150	150	150	125	600	600	1 1/2	4 3/16	1 5/8	5/32
1 1/2	1 1/2	1	4	150	100	125	90	600	400	2	6 1/2	2	5/16
2	2	1 1/4	6	150	100	125	85	600	400	2 1/4	7 5/8	2 1/4	3/8
2 1/2	2 1/2	1 1/2	11	200	150	200	125	600	300	2 11/16	9 1/4	3 1/8	3/8
3	3	2	20	250	150	225	125	600	400	3 1/8	11 1/4	3 1/2	13/16

Fig. 264

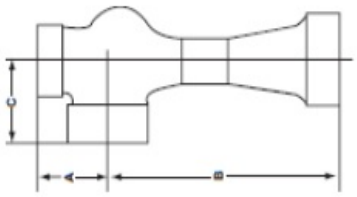
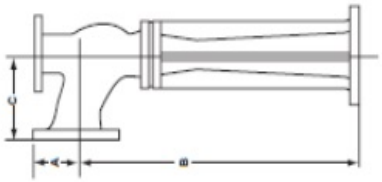


Fig. 266



10. Achique de compartimientos sobre sala de máquinas

Los locales que deben ser achicados, cuya ubicación este sobre la sala de máquinas, poseen pocetes que descargan en los pocetes de sala de máquinas para su posterior achique. La descarga de los locales a la sala de máquina es por gravedad. Los compartimientos que poseen este sistema de achique son: el taller y el local del servo motor.

11. Dimensionamiento del separador de agua y aceite necesario para instalación de acuerdo a los requerimientos de la sociedad de clasificación

Según las normas que establece la ordenanza N° 4/97 de PNA (Prefectura Naval Argentina), el caudal mínimo de achique de sala de maquinas a través de los equipos separadores y/o filtradores queda determinado por el siguiente artículo:

ARTICULO 2º: El caudal mínimo de achique de sala de máquinas a través de los equipos separadores y/o filtradores que deben poseer los buques alcanzados por el Artículo 1º, será el siguiente:

1. Buques que no transporten agua de lastre en los tanques de combustible:

ARQUEO BRUTO DEL BUQUE	CAUDAL MINIMO (m^3/h)
Igual o superior a 400, e inferior a 1000	O,50
Igual o superior a 1000, e inferior a 1600	1,00
Igual o superior a 1600, e inferior a 6000	2,50
Igual o superior a 6000, e inferior a 30000	5,00
Igual o superior a 30000	10,00

2. Buques que transporten agua de lastre en los tanques de combustible:

CAUDAL MINIMO = 25 m3/h o C/10 m3/h (el que sea mayor).

donde: C = volumen, en metros cúbicos (m3), de todos los tanques de combustible que puedan emplearse para transportar agua de lastre.

Como los tanques de agua de lastre, son solamente de lastre y bajo condiciones normales de navegación no transportan combustible, se adopta el cuadro superior para la determinación del caudal mínimo. Si vale aclarar que algunos tanques de lastre van a ir cargados con agua de perforación. Los mismos se indican en el documento PME-PB-010-008.

El cálculo de arqueo bruto se realiza según el convenio del 23 de Junio de 1969 sobre arqueo de buques, según la siguiente regla:

Regla 3. Arqueo bruto.

El arqueo bruto de un buque (GT) se calcula aplicando la siguiente fórmula:
$GT = K_1 V$

En la cual:

V = Volumen total de todos los espacios cerrados del buque, expresado en metros cúbicos.

$K_1 = 0{,}2 + 0{,}02 \log_{10} V$ *(o el valor tabulado en el apéndice 2).*

El V(olumen total) = $1670\,m^3$, es dato del buque y se calcula a través del módulo Volume, del programa Foran. El informe dado por el mismo se encuentra en el documento PME-PB-010-005.

Por lo tanto, $K_1 = 0.2644$ y GT (arqueo bruto) = $441.64\,m^3$

Según los requerimientos de PNA, el caudal mínimo debe ser 0.5 $\frac{m^3}{h}$

El separador de agua y aceite debe requerir la mínima atención, siendo capaz de operar por 24 hs sin ésta. El resultado del filtrado tiene que contener una concentración de aceite menor que 15 ppm. Se instala un separador con capacidad de filtrado de 1000 l/h, con esta capacidad se puede filtrar la totalidad del tanque de aguas oleosas en 7 horas y media. El equipo que se selecciona corresponde al modelo USH-10, del catalógo del fabricante TAIKO. El cual se adjunta a continuación:

油水分離装置形式 Oily water Separator Model	装備しうる船の総トン数 トン（上限） Applicable Gross Tonnage of Ships ton(Maximum)	記　事 Remark	仕　様 Specification	
			処理能力 Separation Capacity（㎥/h）	最高使用圧力 Max.Working Pressure MPa（kgf/㎠）
USH-03	568	船に装備する場合に油水分離装置の容量は法定基準を上まわる大きさのものを設置することがのぞましい。 法定基準最低値は下記による。 (1)総トン数が1,000トン未満のとき 0.00044G㎥/h(Gは船の総トン数) (2)総トン数が1,000トン以上40,000トン未満のとき 0.4+0.00004G㎥/h (3)総トン数が40,000トン以上のとき 2㎥/h When selecting the oily watar separator for the	0.25	0.2(2)
USH-05	2,500		0.5	0.2(2)
USH-10	15,000		1.0	0.2(2)

12. Dimensionamiento del tanque de lodos y tanque de aguas oleosas

La capacidad mínima del tanque de lodos viene dada por la siguiente expresión [4]:

$$V_{mín} = K_1 * c * D$$

El volumen del mismo se calculo en el documento PME-PB-011-000. Siendo este de:

$$V_{Lodos} = 12{,}23\, m^3 \ (valor\, calculado)$$

Se adopta una capacidad para los tanques de lodos y de aguas oleosas:

$$V_{Lodos} = 13{,}1\, m^3$$

$$V_{Aguas\, oleosas} = 7{,}5\, m^3$$

Ver cálculos en el documento PME-PB-011-000.

13. Confección de un esquema de tendido de tuberías para el servicio de achique, según los requerimientos de la sociedad de clasificación

El esquema del tendido de tuberías del servicio de achique se encuentra en el plano PME-PB-618-002.

14. Bibliografía

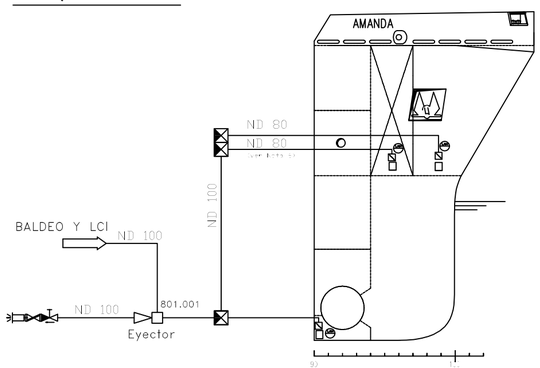
- [1] ABS, *Rules for building and classing*, Part 4 Vessel Systemes and machinery, July 2014.
- [2] F.M. White., *Mecánica de Fluidos*, 6TA edición, McGraw-Hill Companies Inc., 2008.
- [3] MATLAB, MathWorks, R2010a.
- http://www.ksb.com/
- http://www.s-k.com/
- http://www.taiko-kk.com/

15. Apéndice

NOTA : Los calculos para las pérdidas, dimensionamiento de tuberías, cálculo de caudales y potencia requerida por la bomba, se realizaron empleando el siguiente código de MATLAB:

```
clc
clear all
%% Pérdidas en los tramos - Pocetes a ramal principal

f = 0.025;
L1 = 9; D = 0.0779; v = 2; g = 9.81; Kcodos = 0.8;
Kval = 6; Kfiltro = 1;
sumK = 4*Kcodos + Kval + Kfiltro;
hp1 = (f*(L1/D) + sumK)*((v^2)/(2*g));
hpTramos = hp1;
%% Pérdidas en ramal principal

% Aspiración
La = 16; Kvala = 0.1; kcodos = 0.8; fa = 0.02; kfa = 1;
Da = 0.128;
sumKa = kfa + Kvala + kcodos;
hpa = (fa*(La/Da) + sumKa)*((v^2)/(2*g));
% Descarga

Ld = 16.5; Kvald = 6; Dd = 0.128;
sumKd = Kvald + kcodos;
hpd = (fa*(Ld/Dd) + sumKd)*((v^2)/(2*g));
hpRamal = hpd + hpa;
hpTot = hpRamal + hpTramos;
%% Altura geodésica
Hgeo = 7;
%% Altura manométrica

Ha = Hgeo + hpRamal + hpTramos;
disp('Altura manométrica requerida')
disp(Ha)
disp('Altura de pérdidas en el ramal más alejado')
disp(hp1)
disp('Alturas de pérdidas en el ramal principal')
disp(hpRamal)
disp('Alturas de pérdidas totales')
disp(hpTot)
%% Potencia requerida por la bomba

Ro = 998;
Q = 59.13/3600;
eta = [ 0.06 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 .6 .7 .8 .9 1 ];
neta = size(eta',1); PotB = zeros(neta,1);
nPot = size(PotB,1);

for i = 1:nPot
PotB(i) = Q*Ro*g*Ha./(eta(i)*1000); % En KW
end
%% Potencia motor de la bomba

PotM = 1.2*PotB;
%% Perdidas en la aspiracion

HA = (101000/(9.81*995)) - (hpa + hp1) - (7375/(9.81*995));
```

ACHIQUE DE CUBIERTA DE CASTILLO, CAJA DE CADENAS Y PIQUE DE PROA



DETALLE DE ASPIRACIÓN DE SENTINA – 1:20

	Válvula compuerta		Válvula de no retorno y cierre		Caja de fangos	**LEYENDAS**	
	Válvula globo		Válvula clapeta		Bomba centrífuga		
S	Válvula globo con controlador selenoidal	M	Motor eléctrico		Eyector		Caja de válvulas
	Válvula mariposa		Filtro	P1	Indicador de presión	LAH	Alarma de alto nivel

CÁLCULO DE SENTINAS POR SC DIMENSIONES Y CAPACIDAD

1: DIÁMETRO DEL COLECTOR PRINCIPAL (ABS)

d = 25 + 1.68*[L*(B+D)]^1/2 = 91.905 mm

> Elegido: ND100 (Diámetro externo 114.3 mm)

2: DIÁMETRO DEL RAMAL MÁS ALEJADO (ABS)

d = 25 + 2.16*[c*(B+D)]^1/2 = 74.24 mm

> Elegido: ND80 (Diámetro externo 88.9 mm)

3: CAPACIDAD DE LA BOMBA DE SENTINA (ABS)

QABS = (5.66*d^2)/1000 = 56.6 m3/h

Tuberías - Dimensiones

MATERIAL	USO	Diámetro de la tubería Nominal (mm)	Diámetro de la tubería Nominal (inches)	Diámetro de la tubería Externo (mm)	Espesor del tubo (mm)	SCHEDULE
Acero galv.	Achique de sentinas					
		ϕ 80	ϕ 3	88.9	5.49	40
		ϕ 100	ϕ 4	114.3	6.02	40

COMPONENTES DEL SISTEMA

No.	Item	Componente	Dimension/Capacidad
2	801.002	Bomba de sentina	60.00 m3 / h
1	801.001	Eyector	59.45 m3 / h
1	801.003	Separador de aguas oleosas	1 m3 / h
1	801.004	Bomba de lodos	13 m3 / h

NOTAS:

1: Todas las aspiraciones de los pocetes de sentina cuentan con alarma de alto nivel.

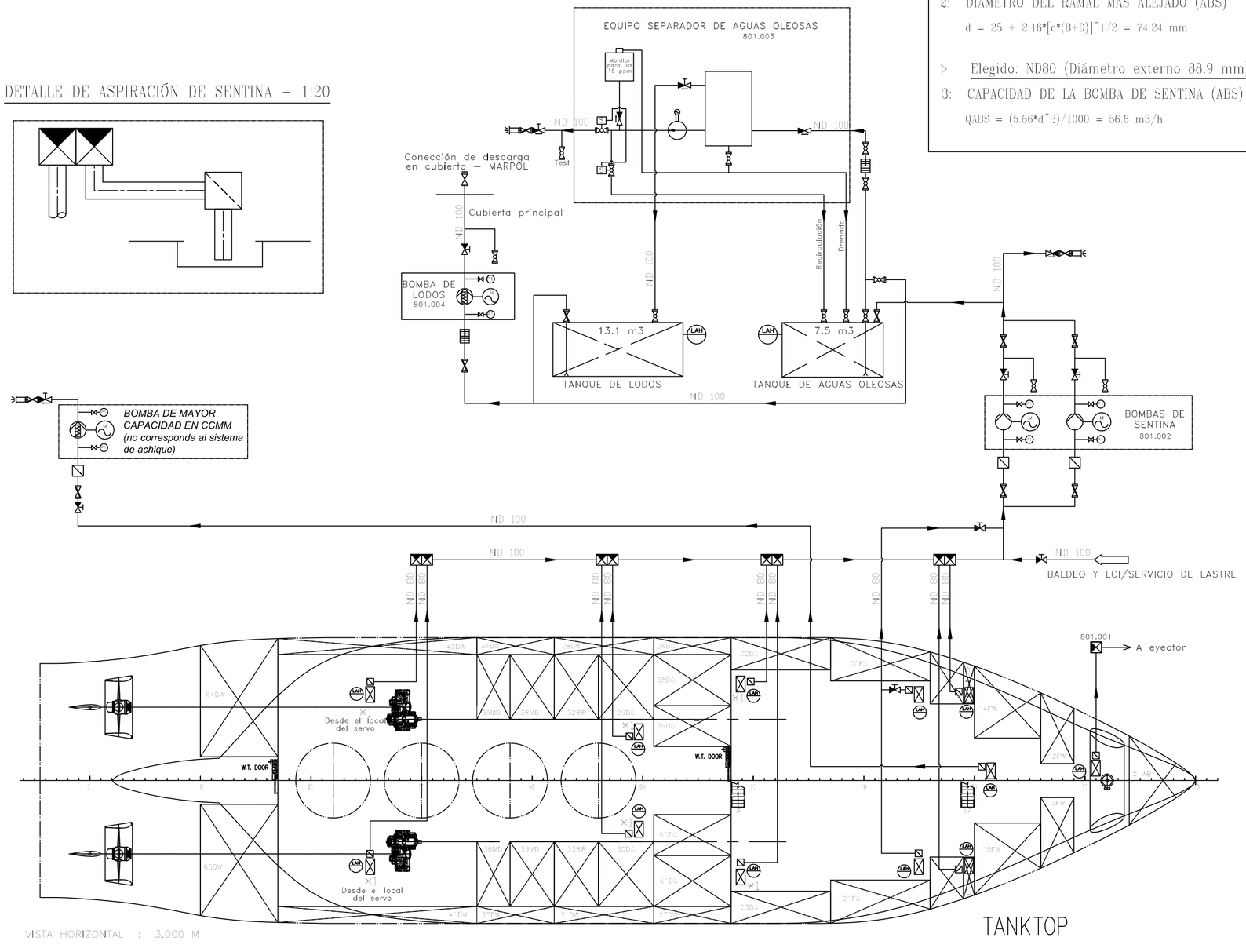
2: Pocetes, construidos de 500x500 mm.

3: Tanto válvulas, como filtros y cajas de fango, deben ser de fácil acceso.

4: El separador de aguas oleosas posee bomba propia y el analizador de ppm. En caso de no cumplir con las 15 ppm, se deriva por el conducto de recirculación.

5: Para el achique de la caja de cadenas hay dos líneas, una a cada banda (estribor y babor)

6: A los pocetes señalados con *1, llegan las descargas de los pocetes ubicados en la cubierta superior (2ª Cubierta) de sala de máquinas. Incluidos los que se ubican en el local del servo motor.



Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M

		VERIFICADO	APROBADO
Nombre: Medina Pablo			
Fecha: 31/08/16			

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
PME-PB-618-002	B		
ESCALA: ESC: 1:200	ARCHIVO:	FORMATO: A2	

ITBA INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES • UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	CORREC. SEGÚN COM. NFI	31/8/16	PME	NFI
A	INICIAL	27/7/16	PME	NFI

SISTEMA DE ACHIQUE

Sistema de lastre

Documento: PME-PB-617-001

Revisión 0
VB:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema en cuestión está diseñado de manera que cualquiera de los tanques de lastre pueda ser llenado o vaciado independientemente. Para ello cuenta con una línea de vaciado y otra de llenado, es decir, doble tubería. Cada tanque está aislado mediante válvulas comandadas a distancia. Los tanques de lastre se encuentran indicados en el plano de capacidades, documento PME-PB-011-002, también entran dentro de este sistema los tanques destinados para el agua de perforación.

Cuenta con dos bombas (Achique/Lastre y Lastre/Achique) que aspiran de la Toma de Mar Alta y de la Toma de Mar baja, ubicadas a proa, y descargan al costado del buque.

Todos los elementos utilizados cumplen con los requerimientos del ABS como se detalla a continuación.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

ELEMENTOS DEL SISTEMA:

Se siguen los requerimientos del ABS 4-6-4/7 en el que se exigen al menos dos bombas, que pueden ser utilizadas para achique al mismo tiempo. Se calcula el caudal, diámetro y altura necesarios para determinar si es factible utilizar las mismas bombas para los dos sistemas.

Para calcular el diámetro se utiliza la recomendación del NKK:

$$d = 4{,}3 * (V_{TQ})^{\frac{1}{2}} + 47 \ \ (mm) \tag{1}$$

Se utiliza el volumen del tanque con mayor capacidad. Siendo este el tanque ubicado en el pique de proa. Por lo tanto:

- $V_{TQ} = 160{,}9\, m^3$. Ver documento PME-PB-011-002.

Resolviendo la ecuación (1):

$$d = 101{,}55\, mm$$

Se selecciona una tubería DN 100 SCH 40. Con el diámetro interno igual a 102.26 mm, se calcula el caudal para una velocidad de 2 $\frac{m}{seg}$:

$$Q = \frac{\pi * D_i^2}{4} * v = \frac{\pi * (0{,}10226\, m)^2}{4} * 2\frac{m}{seg} = 59{,}10\frac{m^3}{h}$$

PÉRDIDAS DE CARGA EN LA TUBERÍA Y ALTURA MANOMÉTRICA REQUERIDA

Las pérdidas se calculan tomando la distancia desde el tanque del pique de proa hasta donde van a estar ubicadas las bombas de lastre, y considerando el diámetro de tubería calculado en el párrafo precedente. Se divide el cálculo en ramal de aspiración y ramal de descarga. El cálculo se efectúa a través de la ecuación de Bernoulli con pérdidas:

$$h_b + \frac{V_1}{2*g} + \frac{p_1}{\rho*g} = h_{pérdidas} + \frac{V_2}{2*g} + \frac{p_2}{\rho*g}$$

Pérdidas en la aspiración

$$h_{pérdidas-ASP} = \left(f * \frac{L_R}{D_R} + \sum K\right) * \frac{V^2}{2*g} = 3{,}1726\, m$$

Siendo:

- $h_{pérdidas-ASP}$: pérdidas en el tramo de aspiración
- f : 0.025, del diagrama de Moddy
- L_R: 18.25 m, longitud del tramo. Se considera que las bombas están ubicadas en el mamparo popel de SSMM.
- D_R: 0.10226 m, diámetro interno del tramo
- $\sum K = 5K_{CODOS} + K_{VALVULA\,aspiración} + K_{FILTRO} + K_{VALV,Globo} = 11{,}1$. Sumatoria de todas las pérdidas localizadas hasta la línea principal
- $K_{CODOS} = 0{,}8$
- $K_{VALV,\,Aspiración} = 0{,}1$ tipo esclusa, cierre
- $K_{VALVULA} = 6$ tipo globo, retención y cierre
- $K_{FILTRO} = 1$
- v = 2 $\frac{m}{seg}$
- g = 9.81 $\frac{m}{seg^2}$

Pérdidas en la descarga

$$h_{pérdidas-DES} = \left(f * \frac{L_D}{D_D} + \sum K\right) * \frac{V^2}{2*g} = 3{,}1914\, m$$

Siendo:

- $h_{pérdidas-DES}$: pérdidas en el tramo de descarga
- f = 0.025, del diagrama de Moddy
- L_D: 8.4 m, longitud de la línea. Se considera una semi manga.
- D_R: 0.10226 m, diámetro interno de la línea
- $\sum K = 2K_{CODOS} + 2K_{VALV,Globo} = 13{,}6$. Sumatoria de todas las pérdidas en la línea principal
- $K_{CODOS} = 0{,}8$
- $K_{VALVULA} = 6$ tipo globo, retención y cierre
- v = 2 $\frac{m}{seg}$

Por lo que la altura requerida debido a pérdidas por fricción es de 6.36 m.

La descarga del tanque del pique de proa se ubica 4 m por encima de la línea de base. Mientras que la altura de la aspiración, se ubica 25 mm por encima de la misma. Por lo tanto:

$$H_{GEO} = 4\,m - 0{,}025\,m = 3{,}97\,m$$

La altura manométrica se obtiene de la suma de la altura requerida debido a las pérdidas por fricción y la altura geodésica.

$$H_{manométrica} = 6{,}36m + 3{,}97m = 10{,}33m$$

Dado que la altura requerida por el sistema es menor que la requerida por el sistema de achique, se utilizan las bombas calculadas para el sistema de achique como Achique/Lastre y Lastre/Achique. Ver cálculo y selección de equipos en documento PME-PB-618-001.

A continuación se adjuntan los datos de la bomba seleccionada:

Type	Main technical parameter (50HZ , 3phase ,380V)					Motor power KW
	Capacity m3 / h	Head m	Speed R / min	NPSHR m	Shaft power kw	
80CWZ-14	30	23.8	2900	4.4	5.12	7.5
	60	21		3.8		
	72	19		4.2		
80CWZ-11	30	34	2950	4.5	7.54	11
	60	30		4.9		
	72	27.5		5.6		

Esquema de tuberías

El mismo se encuentra en el documento PME-PB-617-002.

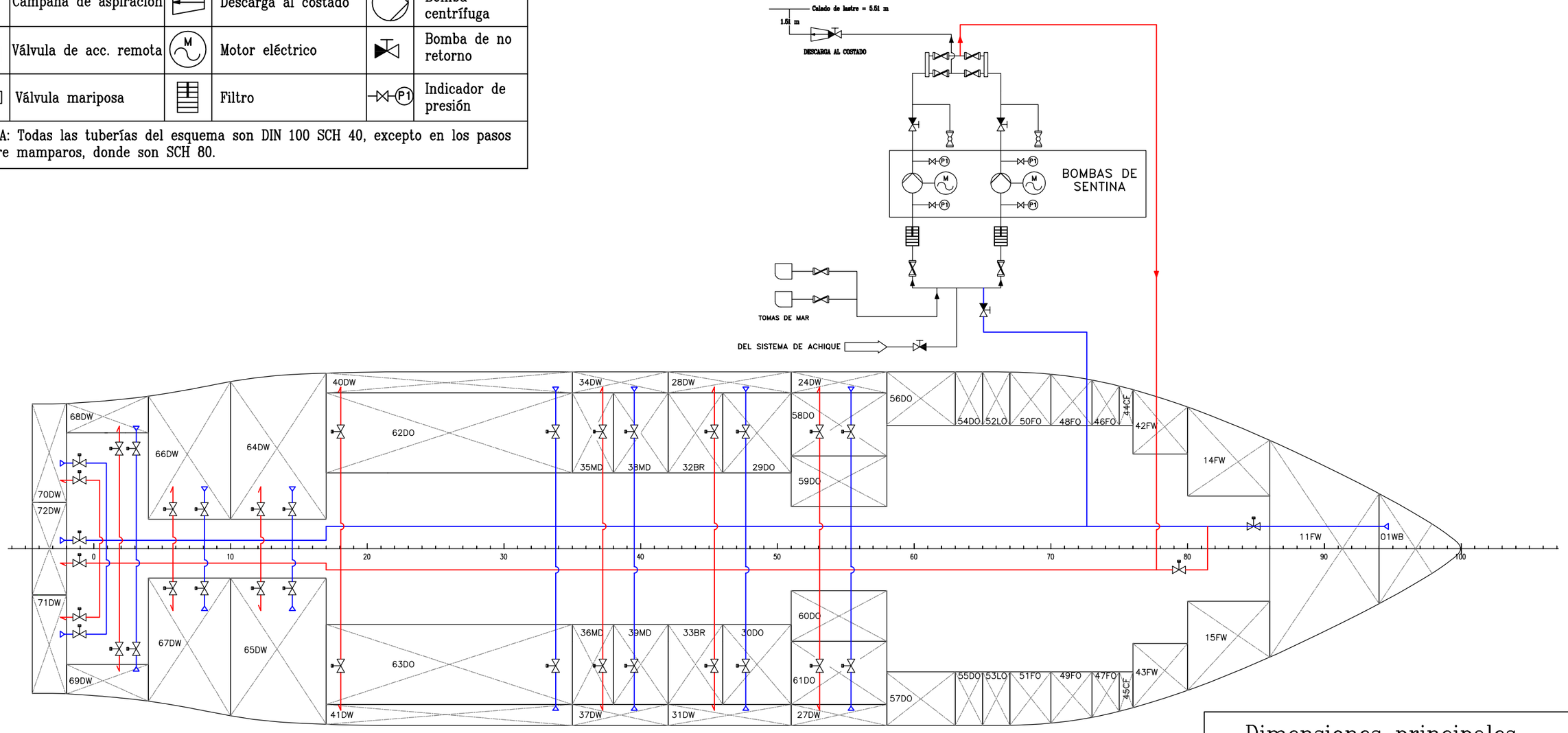
Bibliografía

- ABS, *Rules for building and classing*, Part 4 Vessel Systemes and machinery, July 2014.

LEYENDAS

	Campana de aspiración		Descarga al costado		Bomba centrífuga
	Válvula de acc. remota	M	Motor eléctrico		Bomba de no retorno
	Válvula mariposa		Filtro	P1	Indicador de presión

NOTA: Todas las tuberías del esquema son DIN 100 SCH 40, excepto en los pasos entre mamparos, donde son SCH 80.



VISTA HORIZONTAL : 6.00 M SOBRE L.B.

DESCARGA

ASPIRACIÓN

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M

O	CORR. SEGÚN NFI	11/11	PME	NFI
A	INICIAL	30/08	PME	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

MODIFICACIONES

SISTEMA DE LASTRE

	VERIFICADO	APROBADO
Nombre: Medina Pablo		
Fecha: 11/11/2016		

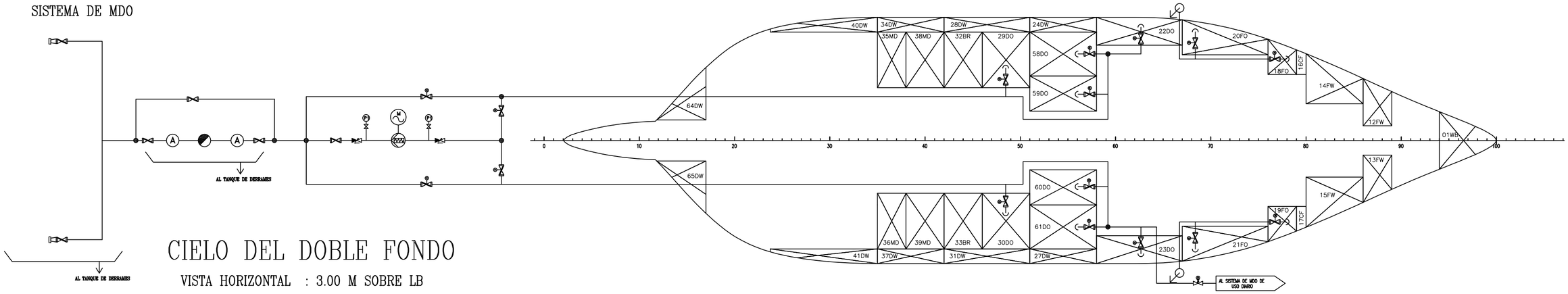
NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0	1	1

ESCALA: ESC: 1:200 | ARCHIVO: PME-PB-617-002 | FORMATO: A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

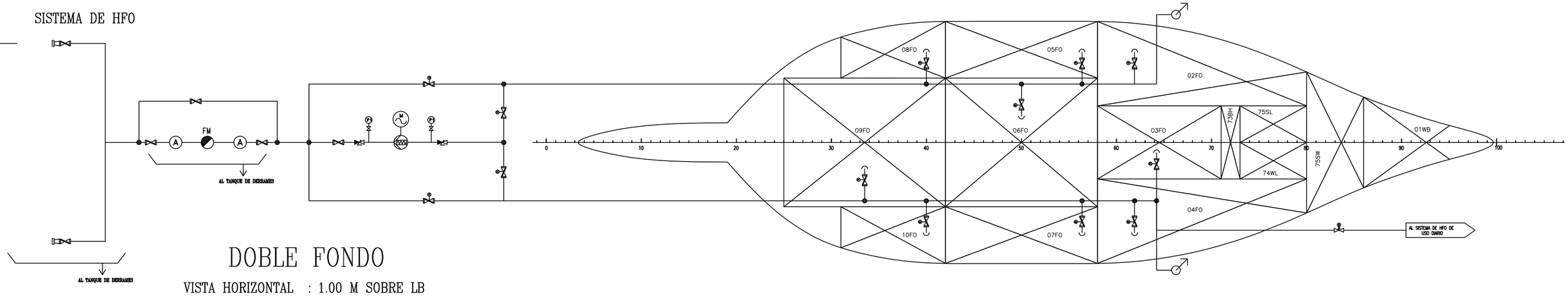
SISTEMA DE MDO



CIELO DEL DOBLE FONDO

VISTA HORIZONTAL : 3.00 M SOBRE LB

SISTEMA DE HFO



DOBLE FONDO

VISTA HORIZONTAL : 1.00 M SOBRE LB

LEYENDAS			
	VÁLVULA DE RETENCIÓN		BOMBA TORNILLO
	VÁLVULA DE CIERRE RÁPIDO OPERACIÓN REMOTA		DIRECCIÓN DEL FLUJO
	VÁLVULA MARIPOSA CON ACTUADOR	M	MOTOR ELÉCTRICO
	VÁLVULA MARIPOSA	A	DESAIREADOR
	FILTRO	PI	INDICADOR DE PRESIÓN
FM	CAUDALÍMETRO		

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 10/11/2016			

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:200	PME-PB-615-002	A2

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
O	CORR. SEGÚN NFI	10/11	PME	NFI
A	INICIAL	30/08	PME	NFI

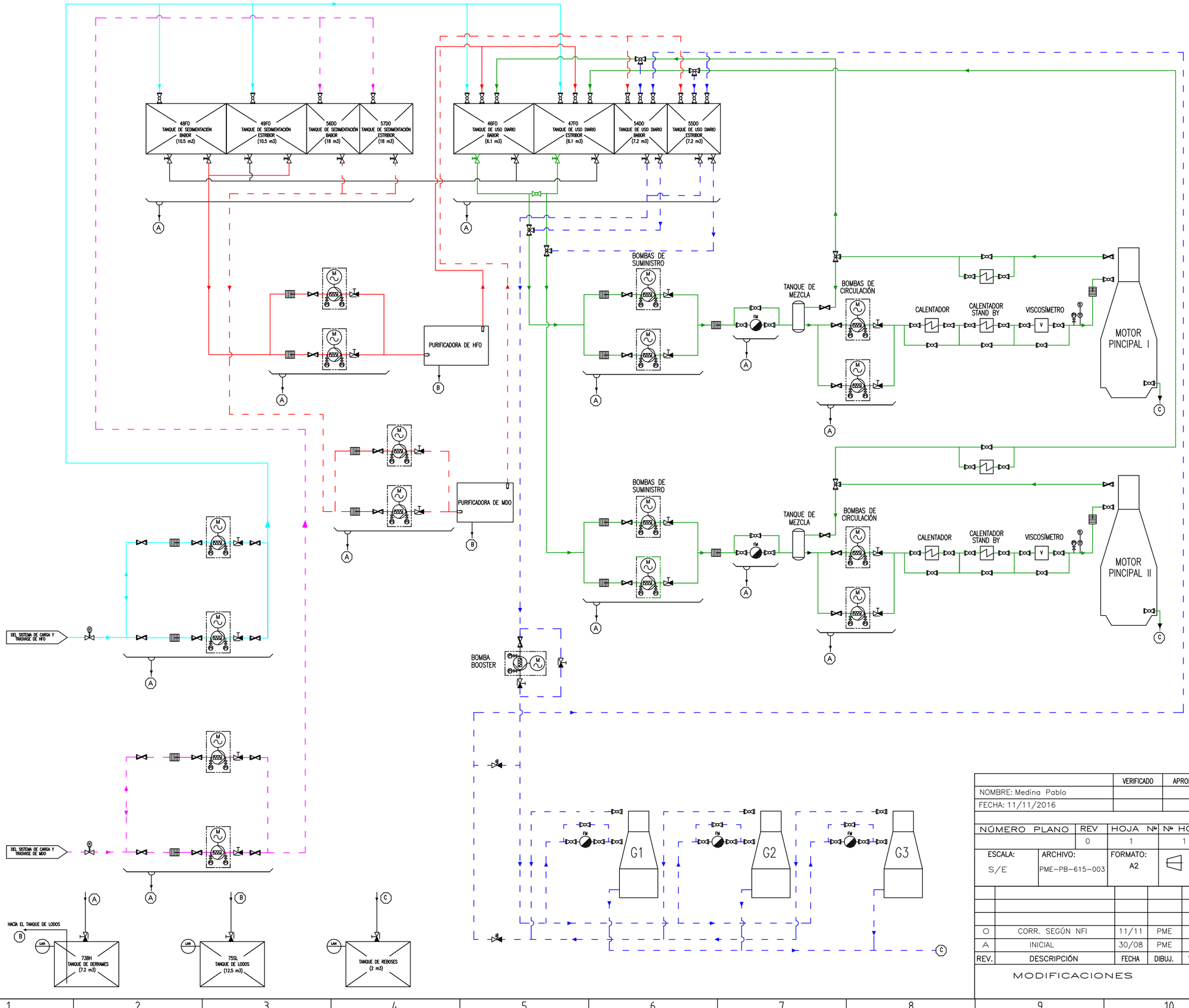
MODIFICACIONES

ITBA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

LLENADO Y TRASIEGO DE HFO Y MDO



LEYENDAS

	VÁLVULA DE CIERRE
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	VÁLVULA DE RETENCIÓN Y CIERRE
	VÁLVULA DE CIERRE RÁPIDO
	VÁLVULA GLOBO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VÁLVULA DE 3 VÍAS
	VÁLVULA MARIPOSA
	FILTRO
FM	CAUDALÍMETRO
	BOMBA TORNILLO
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
M	MOTOR ELÉCTRICO
	INTERCAMBIADOR DE CALOR
PI	INDICADOR DE PRESIÓN
TI	INDICADOR DE TEMPERATURA INICIAL
TT	INDICADOR DE TEMPERATURA FINAL
LAH	ALARMA DE ALTO NIVEL
	HFO hacía los tq. de sedimentación
	HFO hacía la purificadora y tq. de uso diario
	HFO desde tq. de uso diario hacía MMPP
	MDO hacía los tq. de sedimentación
	MDO hacía la purificadora y tq. de uso diario
	MDO desde tq. de uso diario hacía MMAA

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo		
FECHA: 11/11/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME-PB-615-003	A2

O	CORR. SEGÚN NFI	11/11	PME	NFI
A	INICIAL	30/08	PME	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

MODIFICACIONES

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

PURIFICADORAS/ALIMENTACIÓN DE MMPP Y MMAA

Parte XI

Cálculo del balance eléctrico y selección de la planta generadora principal y auxiliar

Revisión A
VB:

OBJETIVO:

Se realiza el balance eléctrico siguiendo las recomendaciones y el ejemplo citado en «Diseño General de la Planta Eléctrica» por a ETSIN (escuela técnica superior de ingenieros navales). La planta eléctrica se diseña para abastecer a los servicios determinado por SOLAS.

Regla 40
Generalidades

1 Las instalaciones eléctricas serán tales que queden garantizados:

.1 todos los servicios eléctricos auxiliares que sean necesarios para mantener el buque en condiciones normales de funcionamiento y habitabilidad sin necesidad de recurrir a la fuente de energía eléctrica de emergencia;

.2 los servicios eléctricos esenciales para la seguridad en las diversas situaciones de emergencia; y

.3 la seguridad de los pasajeros, de la tripulación y del buque frente a riesgos de naturaleza eléctrica.

2 La Administración tomará las medidas apropiadas para que haya uniformidad en la implantación y la aplicación de lo dispuesto en la presente parte respecto de las instalaciones eléctricas*.

Los cálculos se realizan para las siguientes posibles condiciones operativas:

- Navegación
- Maniobra
- Carga y descarga (C/D)
- Puerto

Los mismos se pueden ver en el documento PME-PB-710-001 del presente documento.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

Índice

1. Planta generadora principal **4**
1.1. Cálculo . . . 4
1.2. Selección de los generadores auxiliares . . . 4
1.2.1. Moto generadores Yanmar . . . 5
1.2.2. Generadores de cola Leroy . . . 6
1.3. Método de cálculo . . . 7

2. Generador de emergencia **7**
2.1. Consumos requeridos . . . 8

3. Diagrama unifilar general **10**

4. Bibliografía **11**

DESARROLLO

1. Planta generadora principal

1.1. Cálculo

En el documento PME-PB-710-001 se detallan los diferentes equipos que consumen energía eléctrica, junto con su potencia nominal. Para el cálculo del balance se determinan los **coeficientes de simultaneidad (Kn)**, que determina, en el caso de haber más de un mismo equipo, si funcionan al mismo tiempo. También se determina el **coeficiente de servicio y régimen (Ksr)** para cada condición operativa. Este coeficiente representa el grado de probabilidad de que una máquina esté trabajando a su potencia máxima.

Por último se calcula la **potencia consumida** *(Tabla 1)* para cada condición según:

$$Pf = Pc * Ku = Pc * Kn * Ksr$$

Donde:

- Pc: potencia activa del consumo
- Pf: potencia final del consumo
- Kn: coeficiente de simultaneidad
- Ksr: coeficiente de servicio y régimen

Potencia Final [KW]			
Navegación	*Maniobra*	*C/D*	*Puerto*
555,1	1582,2	331,0	506,4

Tabla 1: Potencia activa de los consumos

Para determinar la potencia aparente se asume un factor de potencia promedio de 0.8, tal como se resume en la *Tabla 2*

Potencia Final [KVA]			
Navegación	*Maniobra*	*C/D*	*Puerto*
693,8	1977,7	413,7	633,0

Tabla 2: Potencia aparente de los consumos

1.2. Selección de los generadores auxiliares

Para cumplir con los requerimientos del SOLAS se debe tener al menos dos generadores. Tal como se detalla a continuación:

Regla 41

Fuente de energía eléctrica principal y red de alumbrado

1.1 Se proveerá una fuente de energía eléctrica principal con capacidad suficiente para alimentar todos los servicios mencionados en la regla 40.1.1. Esta fuente de energía eléctrica principal estará constituida por dos grupos electrógenos cuando menos.

Se debe poder satisfacer la potencia eléctrica requerida por el buque con N-1 generadores. De acuerdo con SOLAS y la Ordenanza Marítima N°1/81.

1.2 La capacidad de esos grupos electrógenos será tal que aunque uno cualquiera de ellos se pare sea posible alimentar los servicios necesarios para lograr condiciones operacionales normales de propulsión y seguridad. Habrá que asegurar también las condiciones mínimas de habitabilidad que hacen confortable el buque, lo cual supone al menos servicios adecuados de

5.2. La potencia generada por estos grupos será tal que aún cuando uno de ellos se averíe, sea posible asegurar el funcionamiento de todos los servicios esenciales y los necesarios para mantener el buque en condiciones normales de operación y habitabilidad sin necesidad de recurrir a la fuente de energía de emergencia.

Para abastecer los consumos detallados en la *Tabla 1*, se utilizan 3 (tres) moto generadores auxiliares de 320 KW Yanmar 6NY16L-SW y 2 (dos) generadores de cola de 800 KW Leroy Somer LSA 49.1 L11. Se aclara al final del presente documento la cantidad de generadores que se utiliza para cada condición operativa y en que número de vueltas se encuentran operando según condición.

1.2.1. Moto generadores Yanmar

6NY16LW

Generator Capacity

180~400kWe

■ **Main Data**

Type ..... 4-stroke, Diesel
No. of Cylinders ..... In-line 6
Cylinder Bore ..... 160 mm
Piston Stroke ..... 200 mm
Engine Speed ..... 1000 / 1200 min^{-1}
Mean Effective Pressure ..... 1.00 - 1.83 MPa
Piston Speed ..... 6.7 / 8.0 m/s

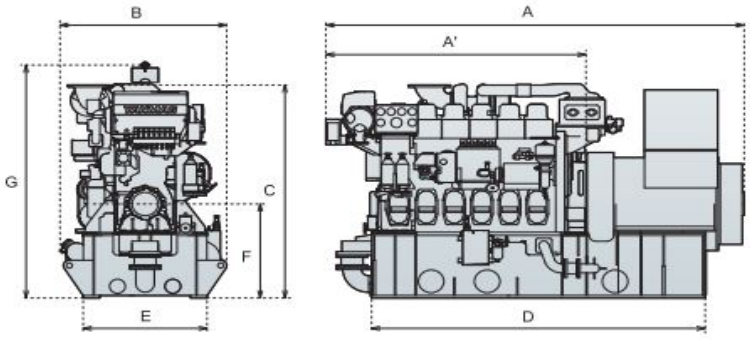
■ **Rated Power**

Engine Model	60Hz 1200min^{-1}		50Hz 1000min^{-1}	
	Eng [kW (PS)]	Gen [kWe]	Eng [kW (PS)]	Gen [kWe]
6NY16L-HW	265 (360)	240	200 (272)	180
6NY16L-DW	310 (421)	280	245 (333)	220
6NY16L-UW	355 (483)	320	270 (367)	240
6NY16L-SW	400 (544)	360	310 (421)	280
6NY16L-EW	441 (600)	400	353 (480)	320

Above generator capacity will vary according to actual generator efficiency.

■ **Dimensions** [mm] / **Weights** [kg]

Engine Model	A	A'	B	C	D	E	F	G	Dry Weight Engine	Dry Weight Gen.Set
6NY16L-HW (200/265kW)	3097	1972	1265	1813	2530	940	800	1983	2880	5500
6NY16L-DW (245/310kW)	3097	1972	1265	1813	2530	940	800	1983	2880	5500
6NY16L-UW (270/355kW)	3137	1972	1265	1813	2530	940	800	1983	2880	5500
6NY16L-SW (310/400kW)	3112	1972	1265	1813	2530	940	800	1983	2880	5500
6NY16L-EW (353/441kW)	3172	1972	1265	1813	2530	940	800	1983	2880	5500



G : Minimum Height for Removing Piston

1.2.2. Generadores de cola Leroy

Low Voltage alternators 4 pole 3-phase PARTNER

LSA 49.1

660 to 1000 kVA - 50 Hz / 792 to 1250 kVA - 60 Hz

General characteristics

Insulation class	H	Air flow L11	1.2 m³/s (50 Hz) - 1.4 m³/s (60 Hz)
Winding pitch	2/3 (n° 6S)	Excitation system	AREP or PMG
Number of wires	6	AVR type	R 450
Protection	IP 23	Voltage regulation (*)	± 0.5 %
Altitude	≤ 1000 m	Short-circuit current	300% (3 IN) : 10s
Overspeed	2250 min^{-1}	Totale Harmonic distortion THD (**)	at no load < 4 % - on load < 4 %
Air flow except L11	1 m³/s (50 Hz) - 1.2 m³/s (60 Hz)	Waveform: NEMA = TIF (**)	< 50

(*) Steady state. (**) Total harmonic distortion between phases, no-load or on-load (non-distorting)

Ratings 50 Hz - 1500 R.P.M.

kVA / kW - P.F. = 0.8

Duty/T°C		Continuous duty/40°C			Continuous duty/40°C			Stand-by/40°C			Stand-by/27°C		
Class/T°K		H/125°K			F/105°K			H/150°K			H/163°K		
Phase		3 ph.			3 ph.			3 ph.			3 ph.		
Y		380V	400V	415V	380V	400V	415V	380V	400V	415V	380V	400V	415V
Δ		220V	230V	240V	220V	230V	240V	220V	230V	240V	220V	230V	240V
LSA 49.1 S4	kVA	660	**660**	660	594	594	594	693	693	693	725	**725**	725
	kW	*528*	***528***	*528*	*475*	*475*	*475*	*554*	*554*	*554*	*580*	***580***	*580*
LSA 49.1 M6	kVA	725	**725**	725	653	653	653	760	760	760	800	**800**	800
	kW	*580*	***580***	*580*	*522*	*522*	*522*	*608*	*608*	*608*	*640*	***640***	*640*
LSA 49.1 M75	kVA	775	**800**	775	698	720	698	810	840	810	850	**880**	850
	kW	*620*	***640***	*620*	*558*	*576*	*558*	*648*	*672*	*648*	*680*	***704***	*680*
LSA 49.1 L9	kVA	880	**880**	880	792	792	792	920	920	920	960	**960**	960
	kW	*704*	***704***	*704*	*634*	*634*	*634*	*736*	*736*	*736*	*768*	***768***	*768*
LSA 49.1 L10	kVA	890	**910**	890	800	820	800	934	955	934	979	**1000**	979
	kW	*712*	***728***	*712*	*640*	*656*	*640*	*747*	*764*	*747*	*783*	***800***	*783*
LSA 49.1 L11	kVA	1000	**1000**	1000	910	910	910	1050	1050	1050	1100	**1100**	1100
	kW	*800*	***800***	*800*	*728*	*728*	*728*	*840*	*840*	*840*	*880*	***880***	*880*

Se asume un rendimiento de un 97 %, por lo que la potencia disponible es:

$$P_{MÁXIMA} = 320\,KW * 0{,}97 = 310\,KW \quad (moto - generador\ Yanmar)$$

$$P_{MÁXIMA} = 800\,KW * 0{,}97 = 776\,KW \quad (genrador\ de\ cola\ Leroy)$$

En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de potencia utilizado, en referencia a la potencia máxima disponible, para cada condición operativa, y la cantidad de generadores que se encuentran operando, teniendo en cuenta que estos tienen un mejor rendimiento a potencias cercanas a la máxima:

EQUIPO	N°	Pot [KW]	Navegación	Maniobra	C/D	Puerto
			% Potencia máxima			
GENERADORES DE COLA	2	776		84,97		
MOTO GENERADORES	3	310	89,53		53,38	81,67

Tabla 3: Prcentaje de potencia utilizado

Para cada condición operativa se dispone de los siguientes generadores:

- Navegación: 2 moto generadores Yanmar.
- Maniobra: 2 generadores de cola Leroy + 1 moto generador Yanmar.
- Carga y descarga: 2 moto generadores Yanmar.
- Puerto: 2 moto generadores Yanmar.

NOTA: los moto generadores Yanmar operan a 1000 rpm y los generadores de cola a 1500 rpm

Otra alternativa podría ser:

- Navegación: 2 moto generadores Yanmar.
- Maniobra: 1 generador de cola Leroy + 3 moto generadores Yanmar. En caso de que un generador de cola tenga que salir de funcionamiento.
- Carga y descarga: 2 moto generadores Yanmar.
- Puerto: 2 moto generadores Yanmar.

En la *Tabla 4* se muestra el porcentaje de potencia utilizado para esta nueva disposición:

EQUIPO	N°	Pot [KW]	Navegación	Maniobra	C/D	Puerto
			% Potencia máxima			
GENERADORES DE COLA	2	776		92,74		
MOTO GENERADORES	3	310	89,53		53,38	81,67

Tabla 4: Prcentaje de potencia utilizado

1.3. Método de cálculo

Los coeficientes de simultaneidad y los coeficientes de servicio y régimen se determinan siguiendo las recomendaciones de la ETSIN como una primera aproximación. A excepción de los equipos que se seleccionan en los documentos precedentes, de los cuales los consumos eléctricos se especifican en la documentación técnica dada por el fabricante.

2. Generador de emergencia

Para cumplir los requerimientos del SOLAS de una fuente de energía eléctrica de emergencia, se dispone 1 (un) generador de emergencia para abastecer los servicios esenciales para la seguridad.

Regla 43
Fuente de energía eléctrica de emergencia en los buques de carga

1.1 Se proveerá una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia.

1.2 La fuente de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, la fuente transitoria de energía de emergencia, el cuadro de distribución de emergencia y el cuadro de distribución de alumbrado de emergencia estarán situados por encima de la cubierta corrida más alta y tendrán acceso fácil desde la cubierta expuesta. No estarán situados a proa del mamparo de colisión, salvo que en circunstancias excepcionales lo autorice la Administración.

1.3 La ubicación de la fuente de energía eléctrica de emergencia, del correspondiente equipo transformador, si lo hay, de la fuente transitoria de energía de emergencia, del cuadro de distribución de emergencia y del cuadro de distribución de alumbrado de emergencia con respecto a la fuente de energía eléctrica principal, al correspondiente equipo transformador, si lo hay, y al cuadro de distribución principal será tal que asegure, de un modo que a juicio de la Administración sea satisfactorio, que un incendio o cualquier otro siniestro sufridos en el espacio que contenga la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay y el cuadro de distribución principal, o en cualquier espacio de categoría A para máquinas, no dificultarán el suministro, la regulación ni la distribución de energía eléctrica de emergencia. En la medida de lo posible, el espacio que contenga las fuentes de energía eléctrica de emergencia, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, la fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia y el cuadro de distribución de emergencia, no será contiguo a los mamparos límite de los espacios de categoría A para máquinas o de los espacios que contengan la fuente de energía eléctrica principal, el correspondiente equipo transformador, si lo hay, y el cuadro de distribución principal.

El local el generador de emergencia se encuentra en la plataforma superior al puente de navegación, con acceso directo a través de este. Ver en el plano de arreglo general PME-PB-011-001.

2.1. Consumos requeridos

El generador de emergencia debe tener una capacidad de abastecer los servicios de emergencia definidos en el SOLAS Regulación 43 punto 2. Estos son:

- Iluminación de emergencia en:
  - Las estaciones de embarque a los botes salvavidas y de rescate.
  - Todos los troncos, pasillos y escaleras en los espacios de acomodación y servicio.
  - En la sala de máquinas y cuartos de control.
  - En el vestuario.
  - En el cuarto del servo motor.
  - En el local de la moto bomba de emergencia.
  - En el cuarto del generador de emergencia.
- Luces de navegación.
- Equipos de radio comunicación y GMDSS.
- Equipos de navegación.
- Sistema de detección y alarma de incendio.
- Pito y sirena.
- Servo motor.

NOTA: No es menester abastecer a una de las bombas contra incendio ya que el barco cuenta con una motobomba de incendio para emergencia.

Teniendo en cuenta los equipos a bordo, se calculan los consumos de emergencia y se detallan en la *Tabla 5*.

ELEMENTO	Cantidad	Pot [KW]
Bombas servo motor	4	11
Equipo de radio principal	1	5
Equipo de navegación y comunicación	1	6
Alumbrado CCMM	1	55
Alumbrado acomodación	1	35
Cuadro alimentación baterías	1	1
Servicios especiales puente	1	3
Luces y señales de navegación	1	1
Sirena	1	5
TOTAL	-	**155**

Tabla 5: Consumos a abastecer por el generador de emergencia

Se utiliza un generador de emergencia Caterpillar C9 Marine Generator Set de 175 KW/219 KVA con las siguientes características.

C9
GENERATOR SET

Electronic Control System

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	Generator Set ekW @ .8pf	kVA	rpm	U.S. g/h	g/bkW-hr	EPA - IMO - EU
60 Hertz	163R	204	1800	13.6	228.8	NC - II - CC2
60 Hertz	175	219	1800	13.7	228.8	NC - II - CC2
60 Hertz	203R	254	1800	16.8	229.5	NC - II - CC2
60 Hertz	215	269	1800	16.9	229.5	NC - II - CC2
60 Hertz	238R	298	1800	17.9	211.7	NC - II - CC2
60 Hertz	250	313	1800	17.9	213.9	NC - II - CC2
50 Hertz	142R	178	1500	10.8	212.2	NC - II - NC
50 Hertz	150	188	1500	10.9	212.1	NC - II - NC
50 Hertz	167R	208	1500	12.4	209.0	NC - II - NC
50 Hertz	175	219	1500	12.9	209.0	NC - II - NC
50 Hertz	192R	240	1500	14.2	206.6	NC - II - NC
50 Hertz	200	250	1500	14.2	206.6	NC - II - NC

	LG	H	WE
min.	82.9 in/2106 mm	46.0 in/1169 mm	39.2 in/996.8 mm
max.	87.2 in/2216 mm	46.0 in/1169 mm	39.2 in/996.8 mm

In-line 6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TA	
Bore x Stroke	4.41 x 5.87 in	112 x 149 mm
Displacement	538 cu in	8.8 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Generator set weight (approx)	3865-4195 lb	1753-1903 kg

3. Diagrama unifilar general

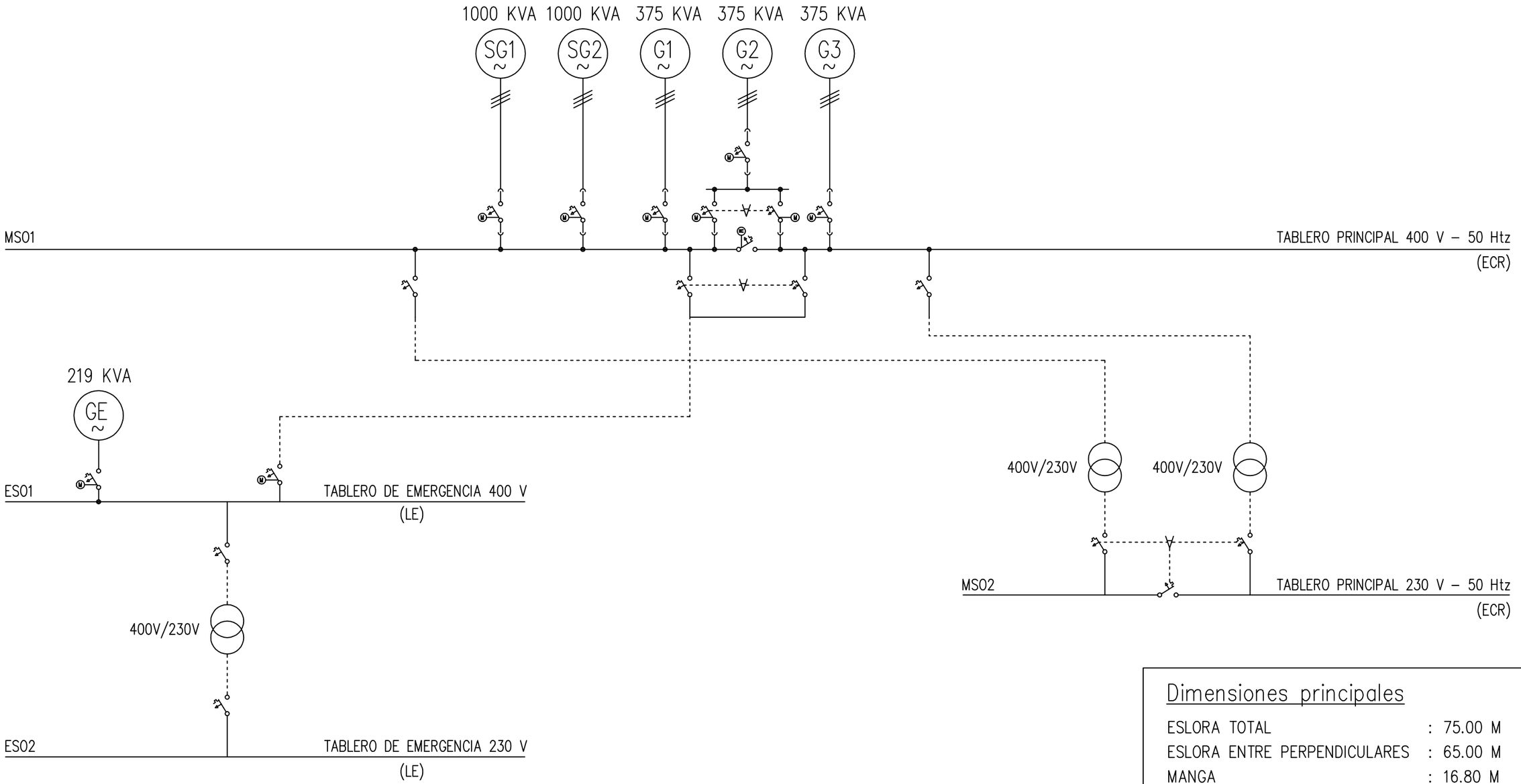
En el documento PME-PB-710-003 se encuentra el diagrama unifilar general. Se diseña de tal manera que cualquiera de los 5 generadores pueda abastecer a la totalidad de los tableros de forma individual así como también, para las condiciones en que se necesiten 4 generadores pueda utilizarse cualquier combinación de los mismos. De esta manera se permite tener flexibilidad para, por un lado darles un uso parejo, y por otro, proyectar con mayor facilidad las tareas de mantenimiento de los generadores.

Debido a las características del buque se tiene a los 5 generadores alimentando al tablero principal de 400 V (50 HZ), del que se desprenden los distintos tableros de 400 V, y con transformadores de por medio, el tablero principal de 230 V.

El tablero de emergencia de 400 V se encuentra alimentado por el tablero principal de 400 V y también por el generador de emergencia. La conexión cambia automáticamente del tablero principal al del generador de emergencia en caso de falta de corriente por el primero. Del tablero de emergencia de 400 V se abastecen los distintos tableros de emergencia de 400 V y con un transformador de por medio, el tablero de emergencia de 230 V.

4. Bibliografía

- A.L. Piñeiro, *Diseño General de la Planta Eléctrica* , ETSIN, Madrid 2007.
- HATLAPA, *Steering Gear Ram type POSEIDON*, 2014.
- CATERPILLAR, *Project Guide CAT*, 2014
- DEYUAN, *Marine Water Pump Horizontal*, 2016
- SOLAS, *Edición refundida del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar*, Julio 2002
- YANMAR, *Commercial High Speed Diesel Engines*, 2016
- LEROY SOMER, *Low Voltage alternators - 4 pole LSA 49.1 electrical and mechanical data*, 2016



Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
A	INICIAL	PME	NFI	

MODIFICACIONES

DIAGRAMA UNIFILAR
BUQUE PSV "AMANDA"

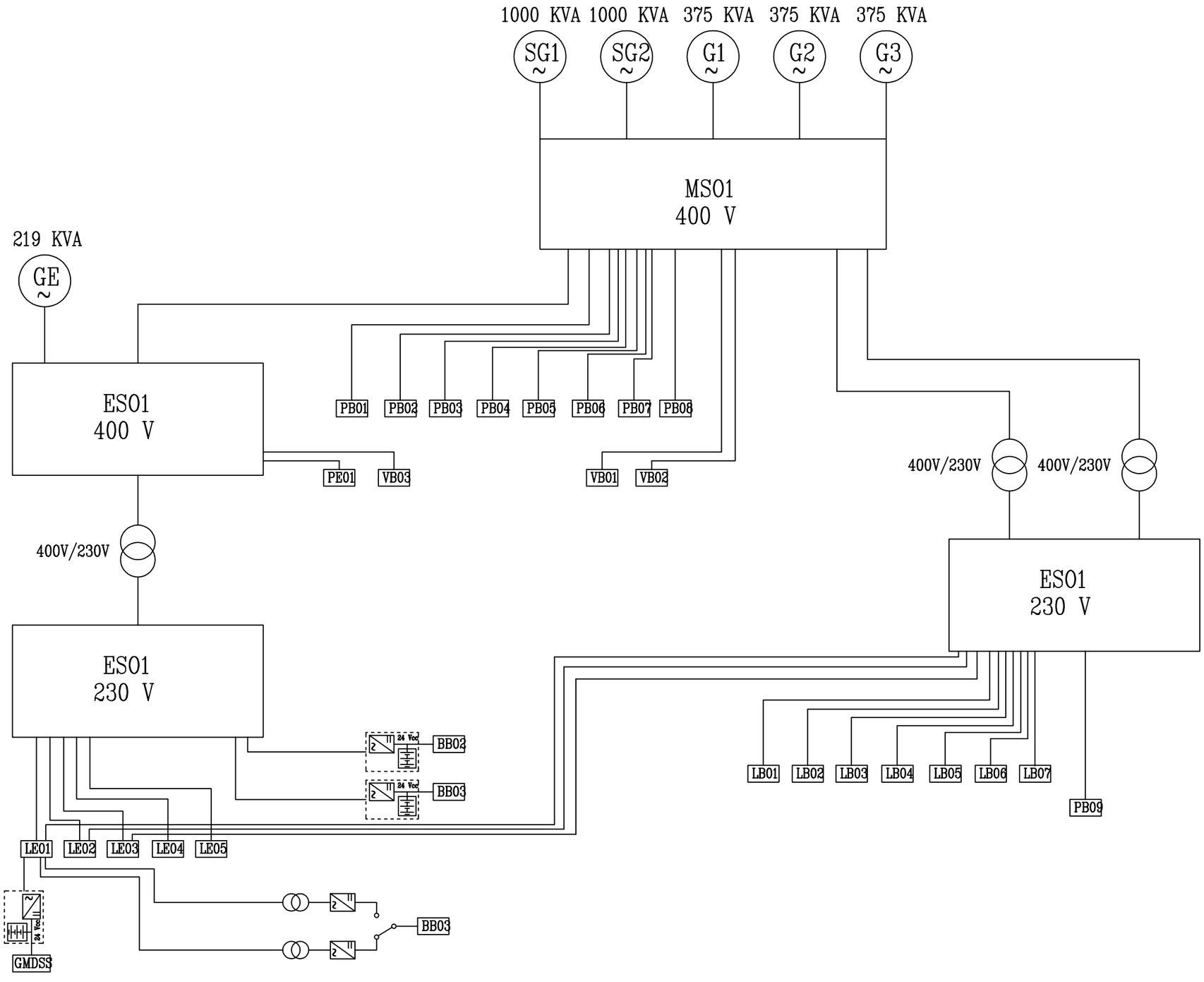
		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE	Medina Pablo		
FECHA	19/08/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	A	1	2

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME-PB-710-003	A3

INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES



REFERENCIAS

Descripción	*Tablero*	*Ubicación*	*Cubierta*
MS01	Principal 400 V	ECR	2°
MS02	Principal 230 V	ECR	2°
ES01	De emergencia 400 V	Local GE	Sobre puente
ES02	De emergencia 230 V	Local GE	Sobre puente
PB01	Central de control del Motor 1	ECR	2°
PB02	Central de control del Motor 2	ECR	2°
PB03	Distribución de máquinas	ECR	2°
PB04	Tablero de grúa	ECR	2°
PB05	Distribución de cocina	Cocina	A
PB06	Distribución de talleres	Taller CCMM	2°
PB07	Distribución de popa	Cuarto del servo	2°
PB08	Bow thruster	Local del BT	Doble Fondo
PB09	Equipos 230 V	ECR	2°
LB01	Iluminación CCMM	ECR	2°
LB02	Cocina	Cocina	A
LB03	Habilitación Cta Ppal	Pañol	Principal
LB04	Habilitación Cta A	Pañol proa	A
LB05	Habilitación Cta B	Pañol babor	B
LB06	Luces exteriores	Puente	Puente
LB07	Talleres/Pañoles SSMM	Taller CCMM	2°
LE01	Servicios de Navegación	Puente	Puente
LE02	Servicios de Máquinas	ECR	2°
LE03	Luces de navegación	Puente	Puente
LE04	Luces Exteriores de emergencia	Local GE	Sobre puente
LE05	Luces Interiores de emergencia	Local GE	Sobre puente
BB01	Servicios de navegación 24 V cc	Puente	Puente
BB02	Servicios de máquinas 24 V cc	ECR	2°
BB03	Servicios de máquinas 24 V cc	ECR	2°
VB01	Ventilación máquinas	ECR	2°
VB02	Ventilación general	ECR	2°
VB03	Ventilación emergencia	Local GE	Sobre puente
PE01	Equipos de emergencia	Local GE	Sobre puente

B	CORR. SEGÚN NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

MODIFICACIONES

DIAGRAMA UNIFILAR
BUQUE PSV "AMANDA"

	VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Medina Pablo		
FECHA 12/11/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	B	2	2

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
S/E	PME–PB–710–003	A3

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

SISTEMA	ELEMENTO	CANTIDAD	FUENTE	P [KW]	Kn	Ksr				Potencia final			
						Navegación	Maniobra	C/D	Puerto	Navegación	Maniobra	C/D	Puerto
Propulsión auxiliares	Bbas agua salada	6	PG	30	0,67	1	1	0,3	0,3	120,6	120,6	36,18	36,18
	Bbas agua dulce	6	PG Caterpillar	10	0,67	1	1	0,3	0,3	40,2	40,2	12,06	12,06
	Bbas lubricante	2	PG	11	0,5	1	1	0	0	11	11	0	0
	Compresores aire de arranque	4	PG Caterpillar	5,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	4,4	4,4	4,4	4,4
	Varios propulsión	1	ETSIN	25	1	0,5	0,5	0,3	0,3	12,5	12,5	7,5	7,5
Combustible/ LO	Bombas LO	4	PG	45	0,5	1	1	0,2	0,2	90	90	18	18
	Bbas trasiego comb.	4	PG Caterpillar	6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	2,4	2,4	2,4	2,4
	Bbas alimentación comb.	4	PG Caterpillar	1,8	0,5	1	1	0,2	0,2	3,6	3,6	0,72	0,72
	Bbas circulación comb	4	PG Caterpillar	0,6	0,5	1	1	0,2	0,2	1,2	1,2	0,24	0,24
	Purificadoras LO	2	ETSIN	14	0,5	1	1	0,2	0,2	14	14	2,8	2,8
	Purificadoras comb.	3	PG Caterpillar	6	1	1	1	0,2	0,2	18	18	3,6	3,6
	Bomba de lodos	1	ETSIN	4,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	0,9	0,9	0,9
	Viscosímetro	2	ETSIN	0,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Seguridad y varios	Bomba LCI	2	ETSIN	83	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	8,3	8,3	8,3	8,3
	Bomba emergencia LCI	1	ETSIN	33	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bomba achique/lastre	2	DEYUAN	7,5	1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	1,5
	Bomba separadora agua	1	ETSIN	12	1	0,5	0,5	0,5	0,5	6	6	6	6
	Bomba trasiego agua	2	ETSIN	15	1	0,1	0	1	1	3	0	30	30
	Bba destilador agua dulce	2	ETSIN	0,7	1	0,5	0	0,5	0,5	0,7	0	0,7	0,7
	Bba agua caliente	1	ETSIN	4,5	1	0,5	0	0,5	0,5	2,25	0	2,25	2,25
	Bba eyector generador agua dulce	1	ETSIN	16	1	0,5	0	0,5	0,5	8	0	8	8
	Cabrestantes	1	ETSIN	5,5	1	0,1	0	0,1	0,1	0,55	0	0,55	0,55
Timón y maniobra	Guinches de amarre	2	Hi-Sea	75	1	0	0,2	0,2	0,2	0	30	30	30
	Bombas servomotor	4	Hatlapa	11	0,5	0,3	0,4	0	0	6,6	8,8	0	0
	Cabrestante fondeo	2	Zhiyou	110	1	0	0,1	0	0	0	22	0	0
	Sistema control cabrestantes	2	ETSIN	4,5	0,5	0	0,2	0	0	0	0,9	0	0
HVAC	UTA	1	ETSIN	28	1	0,5	0,5	0,5	0,5	14	14	14	14
	Compresores aire acond.	2	ETSIN	16	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	8	8	8	8
	Ventilador local gen de emergencia	1	ETSIN	1,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ventilador CCMM	2	ETSIN	24	1	1	1	0,5	0,3	48	48	24	14,4
	Ventilador local servo	1	ETSIN	7,5	1	1	1	0,3	0,3	7,5	7,5	2,25	2,25
	AA sala de control CCMM	1	ETSIN	4,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	2,25	2,25	2,25	2,25
	Ventiladores acomodación	10	ETSIN	0,9	1	1	1	1	1	9	9	9	9

Habilitación	Compresores gambuza refrigerada	2	ETSIN	4,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,25	2,25	2,25	2,25
	Ventiladores gambuza	1	ETSIN	1,8	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1,44	1,44	1,44	1,44
	Desecarchador	1	ETSIN	1,5	1	0	0	0,5	0,5	0	0	0,75	0,75
	Cocina y horno	1	ETSIN	18	1	0,4	0,4	0,4	0,4	7,2	7,2	7,2	7,2
	Horno panadería	1	ETSIN	7	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,4	1,4	1,4	1,4
	Caldera cocina	1	ETSIN	5,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1	1,1	1,1	1,1
	Plancha cocina	1	ETSIN	11	1	0,2	0,2	0,2	0,2	2,2	2,2	2,2	2,2
	Equipo lavandería	1	ETSIN	4	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8
	Bomba circulación agua caliente	1	ETSIN	0,4	1	1	1	1	1	0,4	0,4	0,4	0,4
	Bombas sanitarias agua dulce	2	ETSIN	3	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6
	Calentador agua dulce	2	ETSIN	11	1	0,2	0,2	0,2	0,2	4,4	4,4	4,4	4,4
	Potabilizadora	1	ETSIN	0,1	1	1	1	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Planta séptica	1	ETSIN	3,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,75	1,75	1,75	1,75
	Equipo despensa	1	ETSIN	4,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	0,9	0,9	0,9
Grúas y equipo mantenumiento	Torno	1	ETSIN	1,2	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,24	0,24	0,24	0,24
	Taladro	1	ETSIN	1,2	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,24	0,24	0,24	0,24
	Esmeriladora	1	ETSIN	6	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Máquina soldadora	1	ETSIN	7	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,4	1,4	1,4	1,4
	Compresor aire servicio	1	ETSIN	27	1	0,5	0	0	0	13,5	0	0	0
	Grúa	1	Hi-Sea Marine	15	1	0	0	1	0	0	0	15	0
	Guinche de remolque	1	Hi-Sea Marine	200	1	0	1	0	1	0	200	0	200
Electrónica y alumbrado	Equipo de radio ppal	1	ETSIN	5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Equipo de navegación y comunicaciones	1	ETSIN	6	1	0,5	0,5	0,5	0,5	3	3	3	3
	Alumbrado CCMM	1	ETSIN	55	1	0,8	0,8	0,5	0,5	44	44	27,5	27,5
	Alumbrado acomodación	1	ETSIN	35	1	0,5	0,5	0,5	0,5	17,5	17,5	17,5	17,5
	Cuadro alimentación baterías	1	ETSIN	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Servicios especiales puente de navegación	1	ETSIN	3	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6
	Luces y señales de navegación	1	ETSIN	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Sirena	1	ETSIN	5	1	0,2	0,2	0	0	1	1	0	0
Propulsión auxiliares	Bow thruster	1	Rolls Royce	1000	1	0	0,8	0	0	0	800	0	0
POTENCIA TOTAL [KW]										**555,1**	**1582,2**	**331,0**	**506,4**
POTENCIA APARENTE [KVA]										**693,8**	**1977,7**	**413,7**	**633,0**

Parte XIII

Medios de evacuación, salvamento y dispositivos salvavidas.

PME-PB-020-003
Revisión 0
VB:

OBJETIVO

Determinar los dispositivos salvavidas necesarios en un buque tipo PSV utilizando las reglamentaciones del SOLAS y ordenanzas marítimas de aplicación de la PNA. También se confecciona un plano esquemático de salvamento.

DATOS GENERALES DEL BUQUE

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

Índice

1. Sistema de salvamento **4**
1.1. Equipos individuales de salvamento y rescate . . . 4
1.1.1. Chalecos Salvavidas . . . 4
1.1.2. Trajes de inmersión . . . 5
1.1.3. Aros salvavidas . . . 5
1.2. Elementos de señalización . . . 7
1.3. Embarcaciones de supervivencia y rescate . . . 7
1.4. Características y lugar de ubicación en el buque de los medios de señalización . . . 8
1.5. Dentro del plano de arreglo general del buque, disponer los elementos de salvamento determinados en los apartados precedentes . . . 9
1.6. Dispositivos seleccionados de catálogos comerciales . . . 9

2. Bibliografía **10**

3. Apéndice 1 **11**
3.1. Reglamentación de SOLAS para los dispositivos flotantes . . . 11
3.2. Reglamentación de SOLAS para los medios de señalización . . . 12
3.3. Reglamentación de SOLAS para las balsas salvavidas y botes de rescate . . . 13
3.4. Equipamiento de emergencias requerido por SOLAS para balsas y botes salvavidas . . . 14

1. Sistema de salvamento

A la hora de realizar este apartado, en el que se definen los dispositivos y medios de salvamento que debe incorporar el buque durante su operación, se siguen las indicaciones expuestas en el Capítulo III del Convenio SOLAS.

Para calcular los tipos, capacidad y número de los equipos de salvamento se deben considerar los siguientes criterios:

- Tipo de buque.
- Número de tripulantes a bordo (25 personas).
- Dimensiones del buque.

Se debe tener en cuenta que, al ser el buque proyecto un buque para fines especiales que lleva a bordo un contingente de personas menor o igual a 50 tripulantes, debe cumplir con los requerimientos de buque de carga que no sean buques tanques.

1.1. Equipos individuales de salvamento y rescate

Dentro de estos elementos se incluyen los siguientes:

1.1.1. Chalecos Salvavidas

Según SOLAS, Capitulo 3, Parte B, Sección 1, Regla 7:

- Se dispone de un chaleco salvavidas para cada persona a bordo ubicado en su respectivo camarote. Es decir, 25 chalecos (Apéndice 1).
- En los puestos que tengan dotación de guardia, puente de mando y cuarto de control de máquinas, se dispone de un chaleco por persona que este cubriendo esa guardia. 4 chalecos en el puente de mando y 4 en el cuarto de control de máquinas. Se dispone en cada zona de maniobras, de proa y popa, 4 chalecos por ser un sector donde existe un riesgo durante las tareas de maniobras.
- Adicionalmente, se proveé un número de chalecos salvavidas apropiados para niños, igual por lo menos al 10 % del total de pasajeros que vayan a bordo, o un número mayor si es necesario, de modo que haya un chaleco salvavidas para cada niño. Por lo tanto, se dispone de 3 chalecos salvavidas para niños.

Es decir, en total se cuenta con 41 chalecos salvavidas para adultos y 3 chalecos salvavidas para niños.

Todos los chalecos salvavidas están provistos con un silbato de aviso, luz de aviso, cinta reflectante y medios que permita mantener la cabeza fuera del agua. La disposición de los mismos en el buque, se encuentra en el documento PME-PB-020-004.

VARIANTS	
PV9272	Inflatable RescYou™ Conquest lifejacket without D-ring
RELATED PRODUCTS	
R6200002	Manually activated lifejacket light
R6200006	Water activated lifejacket light
1035411	Sprayhood

1.1.2. Trajes de inmersión

Según SOLAS, Capitulo 3, Parte B, Sección 1, Regla 7:

- Para cada una de las personas designadas como tripulantes del bote de rescate se provee un traje de inmersión de talla adecuada.

Por criterio del proyectista, basado en la recopilación de datos y embarques realizados en buques similares, se decide colocar el mismo número de trajes de inmersión que de chalecos salvavidas. Es decir, se disponen 41 trajes en total, uno para cada persona a bordo ubicado en su respectivo camarote.

Al igual que con los chalecos salvavidas, la disposición de los mismos dentro del buque, se encuentra en el documento PME-PB-020-004.

Insulated Immersion Suit
PS5006

FACTS:	Date: 04.02.2005 Design: PS5006
Type:	Insulated immersion suit
Colour:	Orange
Sizes:	One size: Height: from 140 to 200 cm. Weight from 50 to 100 kg. Oversize: Height: from 190 to 210 cm. Weight from 100 to 160 kg.
Outer fabric:	PU coated nylon
Lining:	Blue polyester lining, insulation 150 g/m².
Stitching:	Polyester
Retro-reflective trim:	1 piece of 5x5 cm retro-reflective trim on hood 2 pieces of 5x10 cm retro-reflective trim on hood 2 pieces of 5x10 cm retro-reflective trim on back 2 pieces of 5x20 cm retro-reflective trim on front sleeves
Wristlets:	Rubber cuffs
Miscellaneous:	Adjustable braces inside the suit for adjustment of height. Loose 3-fingered gloves attached at each wristlet. Neoprene hood. Boots fitted with PU soles and hook/loop intake. Prepared for lifting strap and buddy line. Strap for emergency light. Supplied in a bag
Dimensions (packed):	Approx. 60 x 50 x 20 cm Weight: Approx. 3.2 kg
Optional items:	Lifting strap and buddy line: 590-0041
Main areas of application:	Navy, fishing vessels, offshore, cargo and passenger ships
Approval:	SOLAS 96/98/EC.

1.1.3. Aros salvavidas

Según la reglamentación del SOLAS, la cantidad mínima de aros salvavidas se calcula según la eslora del buque. Tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Eslora del buque en metros	Número mínimo de aros salvavidas
Menos de 100	8
de 100 a menos de 150	10
de 150 a menos de 200	12
200 o más	14

La eslora entre perpendiculares del buque de proyecto es de 65 m, por lo tanto se encuentra en menos de 100 m y la cantidad mínima de aros a colocar es de 8.

Según SOLAS, Capitulo 3, Parte B, Sección 1, Regla 7 (Apéndice 1):

- Tienen que estar distribuidos de manera que estén fácilmente disponibles a cada banda del buque y en lo posible en todas las cubiertas que se extiendan hasta el costado del buque.
- Deben estar estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente y no deben tener fijaciones permanentes.
- Cada aro salvavidas está debidamente identificado con el nombre del barco y puerto de matrícula.

Los 8 aros salvavidas se disponen de la siguiente manera:

- Con rabiza flotante (longitud 2 H_{Estiba} mayor de 30 m). 2, uno a cada banda.
- Con artefacto luminoso, al menos la mitad de los aros, es decir 4:
- Con artefacto luminoso 2, no van a ser los que dispongan de rabiza flotante. Distribuidos 1 por banda.
- Con artefacto luminoso y señales fumígenas: 2 (dispondrán de suelta rápida desde el puente de navegación).

A continuación se adjunta la información sobre los aros salvavidas. El modelo seleccionado es el de 2.5 Kg con sus variantes de rabiza, luces y señales fumígenas. También se adjunta la *Tabla 1* que cuenta con la disposición de los 8 aros salvavidas dentro del buque.

LIFEBUOY 2.5 Kg

Product Group: 821 **Product number: 637991**

General description

Designed for commercial applications, these high quality 76mm (30") 2.5kg lifebuoy rings feature a bright orange polyethylene outer shell with a high density foam fill that will not rot or mould and is unaffected by extreme weather or prolonged outdoor exposure. These lifebuoys are now plugged for your added protection against the elements.

Features

- Plugged to stop water ingress
- Retroreflective tape
- 8mm buoyant hand line
- You can add your vessels name and port of registry

Benefits

- You can fit this life buoy into all standard brackets
- It is now plugged to protect the internal foam from water ingress
- Solas approved A grade retro reflective tape is fitted to increase your visibility at night time
- Bright International orange colour to increase the visibility in the water

Size	76 CM (30")
Weight	2.5kg

Ordering information | Accessories | Approvals

Product Number	Product name
NEW recommended for use on Tankers,Offshore,Explosive environments	
768408	LIFEBUOY LIGHT L161 ATEX/IECEx
New for USCG vessels	
777803	LIFEBUOY LIGHT L162 USCG
777802	LIFEBUOY LIGHT L163 ATEX/IECEX/USCG
If required	
576702	LIFEBUOY LIGHT L90 WITH BATTERY
777805	LIFEBUOY LIGHT L160 MED
777801	LIFEBUOY LIGHT L16 X ADPTER PLATE
606208	FLOATING LIFELINE 30MTR
606209	FLOATING LIFELINE 45MTR
606210	FLOATING LIFELINE 50MTR
606206	RETROREFLECTIVE SOLAS TAPE (MED)
735985	Y BRACKET FOR LIFEBUOY

TABLA 1 - Disposición de aros salvavidas		
Tipo de Aro	**Cantidad**	**Ubicación en el buque**
Con luz de encendido automático y señal fumígena	2	Puente de mando, bandas estribor y babor
Con rabiza	2	Cubierta B, bandas estribor y babor
Con luz de encendido automático	4	1 en castillo de proa, cubierta B
		2 en sección media en cubierta principal, bandas de estribor y babor
		1 en crujía en la zona de pañoles, cubierta principal

La disposición de los aros salvavidas se encuentra en el documento PME-PB-020-004.

1.2. Elementos de señalización

Estos equipos incluyen bengalas de mano, cohetes lanzabengalas con paracaídas y señales fumígenas flotantes, además de aparato radiotelefónico bidireccional de ondas métricas, respondedor de radar y lámpara de señales.

- Cohetes lanzabengalas con paracaídas: En el capítulo III de SOLAS se indica que se deben llevar por lo menos 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas, estibados en el puente de navegación o cerca de este.
- Aparato radio eléctrico: 3 aparatos portátiles.
- Respondedor de radar: 2 respondedores de radar (uno a cada banda). Estarán estibados en lugares desde los que se puedan colocar rápidamente en cualquier embarcación de supervivencia.
- Lámpara de señales: 1 lámpara de señales portátil disponible permanentemente y que no dependa de la energía del buque.

1.3. Embarcaciones de supervivencia y rescate

El buque proyecto llevará balsas salvavidas como embarcaciones de supervivencia y un bote de rescate.

- Balsas salvavidas: Se proveen balsas salvavidas, de modo que la capacidad total disponible a cada banda baste para dar cabida al 150 % del número total de personas que vayan a bordo (SOLAS, Capítulo III, Regla 31, 1.3.2). Por tanto , 2 balsas salvavidas a cada banda con capacidad para 25 personas cada una. No disponen de propulsión ni gobierno. Cada balsa salvavidas cuenta con un dispositivo de apertura automática en caso de que el buque se hunda, denominado puesta a flote por zafada. Este dispositivo es una válvula hidrostática y se acciona con la presión. En el interior de cada balsa, se encuentra todo el equipamiento de emergencias requerido por SOLAS. Apéndice 1.
- Bote de rescate: Los buques de carga llevan por lo menos un bote de rescate. El mismo solo cumple funciones de rescate, no de salvavidas. La puesta a flote se debe realizar en el menor tiempo posible y su recuperación cuando lleve su asignación completa de personas y equipo no será superior a 5 min con mar moderado. SOLAS, Capitulo 3, Parte B, Sección 1, Regla 17 (apéndice 1). Se dispone de un solo bote de rescate en el costado de babor de la cubierta B del tipo MOB (siglas en inglés de man over board) para 4 personas (más 1 tumbada). Se pone a flote mediante un pescante.

A continuación se adjunta la información pertinente para las balsas salvavidas y el bote de rescate seleccionados.

Balsa salvavidas

L025D000

VIKING Liferaft, throw overboard, 25 persons, type DK+

Approved according to SOLAS LSA-code, EC directive 96/98/EC and USCG.

25 persons throw overboard liferaft. For use on commercial vessels, fishing vessels, passenger vessels and offshore installations. The throw overboard liferaft is released from its cradle and thrown overboard, or slides automatically when released. Once waterborne the liferaft inflates on a hard pull of the painter line and is then ready for boarding. Delivered in fibre-glass container.

Bote de rescate

Norsafe as | **TECHNICAL SPECIFICATION**

Made by: J. Dawes Approved by: B. Skaala	**6.5 M MOB** **RESCUE - WORK BOAT**	Rev. date: 18.01.12 Rev. No: 06
Valid from: 30.10.01	**Document No. TEK – 111**	Page 1 of 3

1. TECHNICAL INFORMATION

Dimensions	
Length overall	6,66 m
Length in waterline	6,50 m
Beam	2,55 m
Height	2,90 m
Height, keel to lifting point	1,90 m
Boat Data	
Capacity, maximum	6 persons (15 persons)
Weight, boat with equipment	1.650 kg
Davit load, with 6 persons	2.145 kg (2.888 kg with 15 persons)
Lifting arrangement	Off Load Release Hook
Standard propulsion	39 Hp inboard diesel engine
Colour	Orange (RAL 2004)
Operational Performance	
Speed, approx. with 3 persons	6 knots
Range, approx. with 3 persons	125 nautical miles

Typical data – subject to variation in engine installation and specified equipment.

2. MATERIALS

Hull and deck	Fire retardant glassfibre reinforced polyester (GRP)
Buoyancy material	Polyurethane foam
Console	Fire retardant glassfibre reinforced polyester (GRP)
Deck fittings	Galvanised and stainless steel
Fender	Black PVC
Fuel tank	Seawater resistant aluminium
Hook frame	Coated steel
Painter release	Galvanised steel
Release hook	Galvanised steel
Propeller	Brass
Steering nozzle	GRP
Self-righting frame	Seawater resistant aluminium

1.4. Características y lugar de ubicación en el buque de los medios de señalización

Según SOLAS, Capitulo 3, Parte B, Sección 1, Regla 8:

- Para cada persona que vaya a bordo se provee instrucciones claras que habrá que seguir en caso de emergencia.
- Se fijan cuadros de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia en lugares bien visibles de todo el buque incluyendo el puente de navegación, la cámara de máquinas y los espacios de alojamiento de la tripulación. En el apéndice 1 se encuentra la regla 37 del SOLAS con lo que debe especificar el cuadro de obligaciones e instrucciones para el caso de emergencia.
- Se dispone de señalización de las vías de escape a los puestos de reunión de desembarco.
- El oficial encargado de la guardia de navegación tendrá siempre a su disposición una tabla ilustrada en la que se describan las señales de salvamento. Capítulo 5, Regla 29.
- Se provee un aparato lanzacabos Capítulo 3, Parte B, Sección 1, Regla 18.
- Para transmitir y recibir señales, además de todos los equipos de radiocomunicación requeridos por el SOLAS, capitulo 5, se tiene 3 equipos radio-eléctrico portátil, 2 respondedores de radar, banderas y un proyector de señales luminosas.

Como medio de seguridad se dispone de 8 aparatos respiratorios para evacuación de emergencia (EEBD) y botiquín de primeros auxilios.

1.5. Dentro del plano de arreglo general del buque, disponer los elementos de salvamento determinados en los apartados precedentes

La disposición de los elementos de salvamento se encuentra en el documento PME-PB-020-004. En la *Tabla 2* se encuentran resumidos todos los elementos de salvamento y la cantidad de cada uno.

TABLA 2 - Elementos de salvamento del buque	
Elemento	Cantidad
Bote de rescate (16 personas)	1
Balsas salvavidas (25 personas)	4
Chalecos salvavidas para niños	3
Chalecos salvavidas	41
Aro con luz y señal fumígena	2
Aro con luz	4
Aro con rabiza de 30 m	2
Trajes de inmersión	41
Pescante para bote de rescate	1
Respondedor de radar	2
Lanza cabos	1
Aparato radio eléctrico portátil	3
Señales con paracaídas	12
Tabla de señales de salvamento	1
Proyector de señales	1
Banderas y códigos de señales	1
Botiquín de emergencias	1
Radiobaliza	1
Señales fumígenas flotantes	1
Aparato respiratorio para evacuación	8

1.6. Dispositivos seleccionados de catálogos comerciales

Dispositivos de salvamento seleccionados	
Elemento	Fabricante/Modelo
Bote de rescate (16 personas)	Norsafe 6.5 M MOB Rescue Work Boat
Chalecos salvavidas	Viking Inflatable RescYou Conquest
Traje de inmersión	Viking - Insulated immersion suit PS 5006
Aros salvavidas (2.5 kg)	Wilhelmsen Ships Service
Balsas salvavidas (25 personas)	Viking Liferaft, type DK+

2. Bibliografía

- SOLAS, Edición refundida del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, Julio 2002
- FIORENTINO, N. (2014). *"Unidad VII, Dispositivos salvavidas"*. Apuntes de Alistamiento Naval. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)
- http://www.norsafe.com/
- http://www.viking-life.com/viking.nsf
- http://www.wilhelmsen.com/Pages/wwhome.aspx

3. Apéndice 1

3.1. Reglamentación de SOLAS para los dispositivos flotantes

Regla 7

Dispositivos individuales de salvamento

1 Aros salvavidas

1.1 Los aros salvavidas, que cumplirán lo prescrito en el párrafo 2.1.1 del Código, irán:

.1 distribuidos de modo que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque, y, en la medida de lo posible, en todas las cubiertas expuestas que se extiendan hasta el costado del buque; habrá por lo menos uno en las proximidades de la popa; y

.2 estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente y no estarán sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.

1.2 A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante que cumpla lo prescrito en el párrafo 2.1.4 del Código, de una longitud igual por lo menos al doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 m, si este valor es superior.

1.3 La mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático que cumplan lo prescrito en el párrafo 2.1.2 del Código; al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático que cumplan lo prescrito en el párrafo 2.1.3 del Código y se podrán soltar rápidamente desde el puente de navegación; los aros salvavidas provistos de luces y los provistos de luces y de señales fumígenas irán distribuidos por igual a ambas bandas del buque y no serán aquéllos que están provistos de rabiza de conformidad con lo prescrito en el párrafo 1.2.

1.4 En cada aro salvavidas se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque que lo lleve y su puerto de matrícula.

3 Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie

Para cada una de las personas designadas como tripulantes del bote de rescate o como miembros de la cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino se proveerá un traje de inmersión de talla adecuada que cumpla lo prescrito en la sección 2.3 del Código o un traje de protección contra la intemperie de talla adecuada que cumpla lo prescrito en la sección 2.4 del Código. Cuando el buque esté destinado continuamente a efectuar viajes en zonas de clima cálido en las que a juicio de la Administración la protección térmica es innecesaria no habrá que llevar dicha indumentaria protectora.

2 Chalecos salvavidas

2.1 Para cada una de las personas que vayan a bordo se proveerá un chaleco salvavidas que cumpla lo prescrito en los párrafos 2.2.1 ó 2.2.2 del Código y, además:

.1 un número de chalecos salvavidas apropiados para niños igual por lo menos al 10% del total de pasajeros que vayan a bordo, o un número mayor si es necesario, de modo que haya un chaleco salvavidas para cada niño; y

.2 un número suficiente de chalecos salvavidas para las personas encargadas de la guardia y para utilizarlos en los puestos de embarcaciones de supervivencia alejados. Los chalecos salvavidas destinados a las personas encargadas de la guardia se estibarán en el puente, la cámara de control de máquinas y cualquier otro puesto que tenga dotación de guardia.

2.2 Los chalecos salvavidas se colocarán de modo que sean fácilmente accesibles y su emplazamiento estará claramente indicado. Cuando a causa de la disposición especial del buque los chalecos salvavidas provistos de conformidad con lo prescrito en el párrafo 2.1 resulten inaccesibles, se tomarán otras medidas que la Administración juzgue satisfactorias, como, por ejemplo un aumento del número de chalecos salvavidas que se han de llevar.

2.3 Los chalecos salvavidas que se utilicen en botes salvavidas totalmente cerrados, salvo los botes salvavidas de caída libre, no deberán ser un obstáculo para entrar en el bote o sentarse, ni para ponerse los cinturones instalados en los asientos del bote.

2.4 Los chalecos salvavidas elegidos para los botes salvavidas de caída libre, así como la forma en que se lleven o pongan, no deberán entorpecer la entrada en el bote ni afectar a la seguridad de los ocupantes o al manejo del bote.

3.2. Reglamentación de SOLAS para los medios de señalización

Regla 37

Cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia

1 En el cuadro de obligaciones se especificarán pormenores relativos al sistema de alarma general de emergencia y de megafonía prescrito en la sección 7.2 del Código, así como las medidas que la tripulación y los pasajeros deben tomar cuando suene esa alarma. En el cuadro de obligaciones se especificará asimismo el modo en que se dará la orden de abandono del buque.

2 En todos los buques de pasaje habrá procedimientos establecidos para localizar y rescatar a los pasajeros atrapados en los camarotes.

3 En el cuadro de obligaciones se indicarán los cometidos de los diversos tripulantes, incluidos:

- **.1** el cierre de las puertas estancas, las puertas contraincendios, las válvulas, los imbornales, los portillos, las lumbreras, los portillos de luz y otras aberturas análogas del buque;
- **.2** la colocación de equipo en las embarcaciones de supervivencia y en los demás dispositivos de salvamento;
- **.3** la preparación y la puesta a flote de las embarcaciones de supervivencia;
- **.4** la preparación general de los otros dispositivos de salvamento;
- **.5** la reunión de los pasajeros;
- **.6** el empleo del equipo de comunicaciones;
- **.7** la composición de las cuadrillas de lucha contra incendios; y
- **.8** los cometidos especiales asignados en relación con la utilización del equipo y de las instalaciones contraincendios.

4 En el cuadro de obligaciones se especificará cuáles son los oficiales designados para hacer que los dispositivos de salvamento y de lucha contra incendios se conserven en buen estado y estén listos para su utilización inmediata.

5 En el cuadro de obligaciones se especificarán los sustitutos de las personas clave susceptibles de quedar incapacitadas, teniendo en cuenta que distintas situaciones de emergencia pueden exigir actuaciones distintas.

6 En el cuadro de obligaciones se indicarán los diversos cometidos que se asignen a los tripulantes en relación con los pasajeros en casos de emergencia. Estos cometidos consistirán en:

- **.1** avisar a los pasajeros;
- **.2** comprobar que los pasajeros están adecuadamente abrigados y se han puesto bien el chaleco salvavidas;
- **.3** reunir a los pasajeros en los puestos de reunión;
- **.4** mantener el orden en pasillos y escaleras y, en general, vigilar los movimientos de los pasajeros; y
- **.5** comprobar que se lleva una provisión de mantas a las embarcaciones de supervivencia.

7 El cuadro de obligaciones se preparará antes de que el buque se haga a la mar. Si una vez preparado el cuadro de obligaciones se produce algún cambio en la tripulación que obligue a modificarlo, el capitán lo revisará o preparará uno nuevo.

8 El formato del cuadro de obligaciones utilizado en los buques de pasaje deberá estar aprobado.

Regla 8

Cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia

1 La presente regla es aplicable a todos los buques.

2 Para cada persona que vaya a bordo se proveerán instrucciones claras que habrá que seguir en caso de emergencia. En los buques de pasaje, estas instrucciones se formularán en el idioma o los idiomas exigidos por el Estado de abanderamiento del buque y en inglés.

3 En lugares bien visibles de todo el buque, incluidos el puente de navegación, la cámara de máquinas y los espacios de alojamiento de la tripulación, se fijarán cuadros de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia que cumplan lo prescrito en la regla 37.

4 En los camarotes de los pasajeros se fijarán ilustraciones e instrucciones en los idiomas apropiados, y éstas se expondrán claramente en los puestos de reunión y en otros espacios destinados a los pasajeros, con objeto de informar a éstos sobre:

- **.1** su puesto de reunión;
- **.2** su comportamiento esencial en caso de emergencia; y
- **.3** la forma de ponerse los chalecos salvavidas.

3.3. Reglamentación de SOLAS para las balsas salvavidas y botes de rescate

Regla 16

Medios de puesta a flote y de recuperación de las embarcaciones de supervivencia

1 Salvo disposición expresa en otro sentido, se proveerán dispositivos de puesta a flote y de embarco que cumplan lo prescrito en la sección 6.1 del Código para todas las embarcaciones de supervivencia, excepto aquéllas:

.1 en las que se embarque desde un lugar en cubierta a menos de 4,5 m por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo y cuya masa no exceda de 185 kg; o

.2 en las que se embarque desde un lugar en cubierta situado a menos de 4,5 m por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo y que estén estibadas de forma que se puedan poner a flote directamente desde la posición de estiba, en condiciones desfavorables, con un asiento de hasta 10° y una escora de hasta 20° a una u otra banda; o

.3 que haya además de las embarcaciones de supervivencia para el 200% del número total de personas que vayan a bordo del buque y cuya masa no exceda de 185 kg; o

.4 que haya además de las embarcaciones de supervivencia para el 200% del número total de personas que vayan a bordo del buque y que estén estibadas de forma que se puedan poner a flote directamente desde la posición de estiba, en condiciones desfavorables, con un asiento de hasta 10° y una escora de hasta 20° a una u otra banda; o

.5 que se provean para ser utilizadas con un sistema de evacuación marino que cumpla lo prescrito en la sección 6.2 del Código y que están estibadas de forma que se puedan poner a flote directamente desde la posición de estiba, en condiciones desfavorables, con un asiento de hasta 10° y una escora de hasta 20° a una u otra banda.

2 Cada bote salvavidas irá provisto de un dispositivo que permita ponerlo a flote y recuperarlo. Además se dispondrá de medios para suspender el bote salvavidas de modo que se pueda liberar el aparejo de suelta para su mantenimiento.

3 Los medios de puesta a flote y de recuperación serán tales que el operario encargado del dispositivo a bordo del buque pueda observar la embarcación de supervivencia en todo momento durante la puesta a flote y, si se trata de botes salvavidas, en todo momento durante la recuperación.

4 Se utilizará un solo tipo de mecanismo de suelta para las embarcaciones de supervivencia de tipo análogo que se lleven en el buque.

5 La preparación y el manejo de embarcaciones de supervivencia en uno cualquiera de los puestos de puesta a flote no deberá entorpecer la preparación y el manejo rápidos de ninguna otra embarcación de supervivencia o bote de rescate en ningún otro puesto.

6 Cuando se utilicen tiras en los dispositivos de puesta a flote, éstas tendrán la longitud suficiente para que las embarcaciones de supervivencia lleguen al agua cuando el buque está en la flotación de navegación marítima con calado mínimo y en condiciones desfavorables, con un asiento de hasta 10° y una escora de hasta 20° a una u otra banda.

7 Durante la preparación y la puesta a flote, la embarcación de supervivencia, su dispositivo de puesta a flote y la zona del agua en que la embarcación vaya a ser puesta a flote estarán adecuadamente iluminados con alumbrado suministrado por la fuente de energía eléctrica de emergencia prescrita en la regla II-1/42 o II-1/43, según proceda.

8 Se dispondrá de medios para evitar cualquier descarga de agua en la embarcación de supervivencia mientras se esté abandonando el buque.

9 Si hay peligro de que las aletas estabilizadoras del buque causen daños a la embarcación de supervivencia, se dispondrá de medios alimentados por una fuente de energía de emergencia para retraer las aletas hacia el interior del buque; en el puente de navegación habrá indicadores alimentados por una fuente de energía de emergencia que muestren la posición de las aletas.

10 Si se llevan botes salvavidas parcialmente cerrados que cumplan lo prescrito en la sección 4.5 del Código, se proveerá un nervio tendido entre las cabezas de los pescantes al que vayan fijados dos cabos salvavidas al menos cuya longitud sea suficiente para llegar al agua cuando el buque está en la flotación de navegación marítima con calado mínimo y en condiciones desfavorables, con un asiento de hasta 10° y una escora de hasta 20° a una u otra banda.

Regla 17

Medios de embarco, de puesta a flote y de recuperación de los botes de rescate

1 Los medios de embarco y de puesta a flote de los botes de rescate serán tales que permitan efectuar el embarco en dichos botes y ponerlos a flote en el menor tiempo posible.

2 Si el bote de rescate es una de las embarcaciones de supervivencia del buque, los medios de embarco y el puesto de puesta a flote cumplirán lo prescrito en las reglas 11 y 12.

3 Los medios de puesta a flote cumplirán lo prescrito en la regla 16. No obstante, todos los botes de rescate se podrán poner a flote, utilizando bozas en caso necesario, cuando el buque lleve una arrancada avante de hasta 5 nudos en aguas tranquilas.

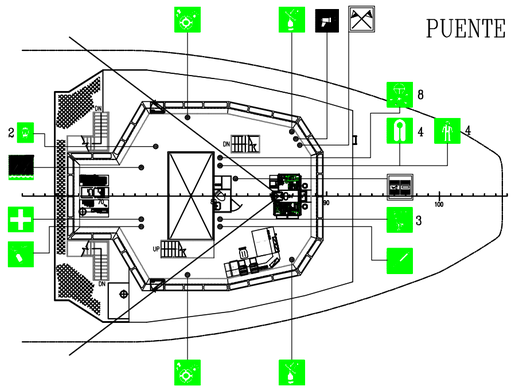
4 El tiempo de recuperación del bote de rescate cuando lleve su asignación completa de personas y equipo no será superior a 5 min con mar moderada. Si el bote de rescate es también un bote salvavidas, será posible recuperarlo en ese tiempo cuando lleve todo el equipo que le corresponda como bote salvavidas y la asignación de personas aprobada que le corresponda como bote de rescate, la cual será como mínimo de seis personas.

5 Los medios de embarco y de recuperación de los botes de rescate estarán dispuestos de modo que permitan manejar con seguridad y eficacia a una persona transportada en camilla. Con fines de seguridad, se proveerán estrobos de recuperación para cuando haga mal tiempo si los cuadernales pesados constituyen un peligro.

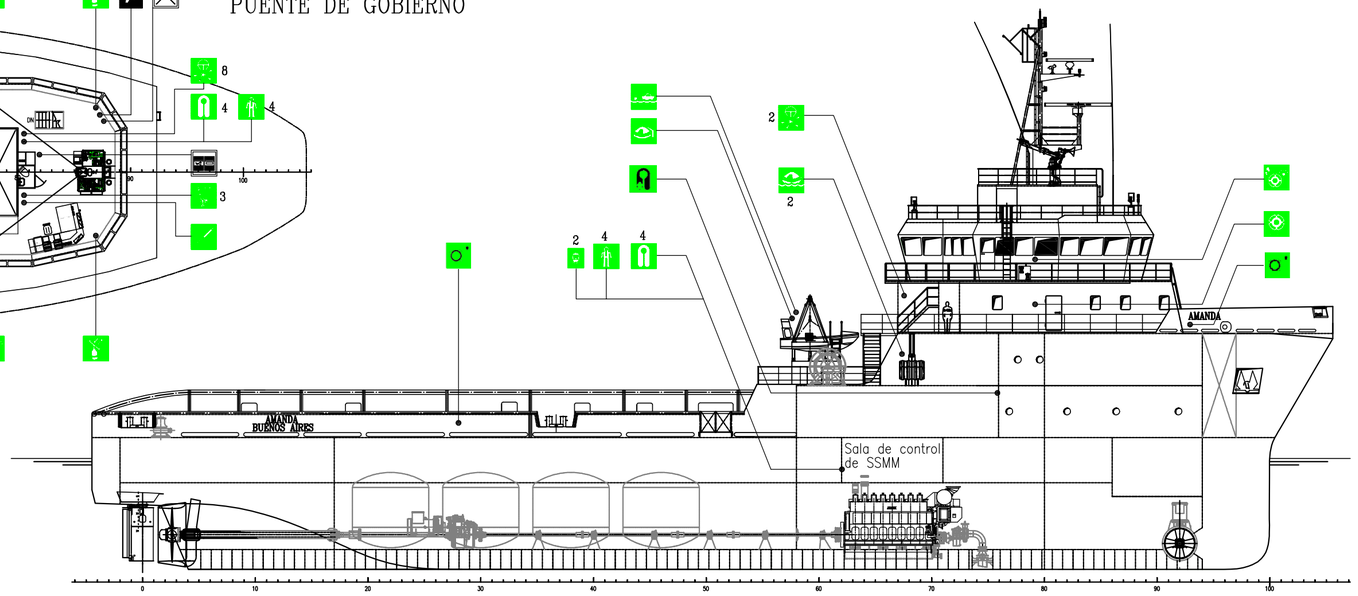
3.4. Equipamiento de emergencias requerido por SOLAS para balsas y botes salvavidas

SOLAS A Pack liferaft																
Contents	**6**	**8**	**10**	**12**	**16**	**20**	**25**	**35**	**37**	**39**	**50**	**51**	**100**	**101**	**150**	**153**
Emergency pack equipment																
Parachute rocket signals	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Handflares	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Signal lamp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dry cell (spare) for signal lamp	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bulb (spare) for signal lamp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Whistle	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Signalling mirror	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Emergency ration (kg)	3	4	5	6	8	10	12.5	17.5	18.5	19.5	25	25.5	50	50.5	75	76,3
Drinking water (ltr)	9.5	12.5	15.5	18.5	24.5	30.5	38	53	55.5	58.5	79	79	150	151.5	225.5	230
Drinking cup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Safety tin opener	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fishing tackle	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
First aid kit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Anti-seasickness tablets	36	48	60	72	96	120	150	210	222	234	300	306	600	606	900	918
Bailer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sponges	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Instructions for survival	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Table of life-saving signals	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sea anchor & cord	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scissors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Smoke signals	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Seasickness bags	6	8	10	12	16	20	25	35	37	39	50	51	100	101	150	153
Survival bags	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	5	6	10	11	15	16
Buoyant safety knife	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

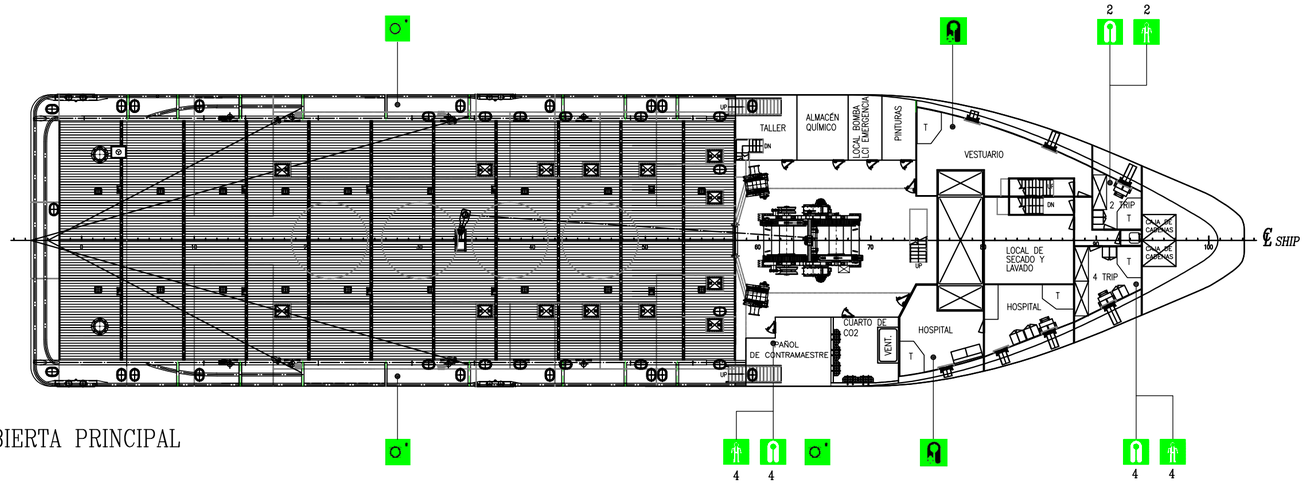
Liferaft equipment																
Bailer	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Radar reflector	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operational instructions	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sea anchor & cord	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Buoyant safety knife	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4
Paddles (pcs.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
Repair kit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bellows	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Rescue quoit & line	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1
Water bags (set)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desalter	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	1



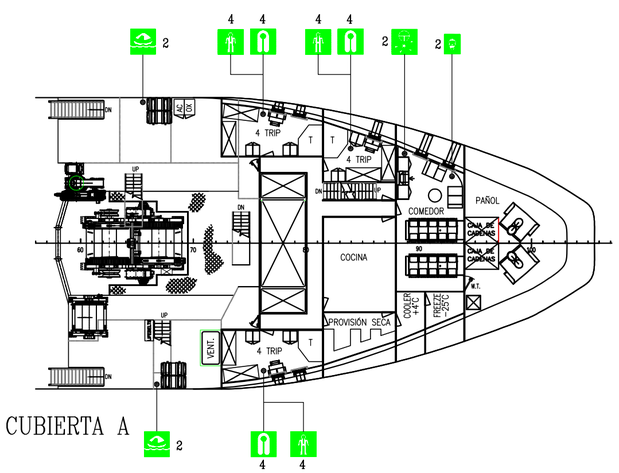
PUENTE DE GOBIERNO



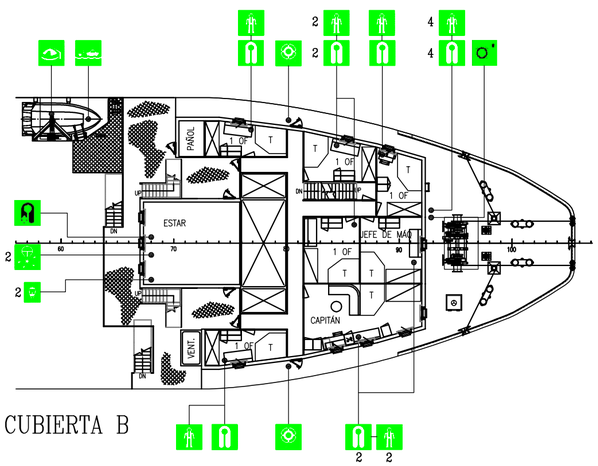
PERFIL



CUBIERTA PRINCIPAL



CUBIERTA A



CUBIERTA B

SIMBOLO *SYMBOL*	NOS.	DESCRIPCION *DESCRIPTION*	OBSERVACIONES *REMARKS*
	4	BALSA SALVAVIDAS (25 Personas) *LIFERAFT OF* 25 Persons	
	3	CHALECO SALVAVIDAS PARA NIÑO *CHILD'S LIFEJACKET.*	
	41	CHALECO SALVAVIDAS. *LIFEJACKET.*	
	2	ARO SALVAVIDAS CON LUZ ENCENDIDO AUTOMATICO Y SEÑAL FUMIGERA. *LIFEBOUY WITH LIGHT AND SMOKE.*	
	2	ARO SALVAVIDAS CON RABIZA DE 30 m. *LIFE BOUY WITH 30 m. LINE*	
	4	ARO SALVAVIDAS CON LUZ ENCENDIDO AUTOMÁTICO. *LIFEBOUY WITH LIGHT.*	
	1	RESPONDEDOR DE RADAR. *SART*	
	3	APARATO RADIO-ELECTRICO PORTATIL. *SURVIVAL CRAFT PORTABLE RADIO.*	
	1	APARATO LANZACABOS ALCANCE 230 m. *LINE-THROWING DEVICE WITH 230 m. REACH.*	
	12	COHETE DE SEÑALES DE LUZ ROJA CON PARACAIDAS *PARACHUTE RED SIGNAL ROCKET*	
	1	TABLA DE SEÑALES DE SALVAMENTO *TABLES OF RESCUE SIGNAL*	
	1	PROYECTOR DE SEÑALES *SIGNAL SEARCHLIGHT*	
	1	BANDERAS Y CODIGO DE SEÑALES *FLAGS AND SIGNAL CODE*	
	1	BOTIQUIN TIPO B *FIRST AID KIT TIPE B*	
	1	RADIOBALIZA. *EPIRB.*	
	1	BOTE DE RESCATE. (16 Personas máx) *RESCUE BOAT* (16 Persons max)	
	41	TRAJE DE INMERSION. *INMERSION SUIT.*	
	1	PESCANTE BOTE DE RESCATE *DAVID TO LOWER RESCUE BOAT TO THE WATER*	
	1	SEÑALES FLUMIGENAS FLOTANTES *FLOATING SMOKE SIGNAL*	
	8	APARATO RESPIRATORIO PARA EVACUACIÓN DE EMERGENCIA. *PERSONAL EQUIPMENT.*	

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: Medina Pablo			
FECHA: 06/09/2016			

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	B	1	1

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:250	PME-PB-020-004	A2

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	CORR. SEGÚN COMM NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

DISPOSICIÓN DE DISPOSITIVOS SALVAVIDAS

Parte XIV

Cálculo de la integridad al fuego

PME-PB-020-005
Revisión B
VB:

Índice

1. Introducción **3**

2. Método **3**

2.1. Materiales 4

2.2. Tipos de divisiones 4

2.3. Mamparos y cubiertas 5

2.4. Clasificación 6

3. Bibliografía **9**

1. Introducción

Se determina el tipo de resistencia estructural al fuego de los mamparos y cubiertas siguiendo las recomendaciones del SOLAS Ch. II-2. Como determina la Ordenanza Marítima N° 2/02.

3.1.1 *Buques de carga y Buques de pasajeros*:

3.1.1.1 Todo buque de carga, salvo lo prescrito más abajo, o de pasajeros, que realice navegación marítima Nacional irrestricta, cumplirá en lo que respecta a la protección estructural contra incendios, (estructura, resistencia a las llamas de mamparos, cubiertas y medios de escape, integridad de mamparos dentro de las zonas verticales o espacios de alojamiento y del sistema de ventilación) con lo prescrito en el Convenio SOLAS.

2. Método

Según lo establecido por el SOLAS en la siguiente regla:

3.1.2 Cielos rasos y revestimientos

3.1.2.1 En los buques de pasaje, salvo en los espacios de carga, todos los revestimientos, rastreles, cielos rasos y pantallas supresoras de corrientes de aire serán de materiales incombustibles, salvo en carterías, pañoles de equipaje, saunas o compartimientos refrigerados de los espacios de servicio. Los mamparos o cubiertas parciales que se utilicen para subdividir un espacio por razones utilitarias o estéticas serán también de materiales incombustibles.

3.1.2.2 En los buques de carga, todos los revestimientos, cielos rasos, pantallas supresoras de corrientes de aire y los rastreles correspondientes serán de materiales incombustibles en los espacios siguientes:

.1 en los espacios de alojamiento y de servicio y en los puestos de control de los buques para los que se especifique el Método IC indicado en la regla 9.2.3.1; y

.2 en los pasillos y troncos de escalera que conduzcan a los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control de los buques para los que se especifiquen los Métodos IIC y IIIC indicados en la regla 9.2.3.1.

Se opta por utilizar el método IC. Las características del mismo, están dadas por el SOLAS, en la siguiente regla:

5.5 *Buques de carga*

Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control de los buques de carga estarán protegidos con un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios y/o un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contraincendios, dependiendo del método de protección adoptado de conformidad con lo dispuesto en la regla 9.2.3.1.

5.5.1 *Método IC* - Habrá un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios instalado y dispuesto de manera que detecte la presencia de humo en todos los pasillos, las escaleras y las vías de evacuación situados dentro de los espacios de alojamiento.

2.1. Materiales

3 Materiales de protección contra incendios

3.1 *Utilización de materiales incombustibles*

3.1.1 Materiales aislantes

Los materiales aislantes serán incombustibles, salvo en los espacios de carga, carterías, pañoles de equipaje y compartimientos refrigerados de los espacios de servicio. Los acabados anticondensación y los adhesivos utilizados con el material aislante de los sistemas de producción de frío y de los accesorios de las tuberías correspondientes no tienen que ser incombustibles, pero se aplicarán en la menor cantidad posible y sus superficies expuestas tendrán características de débil propagación de la llama.

Todos los mamparos y cubiertas dispuestos en la zona de habilitación deben ser de materiales incombustibles, y de acero. El tipo de integridad de cada uno se determina en los apartados subsiguientes.

2.2. Tipos de divisiones

Según el SOLAS se clasifican de la siguiente manera:

2 *Divisiones de clase "A"*: las formadas por mamparos y cubiertas que satisfacen los criterios siguientes:

.1 son de acero u otro material equivalente;

.2 están convenientemente reforzadas;

.3 están aisladas con materiales incombustibles aprobados, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 140°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180°C por encima de la temperatura inicial en los intervalos de tiempo indicados a continuación:

clase "A-60"	60 min
clase "A-30"	30 min
clase "A-15"	15 min
clase "A-0"	0 min

.4 están construidas de manera que puedan impedir el paso del humo y de las llamas hasta el final del ensayo normalizado de exposición al fuego de una hora de duración; y

.5 la Administración exigió que se realizara una prueba con un prototipo de mamparo o cubierta de conformidad con lo dispuesto en el Código de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego para asegurarse de que satisface las prescripciones anteriores sobre integridad y aumento de la temperatura.

4 *Divisiones de clase "B"*: las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos o revestimientos que satisfacen los criterios siguientes:

.1 están construidas con materiales incombustibles aprobados y todos los materiales utilizados en su construcción y montaje son

incombustibles, si bien podrá autorizarse el empleo de chapas combustibles a condición de que satisfagan otras prescripciones apropiadas del presente capítulo;

.2 tienen un valor de aislamiento tal que la temperatura media de la cara no expuesta no sube más de 140°C por encima de la temperatura inicial, y la temperatura no sube en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225°C por encima de la temperatura inicial en los intervalos de tiempo indicados a continuación:

clase "B-15" 15 min

clase "B-0" 0 min

.3 están construidas de manera que impidan el paso de las llamas hasta el final de la primera media hora del ensayo normalizado de exposición al fuego; y

.4 la Administración exigió que se realizara una prueba con un prototipo de división de conformidad con lo dispuesto en el Código de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego para asegurarse de que satisface las prescripciones anteriores sobre integridad y aumento de la temperatura.

10 *Divisiones de clase "C"*: las construidas con materiales incombustibles aprobados. No es necesario que satisfagan las prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni las limitaciones relativas al aumento de la temperatura. Está autorizado el empleo de chapas combustibles a condición de que éstas satisfagan las prescripciones del presente capítulo.

2.3. Mamparos y cubiertas

De acuerdo al tipo de espacio a proteger y los espacios adyacentes se determina el tipo de aislación que debe cumplir cada mamparo y cubierta de acuerdo con las siguientes tablas dada por el SOLAS.

Tabla 9.3 – Integridad al fuego de los mamparos que separan espacios adyacentes

Espacios		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Puestos de control	(1)	A-0[c]	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60		A-60
Pasillos	(2)		C[c]	B-0[c]	A-0[a] B-0[c]	B-0[c]	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0[d]		A-15
Espacios de alojamiento	(3)			C[c]	A-0[a] B-0[c]	B-0[c]	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0[d]		A-30 A-0[d]
Escaleras	(4)				A-0[a] B-0[c]	A-0[a] B-0[c]	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0[d]		A-15
Espacios de servicio (riesgo limitado)	(5)					C[c]	A-60	A-0	A-0	A-0		A-0
Espacios de categoría A para máquinas	(6)							A-0	A-0	A-60		A-60
Otros espacios de máquinas	(7)							A-0[b]	A-0	A-0		A-0
Espacios de carga	(8)									A-0		A-0
Espacios de servicio (riesgo elevado)	(9)									A-0[b]		A-30
Cubiertas expuestas	(10)											A-0
Espacios de categoría especial y espacios de carga rodada	(11)											A-0

Tabla 9.4 – Integridad al fuego de las cubiertas que separan espacios adyacentes

Espacio inferior↓ Espacio superior→	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Puestos de control (1)	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0		A-30
Pasillos (2)	A-0			A-0		A-60	A-0	A-0	A-0		A-0
Espacios de alojamiento (3)	A-60	A-0		A-0		A-60	A-0	A-0	A-0		A-30 A-0[d]
Escaleras (4)	A-0	A-0	A-0		A-0	A-60	A-0	A-0	A-0		A-0
Espacios de servicio (riesgo limitado) (5)	A-15	A-0	A-0	A-0		A-60	A-0	A-0	A-0		A-0
Espacios de categoría A para máquinas (6)	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60		A-60[f]	A-30	A-60		A-60
Otros espacios de máquinas (7)	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0		A-0	A-0		A-0
Espacios de carga (8)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0		A-0		A-0
Espacios de servicio (riesgo elevado) (9)	A-60	A-30 A-0[d]	A-30 A-0[d]	A-30 A-0[d]	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0		A-30
Cubiertas expuestas (10)										*	A-0
Espacios de categoría especial y de carga rodada (11)	A-60	A-15	A-30 A-0[d]	A-15	A-0	A-30	A-0	A-0	A-30	A-0	A-0

Notas: Aplicables a las tablas 9.3 y 9.4, según proceda

a Para determinar el tipo aplicable en cada caso, véanse los párrafos 2.2.2 y 2.2.5.

b Cuando los espacios sean de la misma categoría numérica y aparezca el índice "b", sólo se exigirá un mamparo o una cubierta del tipo indicado en las tablas si los espacios adyacentes se destinan a fines distintos (por ejemplo, en la categoría (9)). No hará falta colocar un mamparo entre dos cocinas contiguas, pero entre una cocina y un pañol de pinturas sí deberá haber un mamparo de clase "A-0".

c Los mamparos que separen la caseta de gobierno y el cuarto de derrota podrán ser de clase "B-0".

d Véanse los párrafos 2.2.4.2.3 y 2.2.4.2.4.

e Para la aplicación de lo dispuesto en el párrafo 2.2.1.1.2, cuando "B-0" y "C" aparezcan en la tabla 9.3 se les atribuirá el valor de "A-0".

f No será necesario instalar aislamiento contra el fuego en un espacio de máquinas de categoría (7) si la Administración considera que el riesgo de incendio en dicho espacio es pequeño o nulo.

* Cuando en las tablas aparezca un asterisco, ello significa que la división habrá de ser de acero u otro material equivalente, pero no necesariamente de la clase "A". Sin embargo, salvo en espacios de categoría (10), cuando una cubierta esté perforada para dar paso a cables eléctricos, tuberías o conductos de ventilación, la perforación será estanca para evitar el paso de las llamas y el humo. Las divisiones entre puestos de control (generadores de emergencia) y cubiertas expuestas podrán tener aberturas para la entrada de aire sin medios de cierre, a menos que se haya instalado un sistema fijo de extinción de incendios por gas.
Para la aplicación de lo dispuesto en el párrafo 2.2.1.1.2, cuando en la tabla 9.4 aparezca un asterisco, a éste se le atribuirá el valor de "A-0", salvo en el caso de las categorías (8) y (10).

2.4. Clasificación

A partir de las siguientes clasificaciones dadas por el SOLAS:

(1) *Puestos de control*

Espacios en que se encuentran las fuentes de energía y de alumbrado de emergencia.

Caseta de gobierno y cuarto de derrota.

Espacios en que se encuentra el equipo radioeléctrico del buque.

Puestos de control de incendios.

Cámara de control de las máquinas propulsoras, si se halla situada fuera del espacio de máquinas.

Espacios en que está centralizado el equipo de alarma contraincendios.

Espacios en que están centralizados los puestos y el equipo del sistema megafónico de emergencia.

Se clasifica tipo (1):

- Puente de Navegación.
- Cuarto de Control de la Sala de Máquinas.
- Cubierta superior al puente de navegación. Donde se encuentra el generador de emergencia.
- Cuarto de CO_2

(2) *Pasillos*

Pasillos y vestíbulos para uso de los pasajeros y de la tripulación.

Se clasifica tipo (2):

- Todos los pasillos de la zona de habilitación

(3) *Espacios de alojamiento*

Espacios definidos en la regla 3.1, excluidos los pasillos.

Se clasifica tipo (3):

- Camarotes
- Sala de estar
- Comedor
- Hospital
- Vestuario

(4) *Escaleras*

Escaleras interiores, ascensores, vías de evacuación de emergencia totalmente cerradas y escaleras mecánicas (salvo que estén totalmente dentro de los espacios de máquinas), y los cerramientos correspondientes.

A este respecto, una escalera que esté cerrada solamente en un nivel se considerará parte del espacio del que no esté separada por una puerta contraincendios.

Se clasifica tipo (4):

- Las escaleras internas de la zona de habilitación.
- Las escaleras para acceder a la Sala de máquinas se clasifican de la misma manera, ya que solo tienen un nivel.

(5) *Espacios de servicio (riesgo limitado)*

Armarios y pañoles que no están previstos para el almacenamiento de líquidos inflamables y que tienen una superficie inferior a 4 m^2, y cuartos de secado y lavanderías.

No se clasifica ningún local dentro de este tipo, ya que la lavandería y el cuarto de secado, tienen una superficie superior a los 4 m^2.

(6) *Espacios de categoría A para máquinas*

Espacios definidos en la regla 3.31.

Se clasifica tipo (6):

- Sala de máquinas, en sus dos niveles
- Escaleras en sala de máquinas
- Chimenea

(7) *Otros espacios de máquinas*

Espacios en que se encuentra el equipo eléctrico (central telefónica automática, espacios de los conductos del aire acondicionado).

Espacios definidos en la regla 3.30, excluidos los espacios de categoría A para máquinas.

Se clasifica tipo (7):

- Ducto de tuberías, cables y HVAC
- Ventilación de la zona de habilitación
- Cuarto del servo motor
- Zona de carga, en sus dos niveles

(8) *Espacios de carga*

Todos los espacios destinados a contener carga (incluidos los tanques de carga de hidrocarburos) que no sean espacios de categoría especial, y los troncos y las escotillas de acceso a los mismos.

Se clasifica tipo (8):

- Todos los mamparos que delimiten tanques de carga.

(9) *Espacios de servicio (riesgo elevado)*

Cocinas, oficios equipados para cocinar, pañoles de pintura, armarios y pañoles con una superficie igual o superior a 4 m^2, espacios para el almacenamiento de líquidos inflamables, saunas y talleres que no forman parte de los espacios de máquinas.

Se clasifica tipo (9):

- Cocina
- Pañoles de proa (Cubierta A) y de popa (Cubierta B - Babor)
- Cuarto de pinturas, almacén químico, talleres.
- Tanques de combustible.
- Despensas (provisiones secas, carne y verduras)
- Lavandería
- Cuarto de secado

(10) *Cubiertas expuestas*

Espacios de la cubierta expuesta y zonas protegidas del paseo de cubierta con un riesgo de incendio pequeño o nulo. Las zonas protegidas del paseo de cubierta no deben presentar un gran riesgo de incendio, es decir, que los enseres se limitarán al mobiliario de cubierta. Además, estos espacios estarán ventilados naturalmente mediante aberturas permanentes. Espacios descubiertos (los situados fuera de las superestructuras y casetas).

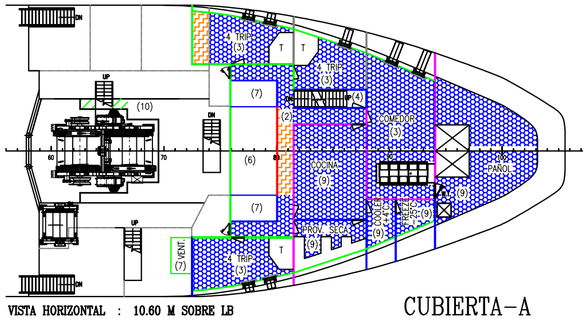
Se clasifica tipo (10):

- Cubierta principal.
- Pasillos exteriores de circulación, fuera de la zona de habilitación.

El material utilizado para las pasarelas y plataformas de la Sala de Máquinas es de acero y el tipo de aislación se específica en las Tablas 9.3 y 9.4 del SOLAS.

3. Bibliografía

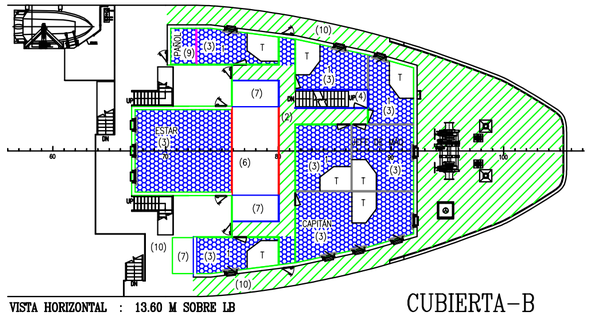
- OMI, *Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS)*, Capítulo II-I Regla 12. Londres, Julio 2002.
- PNA, *OM N° 2-02*. Abril 2002.



VISTA HORIZONTAL : 10.60 M SOBRE LB

CUBIERTA-A

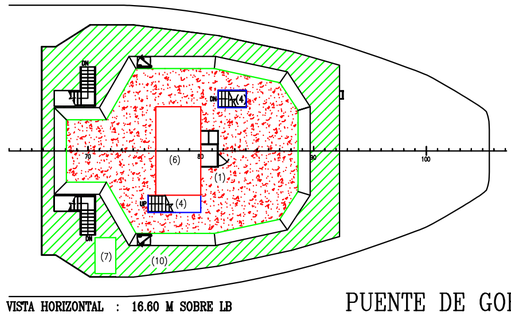
CUBIERTA-A		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(3)	Espacios de alojamiento	Camarotes
		Comedor
(2)	Pasillos	Pasillo de habilitación
(4)	Escaleras	Escaleras de habilitación
(6)	Espacios de máquinas tipo A	Chimenea
(7)	Otros espacios de máquinas	Ductos de ventilación
(9)	Espacios de servicio (alto riesgo)	Despensas
		Pañol de proa
		Cocina
(10)	Cubiertas abiertas	Pasillos exteriores



VISTA HORIZONTAL : 13.60 M SOBRE LB

CUBIERTA-B

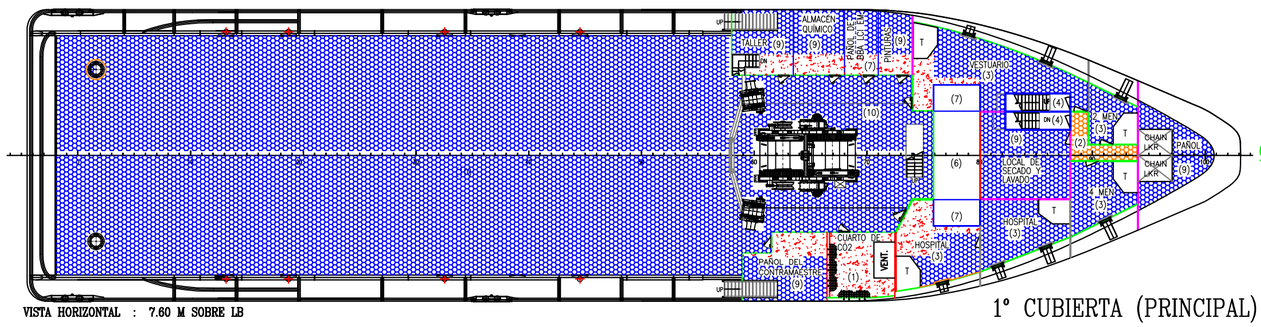
CUBIERTA-B		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(3)	Espacios de alojamiento	Camarotes
		Estar
(2)	Pasillos	Pasillo de habilitación
(4)	Escaleras	Escaleras de habilitación
(6)	Espacios de máquinas tipo A	Chimenea
(7)	Otros espacios de máquinas	Ductos de ventilación
(9)	Espacios de servicio (alto riesgo)	Pañol babor
(10)	Cubiertas abiertas	Pasillos exteriores



VISTA HORIZONTAL : 16.60 M SOBRE LB

PUENTE DE GOBIERNO

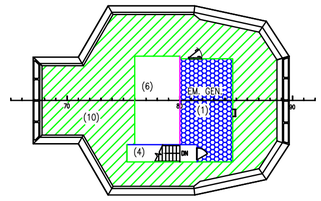
PUENTE DE GOBIERNO		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(1)	Estaciones de control	Puente de comando
(4)	Escaleras	Escaleras de habilitación
(6)	Espacios de máquinas tipo A	Chimenea
(7)	Otros espacios de máquinas	Ductos de ventilación
(10)	Cubiertas abiertas	Pasillos exteriores



VISTA HORIZONTAL : 7.60 M SOBRE LB

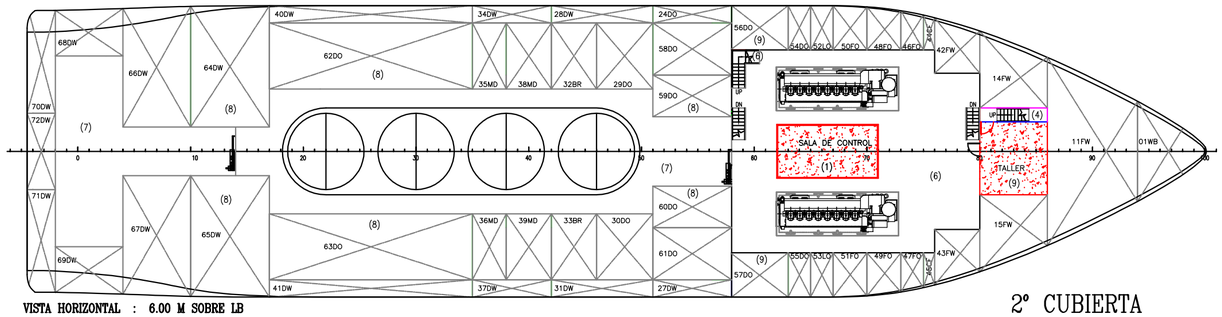
1° CUBIERTA (PRINCIPAL)

1° CUBIERTA (PRINCIPAL)		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(1)	Estaciones de control	Cuarto de CO2
(2)	Pasillos	Pasillo de habilitación
(3)	Espacios de alojamiento	Camarotes
		Hospital
		Vestuario
(4)	Escaleras	Escaleras habilitación
(6)	Espacios de máquina tipo A	Chimenea
(7)	Otros espacios de máquina	Pañol de bba de em LCI
		Ductos de ventilación
(9)	Espacios de servicio (alto riesgo)	Taller
		Almacén químico
		Local de pinturas
		Pañol - contramaestre
		Pañol de proa
(10)	Cubiertas abiertas	Cubierta principal



CUBIERTA-SOBRE PUENTE

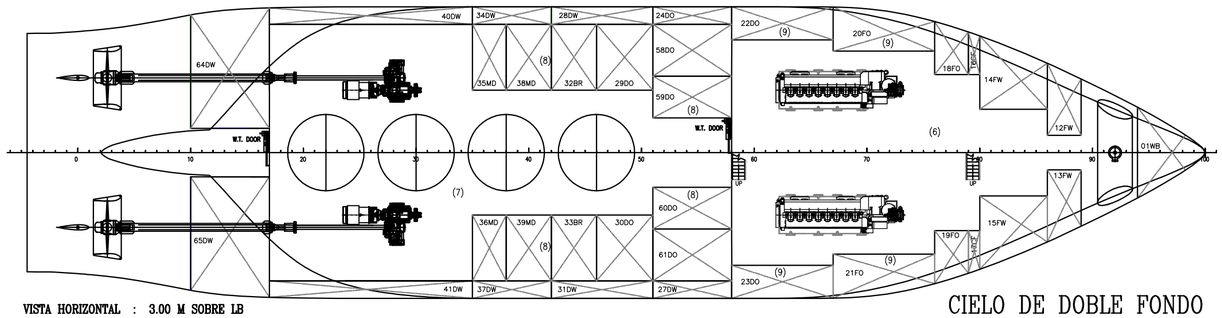
CUBIERTA-SOBRE PUENTE		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(1)	Estaciones de control	Cuarto del gen de em.
(4)	Escaleras	Escaleras de habilitación
(6)	Espacios de máquinas tipo A	Chimenea
(10)	Cubiertas abiertas	Pasillos exteriores



VISTA HORIZONTAL : 6.00 M SOBRE LB

2° CUBIERTA

2° CUBIERTA		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(1)	Estaciones de control	Cuarto de control de SSMM
(6)	Espacios de máquina tipo A	CCMM y accesos
(7)	Otros espacios de máquina	Espacio de carga
		Cuarto del servo motor
(8)	Espacios de carga	Tanques de MDO
		Tanques de salmuera y lodos
		Tanques de agua de perforación
(9)	Espacios de servicio (alto riesgo)	Tanques de agua dulce
		Tanques de MDO
		Tanques de FO
		Tanques de LO



VISTA HORIZONTAL : 3.00 M SOBRE LB

CIELO DE DOBLE FONDO

CUBIERTA-CIELO DE DOBLE FONDO		
Referencia	Clasificación SOLAS	Espacio
(6)	Espacios de máquina tipo A	CCMM y accesos
(7)	Otros espacios de máquina	Espacio de carga
(9)	Espacios de servicio (alto riesgo)	Tanques de agua dulce
		Tanques de MDO
		Tanques de FO

REFERENCIAS		
MAMPAROS		A-60
		A-30
		A-15
		A-0
		B-0
		C
CUBIERTAS		A-60
		A-30
		A-0
		B-0

Dimensiones principales

ESLORA TOTAL	:	75.00 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	:	65.00 M
MANGA	:	16.80 M
PUNTAL	:	7.60 M
CALADO DE DISEÑO	:	6.40 M
TIPO DE BUQUE	:	PSV
VELOCIDAD DE DISEÑO	:	15 KNOTS

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE	Medina Pablo		
FECHA	10/11/2016		

NÚMERO PLANO	REV	HOJA Nº	Nº HOJAS
	0		

ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:250	PME-PB-021-001	A2

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
O	CORR. SEGÚN COMM NFI		PME	NFI
B	CORR. SEGÚN COMM NFI		PME	NFI
A	INICIAL		PME	NFI

MODIFICACIONES

INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES
• UNIVERSIDAD PRIVADA •

PROYECTO DE BUQUES

INTEGRIDAD ESTRUCTURAL AL FUEGO
BUQUE "AMANDA"

Parte XV

Determinación del valor del buque

PME-PB-800-001
Revisión A
VB:

INTRODUCCIÓN

Se determina el valor del buque y su correspondiente costo operativo. Para eso se utiliza lo expuesto en el libro Proyecto básico de un buque mercante [1]

DATOS GENERALES DEL BUQUE

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

DESARROLLO

Como se menciona anteriormente, la determinación del valor del buque se realiza siguiendo las especificaciones del libro Proyecto básico de un buque mercante, de Meisozo (capítulo 1.4). Dado que el libro fue escrito y publicado en 1997 en España, los precios y referencias están en pesetas. Para actualizar los precios se tiene en cuanta el cambio de pesetas a euros y la actualización por inflación mediante el Índice de Precios al Consumo (IPC) Español.

Índice

1. Actualización de valores **4**

2. Costo de construcción **4**

2.1. Costo de mano de obra 4

2.2. Costo del material a granel (CMg) y su montaje (CmM) 5

2.3. Costo de equipos (CEq) y su montaje (CmE) 5

2.4. Costos varios aplicados (CVa) 7

2.5. Costos de construcción total 7

3. Costo de adquisición **7**

4. Gastos del armador e inversión total **7**

5. Resumen de costos **8**

6. Costo operativo del buque **8**

6.1. Gastos de la tripulación 8

6.2. Gastos anuales en consumos 9

6.3. Gastos portuarios 9

6.4. Gastos de mantenimiento y reparación 11

6.5. Gastos anuales de seguro 11

6.6. Gastos anuales en pertrechos y varios 11

7. Resumen de costos operativos **12**

8. Bibliografía **12**

1. Actualización de valores

Se toman dos páginas web, citadas en las referencias, para tomar el tipo de cambio entre pesetas y euro en 1999. Fecha en la cual dicho país se unió a la Unión Europea y su moneda.

- 1 Euro = 166.38 Pesetas

Utilizando la información de la página web, citada en las referencias, se traen los valores de 1997 a 2015 aplicando la corrección según IPC.

Año	IPC Anual [%]	IPC Anual	Aumento
1997	2,00%	0,020	1,020
1998	1,40%	0,014	1,034
1999	2,90%	0,029	1,064
2000	4,00%	0,040	1,107
2001	2,70%	0,027	1,137
2002	4,00%	0,040	1,182
2003	2,60%	0,026	1,213
2004	3,20%	0,032	1,252
2005	3,70%	0,037	1,298
2006	2,70%	0,027	1,333
2007	4,20%	0,042	1,389
2008	1,40%	0,014	1,409
2009	0,80%	0,008	1,420
2010	3,00%	0,030	1,462
2011	2,40%	0,024	1,498
2012	2,90%	0,029	1,541
2013	0,30%	0,003	1,546
2014	-1,00%	-0,010	1,530
2015	0,00%	0,000	1,530

A los valores obtenidos en pesetas se le aplica un factor de corrección para traer dicho valor a la actualidad en euros.

$$Fc = Cambio\,de\,pecetas\,a\,euros * inflación = \frac{1\,euro}{166{,}38\,pecetas} * 1{,}53 = 0{,}009196\,\frac{euro}{pecetas}$$

2. Costo de construcción

Considerando el punto de vista del astillero, el costo que a este le interesa en el costo de construcción (CC). Este costo esta comprendido por la suma de:

- Costos de los materiales a granel (CMg)
- Costos de equipos (CEq)
- Costos de la mano de obra (CMo)
- Costos variables (CVa)

2.1. Costo de mano de obra

El costo de la mano de obra se divide en dos grupos; el costo del montaje del material a granel (CmM) y el costo del montaje de los equipos (CmE). Las horas calculadas multiplicadas por el coste horario medio (chm) de la mano de obra del astillero da el costo total de la mano de obra.

El costo horario medio es aproximadamente igual a:

$$chm = \frac{5000\,pecetas}{h} * \frac{0{,}009196\,euros}{pesetas} = 45{,}98\,\frac{euros}{hora}$$

2.2. Costo del material a granel (CMg) y su montaje (CmM)

El material a granel más importante es el acero, las chapas y perfiles que componen la estructura principal del buque. Se considera el coste del acero del casco, el de las superestructuras y del equipo metálico del casco (escaleras, pisos, etc). Se puede aproximar el costo del material a granel de la siguiente forma.

$$CMg = cmg * WST = ccs * cas * *cem * ps * WST$$

Siendo:

- cmg: es el coeficiente de coste del material a granel. cmg = ccs*cas*cem*ps
- ccs: coeficiente de coste ponderado de las chapas y perfiles de las distintas calidades de acero del buque. Ccs = 1.075.
- cas: coeficiente de aprovechamiento del acero. Cas = 1.115.
- cem: incremento por equipo metálico. cem = 1.065.
- ps: precio unitario del acero de referencia. Chapa de acero calidad A. ps = 781.66 euros/tonelada.
- WST es el peso del acero del buque, ver cálculo en documento PME-PB-010-006. WST = 853.13 Tons.

Los rangos normales de variación de los coeficientes anteriormente mencionados se pueden observar en la siguiente figura.

- 1,05 < **ccs** < 1,10; si no se utiliza acero de alta resistencia y/o alta resiliencia, llegando a coeficientes de 1,50 o superiores en estos casos.
- 1,08 < **cas** < 1,15; según tamaño de buque.
- 1,03 < **cem** < 1,10; según tamaño de buque.
- **ps** = 85.000 pesetas/tonelada, en 1996.

Los mayores coeficientes, **cas** y **cem**, son para los buques pequeños.

El costo del montaje del material a granel (CmM) se define mediante la siguiente expresión:

$$CmM = chm * csh * WST$$

Donde csh en el coeficiente de horas por unidad de peso, se puede estimar entre 20 y 80 horas/tonelada. Se toma un valor medio; 50 horas/tonelada.

Considerando las aproximaciones anteriormente mencionadas se calcula:

- Costo material a granel. CMg = € 851.267,5
- Costo de montaje del material a granel. CmM = € 1.961.345,9

2.3. Costo de equipos (CEq) y su montaje (CmE)

En el costo de los equipos se incluye el costo del montaje (CmE). Estos costos a su vez, se descomponen en el costo de los equipos de manipulación y almacenamiento de la carga (CEc), costo de los equipos de propulsión y sus auxiliares (CEp), costo de habilitación y fonda (CHf) y costo del equipo restante (CEr).

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

- El costo de los equipos de manipulación y contención de la carga y su montaje (CEc), es muy difícil de calcular de forma genérica por lo que se debe analizar puntualmente. Se considera para este costo la compra e instalación de una grúa para el manejo de carga sobre cubierta de € 1.000.000.

$$CEc = €\,1{,}000{,}000$$

- El costo de los equipos de propulsión y sus auxiliares, montaje incluido, (CEp) se puede calcular en función de la potencia propulsora (PB). Siendo cep el coeficiente de coste unitario, que se muestra en la siguiente figura.

para motores de 2T, 50.000 < **cep** < 60.000 ptas/kW
para motores de 4T, 40.000 < **cep** < 50.000 ptas/kW

Se adopta:

1. cep = 45.000 ptas/KW
2. PB = 8000 KW. Ver cálculo en documento PME-PB-012-000

$$CEp = ceo * PB = \frac{45000\,pecetas}{KW} * \frac{0{,}009196\,euros}{pecetas} * 8000\,KW = €\,3{,}310{,}560$$

- El costo de habilitación y fonda (CHf), se puede calcular como el producto del costo unitario (chf) multiplicado por el número de tripulantes (NT) y por el nivel de calidad de la habilitación (nch). Los coeficientes se pueden observar en la siguiente figura:

0,90 < **nch** < 1,20
chf = 6.250 kptas / tripulante (en 1996)

Se considera:

1. nch = 1.1
2. chf = 6250000 pecetas/tripulantes
3. NT = 25. Ver especificación técnica del proyecto.

$$CHf = chf * nch * NT = \frac{6{,}250{,}000}{trip} * 1{,}1 * \frac{0{,}009193\,euros}{pecetas} * 25$$

$$CHf = €\,1{,}580{,}046{,}9$$

- Costo del equipo restante instalado, CEr, se obtiene como el producto del coste unitario por peso (cer) por el peso del equipo restante (WEr). Se estima el costo unitario por peso como el producto del coeficiente de comparación del coste del equipo restante (cpe) con el coste unitario del acero montado (pts). pts = ccs*cas*cem*ps + chm*csh= 3297.

Se adopta:

1. cpe = 1.3
2. pts = ccs*cas*cem*ps + chm*csh = 3297
3. WEr se toma igual que el WRP (resto de maquinaría propulsora), ver cálculo en documento PME-PB-010-006. WRP = 247 Tons.

$$CEr = cer * WEr = cpe * pts * WEr$$

$$CEr = €\,1{,}058{,}666{,}7$$

Por lo tanto la suma del costo de equipos (CEq) y su montaje (CmE) es igual a:

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

$$CEq + CmE = €\,1{,}000{,}000 + €\,3{,}310{,}560 + €\,1{,}580{,}046{,}9 + €\,1{,}058{,}666{,}7$$

$$CEq + CmE = €\,6{,}949{,}273{,}6$$

2.4. Costos varios aplicados (CVa)

Son los costos para el astillero de todo aquello que sin intervenir directamente en el proceso de construcción del buque, tiene un costo directo. Los costos varios aplicados se pueden calcular en función del costo de construcción (CC1).

$$CVa = cva * CC1$$

Siendo:

- $0.05 <$ cva < 0.10. Se adopta el valor medio, siendo este cva $= 0.075$
- CC1 = CMg + CmM + CEq + CmE = € 851.267,5 + € 1.961.345.9 + € 6.949.273,6 = € 9.761.887

$$CVa = € 732{,}141{,}53$$

2.5. Costos de construcción total

Tomando todos los valores calculados en los apartados precedentes se llega al costo total de construcción.

$$CC = CC1 + CVa$$

$$CC = € 9{,}761{,}887 + € 732{,}141{,}53 = € 10{,}494{,}028{,}52$$

3. Costo de adquisición

El costo de adquisición es el precio que el astillero le presenta al armador. Este precio surge del costo de construcción total del buque más un beneficio industrial (BI). Este beneficio se toma como un porcentaje del costo de construcción total, que puede ir desde un 5 a un 20 %. Se toma un BI de 15 %.

$$BI = 0{,}15 * CC$$

$$BI = € 1{,}574{,}104{,}28$$

Por lo que el costo de adquisición queda expresado como:

$$CA = CC + BI = € 1{,}574{,}104{,}28 + € 10{,}494{,}028{,}52$$

$$CA = € 12{,}068{,}132{,}8$$

4. Gastos del armador e inversión total

El armador, además del costo de adquisición del buque, tiene otros gastos (GA) como hipotecas, gastos notariales, adiestramiento de tripulación, IVA, Inspecciones de la construcción, etc. Estos gastos se pueden estimar entre un 20 % y 25 % del costo de adquisición. Se toma un 23 % de gastos correspondientes al armador

$$GA = 0{,}23 * CA = 0{,}23 * € 12{,}068{,}132{,}8$$

$$GA = € 2{,}775{,}670{,}55$$

Por lo que la inversión total (IT) que debe afrontar el armador para adquirir la embarcación queda definida como:

$$IT = CA + GA$$

$$IT = € 12{,}068{,}132{,}8 + € 2{,}775{,}670{,}55$$

$$IT = € 14{,}843{,}803{,}35$$

5. Resumen de costos

En la *Tabla 1*, se resumen todos los costos de construcción previamente calculados

COSTO DE CONSTRUCCIÓN		Precio [€]
Tipo de costo	**DE MATERIAL A GRANEL Y SU MONTAJE**	**€ 2.812.613,40**
	De material a granel	€ 851.267,50
	Montaje material a granel	€ 1.961.345,90
	EQUIPOS Y SU MONTAJE	**€ 6.949.273,60**
	Equipos de manipulación y contención de la carga	€ 1.000.000,00
	Equipos de propulsión y auxiliares	€ 3.310.560,00
	Habilitación y fonda	€ 1.580.046,90
	Equipo restante	€ 1.058.666,70
	VARIOS APLICADOS	**€ 732.141,53**
	CONSTRUCCIÓN TOTAL	**€ 10.494.028,53**

Tabla 1: Costos de construcción

En la *Tabla 2*, se resume el costo de adquisición y la inversión total que debe realizar el armador

COSTO DE ADQUISICIÓN		Precio [€]
Tipo de costo	Beneficio industrial	€ 1.574.104,28
	Costo de adquisición	€ 12.068.132,81
	Gastos del armador	€ 2.775.670,55
	INVERSIÓN TOTAL	**€ 14.843.803,36**

Tabla 2: Costo de adquisición

6. Costo operativo del buque

Los costos operativos del buque se expresan como los gastos de explotación anuales (GEi). Este gasto es la suma de los gastos de tripulación (Gti), los gastos de consumo (Gci), los gastos portuarios (Gpi), los gastos de mantenimiento y reparación (Gmi), el costo del seguro (Gsi) y el gasto anual de pertrechos varios (Gvi).

$$GEi = Gti + Gci + Gpi + Gmi + Gsi + Gvi$$

6.1. Gastos de la tripulación

El gasto en tripulación constituye uno de los principales costos de explotación del buque. Se puede expresar estos costos dependientes del número de tripulantes (NT) por medio de la siguiente expresión:

$$Gti = gti * NT$$

$$Gti = \frac{5500000\,pecetas}{año * tripulante} * \frac{0{,}009196\,euros}{pecetas} * 25\,tripulantes$$

$$Gti = €\,1{,}264{,}450$$

Donde:

- NT es el número de tripulantes. NT = 25.
- gti es el costo anual medio por tripulante incluido los víveres. Se adopta 5500000 ptas/año.

6.2. Gastos anuales en consumos

Los gastos anuales en consumo incluyen los distintos combustibles que utiliza el buque, los distintos aceites de lubricación, hidráulicos, términos y el agua dulce. Este gasto se lo puede estimar con la siguiente expresión:

$$Gci = gci * PB$$

$$Gci = \frac{13500\,pecetas}{año * KW} * \frac{0{,}009196\,euros}{pecetas} * 8000\,KW$$

$$Gci = €\,993{,}168$$

Donde:

- gci es el coeficiente de gasto anual en consumos, referido a la potencia total en kilovatios. Dicho valor esta entre 12000<gci<15000 ptas/año kw. Se toma un valor medio, gci = 13500
- PB es la potencia propulsora total. PB = 8000 kW. Ver cálculo en el documento PME-PB-012-000.

6.3. Gastos portuarios

Estos gastos (Gpi) son muy difíciles de aproximar en una primera etapa del proyecto. Esto depende de la ruta que realice, las contrataciones que posea, el tiempo sin chárter, etc. Tomando como referencia la operación de buques semejantes se estima que en una quincena, un día está en puerto y 13 navegando. Lo que da un total de 25 días en puerto por año.

Para determinar un gasto se toma el tarifario del Puerto de Buenos Aires.

El gasto de la estadía se obtiene de una sumatoria de gastos que están en función del arqueo neto y de las toneladas de carga. El arqueo neto se calcula como se detalla a continuación.

Cálculo del arqueo neto Se calcula según el convenio del 23 de Junio de 1969 sobre arqueo de buques, como se explica a continuación:

Regla 4. Arqueo neto.

1) El arqueo neto (NT) de un buque se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$NT = K_2 V_c\,(4d / 3D)^2 + K_3\,(N_1 + (N_2 / 10))$

En la cual:

i) el factor $(4d / 3D)^2$ no se tomará superior a 1;

ii) el término $K_2\,V_c\,(4d / 3D)^2$ no se tomará inferior a 0,25 GT; y

iii) NT no se tomará inferior a 0,30 GT, y:

V_c = volumen total de los espacios de carga en metros cúbicos.

$K_2 = 0{,}2 + 0{,}02 \log_{10} V_c$ (o el valor tabulado en el apéndice 2).

$K_3 = 1{,}25\,(GT + 10.000) / 10.000$

D = puntal de trazado en el centro del buque, expresado en metros, según la definición dada en la regla 2 (2).

d = calado de trazado en el centro del buque, expresado en metros, según la definición dada en el párrafo 2) de esta regla.

N1 = número de pasajeros en camarotes que no tengan más de ocho literas.

N2 = número de los demás pasajeros.

Donde:

- $K_2 = 0.2644$
- $V_C = 1670\ m^3$
- $K_3 = 1.3052$
- $D = 7.6\ m$
- $d = 6.4\ m$
- $N1 = NT = 25$

Reemplazando, se obtiene:

$$TRN = NT = 589{,}3\,m^3$$

Toneladas de carga En la *Tabla 3*, que esta a continuación, se detallan los ditintos tipos de carga con su correspondientes densidades. Las mismas fueron dadas por la especificación técnica del proyecto.

CARGA	VOLUMEN [m^3]	DENSIDAD [Ton/m^3]	PESO [Tons]
Lodos/salmuera	310	2,65	821,5
Cemento	200	2,5	500
MDO	600	0,87	522
TOTAL	1110	-	**1843,5**

Tabla 3: Peso correspondiente a cada tipo de carga

Por lo tanto las toneladas de carga resultan ser:

$$Toneladas\,de\,carga = 1843{,}5\,Tons$$

En la siguiente figura se puede ver la tarifa por uso de puerto:

TARIFAS POR USO DE PUERTO

TARIFAS A LOS BUQUES (1)			
ULTRAMAR		CABOTAJE con abono de PASAVANTE	
U$S 0,30/TRN		$ 0,30/TRN (Mínimo a liquidar $ 100)	
TARIFAS POR USO DE MUELLE (2)			
ULTRAMAR		CABOTAJE con abono de PASAVANTE	
1era Andana	Otra Posición	1era Andana	Otra Posición
U$S 0,10/TRN/Día	U$S 0,065/TRN/Día	$ 0,10/TRN/Día (Mínimo a liquidar $ 100)	$ 0,065/TRN/Día (Mínimo a liquidar $ 100)

(1) Concepto: Comprende la utilización por parte de los buques o artefactos navales del conjunto de infraestructura y superestructura portuaria, del que deriva la prestación de los servicios de carácter general necesario para la realización de operaciones de cualquier naturaleza y origen.

Base: Por TRN o fracción y por cada ingreso a Puerto, con la tarifa vigente a la fecha del zarpado de la embarcación.

Mientras que en las dos figuras siguientes se puede ver, la tarifa de entrada, faros y balizas y las tarifas a las cargas.

TARIFAS DE ENTRADA, FAROS y BALIZAS (3)		VISITAS DE SANIDAD (4)
Embarcaciones de Ultramar	Cabotaje Marítimo Internacional	
U$S 0,0605/TRN	U$S 0,0305/TRN	U$S 0,0001/10 TRN

(3) En dólares estadounidenses, por TRN o fracción y por cada entrada, pagaderos en pesos de acuerdo con la cotización vigente en el mercado libre de cambio, publicada por el Banco de la Nación Argentina, correspondiente al cierre del día de zarpado o día hábil bancario precedente; si este fuera inhábil.

(4) En dólares estadounidenses, cada 10 TRN o fracción y por cada entrada procedente del exterior.

Se multiplica este valor por 0.5, ya que el buque va a estar entrando a puerto cada una quincena.

TARIFAS A LAS CARGAS – ZONAS CONCESIONADAS DEL PUERTO BUENOS AIRES

ESTRUCTURA TARIFARIA – TARIFAS A LAS CARGAS			
Tipo de Carga	**Importación (U$S)**	**Exportación (U$S)**	**Removido (U$S)**
Carga General	4,00	2,00	0,75
Granel Sólido (excepto granos y subproductos)	1,50	0,75	0,25
Granos y Subproductos	0,64	0,32	0,25
Granel Líquido	0,50	0,25	0,20

Alcance: se aplican a las cargas que transitan por las Terminales de Puerto Nuevo.

Base: por tonelada, en dólares estadounidenses, pagaderas en pesos de acuerdo con la cotización vigente en el mercado libre de cambio, publicada por el Banco de la Nación Argentina, correspondiente al día anterior al del pago.

Nota: para las operaciones de Removido, se mantiene la relación de cambio UN DÓLAR IGUAL UN PESO.

Mediante la siguiente expresión se calculan los gastos portuarios:

$$Gpi = \frac{0{,}3}{TRN} * 589{,}3\,TRN + \frac{0{,}0305}{TRN} * 0{,}5 * 589{,}3\,TRN + \frac{2}{Tn} * 1843{,}5\,Tn$$

$$Gpi = U\$s\,3872{,}8 = €\,3470$$

Se utiliza como cotización dólar/euro: 1 U$s = € 0,896.
Como se consideran 25 días, los gastos portuarios anuales ascienden a:

$$Gpi = €\,86{,}750{,}2$$

6.4. Gastos de mantenimiento y reparación

Se estima como un porcentaje de la inversión total (IT). Según Meisozo este porcentaje varía entre un 1,5 % y 2 %. Para esta estimación se toma un valor de 1.8 %.

$$Gmi = 0{,}018 * IT = 0{,}018 * 14843803{,}36$$

$$Gmi = €\,267{,}188{,}46$$

6.5. Gastos anuales de seguro

Al igual que los gastos de mantenimiento y reparación, este valor se aproxima como un porcentaje de la inversión total realizada. Dicho porcentaje va desde 1 % a 1.5 %. Se toma el porcentaje igual a 1.25 %.

$$Gsi = 0{,}0125 * IT = 0{,}0125 * 14843803{,}36$$

$$Gsi = €\,185{,}547{,}54$$

6.6. Gastos anuales en pertrechos y varios

Como los dos casos anteriores este gasto se estima como un porcentaje de la inversión total. Dicho porcentaje tiene un mínimo de 1 % y un máximo de 1.5 %. Se toma un valor medio entre estos (1.25 %).

$$Gvi = 0{,}0125 * IT = 0{,}0125 * 14843803{,}36$$

$$Gvi = €\,185{,}547{,}54$$

Por lo tanto, los costos operativos se obtienen de:

$$GEi = Gti + Gci + Gpi + Gmi + Gsi + Gvi$$

$$GEi = 1{,}264{,}450 + 993{,}168 + 86{,}750{,}2 + 267{,}188{,}46 + 185{,}547{,}54 + 185{,}547{,}54$$

$$GEi = €\,2{,}982{,}651{,}74$$

7. Resumen de costos operativos

En la *Tabla 4*, se resumen los costos operativos del buque.

COSTO	PRECIO [€]
Gastos de tripulación	€ 1.264.450
Gastos anuales de consumo	€ 993.168
Gastos portuarios	€ 86.750
Gastos de mantenimiento y reparación	€ 267.188
Gastos anuales de seguro	€ 185.548
Gastos anuales de pertrechos y varios	€ 185.548
TOTAL DE COSTOS OPERATIVOS	**€ 2.982.652**

Tabla 4: Costos operativos del buque

8. Bibliografía

- [1] Meisozo, M. (1997). *Proyecto Básico del Buque Mercante*. España, Madrid. Fondo editorial de ingeniería naval colegio oficial de ingenieros navales.
- http://fxtop.com/es/convertidor-divisas-pasado.php
- http://www.invertirenbolsa.info
- http://www.puertobuenosaires.gov.ar/tarifario-/68

Especificación técnica del proyecto

PME-PB-011-003
Revisión 0
VB:

Índice

1. Buque **3**

1.1. General . . . 3
1.2. Arreglo General . . . 3
1.3. Características y dimensiones principales . . . 3
1.4. Superestructuras y alturas de habilitación . . . 3
1.5. Velocidad y autonomía . . . 3
1.6. Peso del buque vacio/DWT . . . 3
1.7. Arqueo bruto (GT)/Arqueo neto (NT) . . . 3
1.8. Capacidades de tanques . . . 4
1.9. Complemento . . . 4
1.10. Bandera . . . 4
1.11. Reglamentación . . . 4
1.12. Área de operación . . . 4

2. Casco **4**

2.1. General . . . 4
2.2. Construcción . . . 4
2.3. Soldadura . . . 5
2.4. Materiales . . . 5
2.5. Protección de materiales . . . 5

3. Equipamiento de carga y remolque **5**

3.1. Grúas . . . 5
3.2. Remolque . . . 5

4. Equipamiento del buque **5**

4.1. Timón y máquina de gobierno . . . 5
4.2. Equipos de amarre y fondeo . . . 5
4.2.1. Ancla y cadenas . . . 5
4.2.2. Cabrestantes de amarre y fondeo . . . 5
4.2.3. Cabrestantes de amarre . . . 6

5. Equipos de máquina **6**

5.1. Motores principales . . . 6
5.2. Transmisión . . . 6
5.3. Hélice . . . 6
5.4. Sistema eléctrico . . . 6
5.4.1. General . . . 6
5.4.2. Generadores eléctricos . . . 6

6. Equipos del buque **6**

6.1. Sistema LCI y FIFI . . . 6
6.2. Sistema de achique y lastre . . . 7
6.3. Medios de salvamento . . . 7
6.4. Sistema de combustible . . . 7

1. Buque

1.1. General

Esta especificación técnica junto con el plano de Arreglo General, documento PME-PB-011-001 describen un buque tipo PSV (Platform Supply Vessel) de 90 Toneladas de bollard pull con capacidad para transporte sobre cubierta, y tanques para el transporte de salmuera, lodos, cemento, MDO (Marine Diesel Oil) y agua de perforación para plataformas.

1.2. Arreglo General

El buque tiene una sola cubierta, dos motores de cuatro tiempos con una línea de eje cada uno y su equipamiento y la habilitación se sitúa en la proa. Tiene doble fondo en la zona de Sala de Máquinas, y en la zona de carga. También cuenta con un bow thruster en la zona de proa para facilitar las maniobras pertinentes a la actividad del buque.

1.3. Características y dimensiones principales

L_{pp} (eslora) [m]	65
L_{TOTAL} (eslora) [m]	75
B (manga) [m]	16.8
D_s(puntal) [m]	7.6
d (escantillonado) [m]	6.4
d (diseño) [m]	6.4
$\triangle$[Tm]	5181.8
Tripulación	25

1.4. Superestructuras y alturas de habilitación

Cubierta	Altura desde LC [mm]
Doble Fondo	1150
2°	5000
1°	7600
A	10600
B	13600
Puente	16600
Sobre puente	20000

1.5. Velocidad y autonomía

Las pruebas para verificar la velocidad de servicio (15 nudos) se realizan con un calado de 6,4 m con los motores principales erogando una potencia conjunta de 7812.22 KW a 600 rpm con un margen de mar de 15 % y un margen de motor de 10 %. La autonomía del buque es de 6480 millas náuticas.

1.6. Peso del buque vacio/DWT

Tal como se calcula en el documento PME-PB-010-006 por el método de Watson, el mismo resulta ser de 1685 Tons. Por lo tanto el DWT resulta ser 3496.8 Tons y el desplazamiento 5181.8 Tons (condición de carga máxima en calado de verano).

1.7. Arqueo bruto (GT)/Arqueo neto (NT)

Los mismos fueron calculados en los documentos PME-PB-618-001 (GT) y PME-PB-800-001 (NT). Siendo estos:

- GT = 441.64 m^3
- NT = 589.3 m^3

1.8. Capacidades de tanques

Tipo de carga	Volumen / Área
Agua de perforación / Lastre	883 m^3
HFO (Heavy Fuel Oil)	678.8 m^3
MDO (Marine Diesel Oil)	728 m^3
Agua potable	340 m^3
Lodos	202.2 m^3
Salmuera	115.6 m^3
Cubertada	450 m^2

1.9. Complemento

El buque cuenta con camarotes individuales para todos los oficiales de máquina y cubierta, incluidos capitán y jefe de máquinas. Sumando un total de 7 camarotes individuales, 1 camarote para 2 personas y 4 camarotes para 4 personas. Además cuenta con un hospital a la altura de la cubierta principal, en la zona de estribor.

1.10. Bandera

El buque navega bajo bandera argentina.

1.11. Reglamentación

- Prefectura Naval Argentina (PNA)
- Códigos IMO aplicables al tipo de buque en cuestión.
- American Bureau Of Shipping (ABS)

1.12. Área de operación

- Río de la Plata, Río Paraná, Atlántico Sur
- Viajes internacionales
- Paso por los canales de Panamá y Suez

2. Casco

2.1. General

El casco va a ser construido con acero naval con una tensión de fluencia mayor a 235 N/mm^2 y menor a 400 N/mm^2 . Todas las uniones van a ser soldadas.

Los escantillones del casco y la superestructura van a ser de acuerdo con los requerimientos de la sociedad de clasificación (ABS).

En el arreglo de los diferentes tanques y espacios vacíos se pone énfasis en el fácil acceso para inspección, mantenimiento, pintado y reparación de la estructura. Se puede ver en el plano de arreglo general, todas las bocas de inspección correspondientes a los tanques. Documento PME-PB-011-001.

2.2. Construcción

La construcción del casco es del tipo longitudinal en la sección media del buque, mientras que en los extremos, codaste y roda, del tipo transversal. No ostante, poseé refuerzos transversales a intervalos regulares, la clara de cuadernas es de 650 mm.

Las cubiertas no tienen ni arrufo, ni boleo.

2.3. Soldadura

Como se dijo anteriormente, todas las uniones van soldadas. Las soldaduras siguen las recomendaciones de la sociedad de clasificación (ABS) y las normas constructivas aprobadas del astillero constructor.

Las mismas van a estar en conformidad con planos aprobados por el ABS y la aprobación del inspector representante.

En la mayoría de los casos posibles se utiliza soldadura automática.

2.4. Materiales

Todos los materiales utilizados para la construcción del casco tienen que ser apropiados para su función y aprobados por la sociedad de clasificación (según corresponde). Todos los aceros utilizados deben estar certificados por el ABS.

2.5. Protección de materiales

Esquema y espesores de shop primer y pintura de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, basado en una protección apta para 3 años de servicio.

Se disponen panes de zinc o de aluminio en el casco posicionados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, suficientes para una protección apta para 3 años de servicio.

3. Equipamiento de carga y remolque

3.1. Grúas

Se dispone de una grúa en cubierta con una capacidad de 1.5 Tons del fabricante MacGregor. La misma se utiliza para la maniobra de carga sobre cubierta.

3.2. Remolque

Se utiliza un guinche de remolque del fabricante HI-SEA, modelo HS1-100, con una capacidad de tiro de 1000 KN.

4. Equipamiento del buque

4.1. Timón y máquina de gobierno

Se colocan dos timones suspendidos semi-balanceados de perfil tipo flap, uno por banda, con un área de 5.7 m^2(cada uno), un diámetro inferior de mecha de 440 mm y un diámetro superior de 180 mm. Ver dimensiones en el croquis de la pala. Documento PME-PB-210-007.

Los timones van a estar accionados por dos servomotores del tipo «de timón de vano» HATLAPA Triton 130.

4.2. Equipos de amarre y fondeo

4.2.1. Ancla y cadenas

El buque dispone de 3 anclas tipo DANFORTH de 2700 Kg cada una, según Sociedad de Clasificación.

El largo total de la cadena es de 467.5 m, al utilizar tramos de 27.5 m se dispone de 17 tramos en total. La cadena tiene un diámetro de 42 mm y es de grado 2.

4.2.2. Cabrestantes de amarre y fondeo

Se coloca un cabrestante mixto en la zona de proa con una capacidad de tiro de 335.2 KN con una velocidad nominal de 9 m/min para el izado de la cadena y 140 KN de capacidad de tiro con una velocidad nominal de 9 m/min para trabajos de amarre.

4.2.3. Cabrestantes de amarre

Se colocan dos guinches de amarre (CAPSTANS) en la zona de popa, uno por banda, con una capacidad de tiro de 250 KN y una velocidad de trabajo mayor a los 18 m/min.

5. Equipos de máquina

5.1. Motores principales

Se opta por instalar dos motores, uno por línea, 4T Caterpillar modelo 8M 32C de 4000 KW a 600 rpm en el MCR.

5.2. Transmisión

Como el número de vueltas al que gira la hélice es menor al número de vueltas que entregan los motores, se colocan 2 cajas reductoras, una por línea, modelo ZF 53600 NR2H con una relación de reducción de 2.917.

5.3. Hélice

Se colocan dos hélices de paso variable de 4 palas tipo Kaplan, con un diámetro de 3 m y una relación Área/Disco de 0.7. El paso diámetro se ajusta según la condición de navegación:

- Navegación libre: P/D = 1.2
- En remolque: P/D = 1.05
- Tiro a la bita: P/D = 1.05

5.4. Sistema eléctrico

5.4.1. General

El buque va a tener un sistema de generación eléctrica con corriente alterna trifásica. La generación y distribución se diseña para 400 V-50 Hz.

Cuenta con tableros principales y de emergencia de 400 V-50 Hz y de 230 V-50 Hz. El pasaje de 400 V a 230 V se realiza mediante transformadores. Cuenta con tableros secundarios de distribución de potencia e iluminación en cada cubierta de la habilitación.

5.4.2. Generadores eléctricos

El buque va a contar con 3 moto generadores auxiliares de 300 KW del fabricante Yanmar y dos generadores de cola de 800 KW del fabricante Leroy Somer. Se disponen de manera tal que cualquiera de los 5 generadores pueda abastecer la totalidad de los tableros de forma individual así como también, para las condiciones en que se necesiten 4 generadores, pueda utilizarse cualquier combinación de los mismos.

El buque cuenta con un generador de emergencia ubicado en la cubierta «sobre puente». El mismo debe abastecer a todos los sistemas requeridos por SOLAS (ver documento PME-PB-710-002). Se selecciona un generador CAT C9 Marine Generator Set de 175 KW.

6. Equipos del buque

6.1. Sistema LCI y FIFI

Se instalan 2 bombas centrífugas para el sistema de LCI por agua. Las bombas pueden ser comandadas desde el puente de navegación, cuarto de control de SSMM y localmente.

Además de estas 2 bombas, se dispone de una moto bomba de emergencia, fuera de SSMM. La misma se ubica en un local exclusivo para esta, en cubierta principal del lado babor.

Por otro lado, se colocan dos bombas centrífugas para el sistema de lucha contra incendio externa (FIFI). Las mismas son de 853 KW y cada una va a estar comandada mediante un take off de los motores principales.

Se instalan bocas para LCI por agua, 36 en total con mangueras de 25 m.

Se dispone un sistema de CO_2 para la sala de máquinas. El cuarto de CO_2 va a contar con 6 botellones de 45 kg.

6.2. Sistema de achique y lastre

Se disponen 2 bombas centrífugas (Achique/Lastre y Lastre/Achique) cumpliendo los requerimientos para ambos sistemas según la Sociedad de Clasificación. Cuya capacidad es de $60\frac{m^3}{h}$ y están accionadas por un motor eléctrico de 7.5 KW.

Se dispone de un eyector para el achique de la caja de cadenas y el cuarto del bow thruster.

Se dispone de 1 (un) separador de aguas oleosas $\left(1\frac{m^3}{h}\right)$, 1 (una) bomba de lodos y 1 (un) tanque de lodos (13.1 m^3) de manera que todos cumplan con los requerimientos de MARPOL.

6.3. Medios de salvamento

Todos los medios de salvamento estan van a estar dispuestos tomando en consideración 25 tripulantes a bordo del buque. El arreglo de los elementos de salvamento esta de acuerdo a lo dispuesto por SOLAS.

Se dispone de 1 (un) bote de rescate con capacidad para 16 personas en cubierta B, lado babor.

Se disponen de 2 (dos) balsas salvavidas con capacidad para 25 personas en cubierta A, a ambas bandas.

Se disponen:

- 2 aros salvavidas con luz y señal fumígena. (Cubierta del puente de gobierno)
- 4 aros salvavidas con luz. (3 en 1° Cubierta, la principal y el restante en cubierta B, zona de equipos de amarre y fondeo)
- 2 aros salvavidas con rabiza de 30 metros. (Cubierta B)
- 41 Trajes de inmersión
- 41 Chalecos salvavidas
- 8 EEBD (equipos de respiración autónomos)

6.4. Sistema de combustible

Los tanques de almacenamiento de Heavy Fuel Oil están dispuestos en todo el doble fondo del buque. Mediante dos bombas del tipo tornillo y el arreglo de tuberías desarrollado en los documentos PME-PB-615-002/003, va a ser transferido a los tanques de sedimentación (1 por banda) y a los tanques de servicio diario (uno por banda), ubicados en sala de máquinas, 2° cubierta.

Se dispone también en el doble fondo de un tanque de reboses que colecta todos los reboses provenientes de los tanques de almacenamiento, sedimentación y servicio diario.

Se dispone de 3 purificadoras de combustible, una destinada para Heavy Fuel Oil, otra destinada para el Marine Diesel Oil, que utilizan los generadores auxiliares, y una de respeto, que va a entrar en servicio en caso de que una de las primeras dos salga de funcionamiento. Las mismas se utilizan para purificar el combustible que va desde los tanques de sedimentación hacía los tanques de servicio diario, tanto de HFO como de MDO. La capacidad de estas va a ser de acuerdo a los requerimientos del fabricante de los motores principales instalados.

Se dispone de 2 bombas de suministro y 2 bombas de circulación del tipo tornillo desde los tanques de servicio diario al motor, según requerimientos del fabricante de este. Ver documento PME-PB-615-003.

También se dispone de un caudalímetro, que va a estar ubicado entre las bombas de suministro y las bombas de circulación.

Por último, el sistema dispone de un tanque de derrames para los drenajes de las bandejas de derrames y motores. Todos los tanques de servicio diario y sedimentación están equipados con un arreglo de manera de lograr un eficiente drenaje.