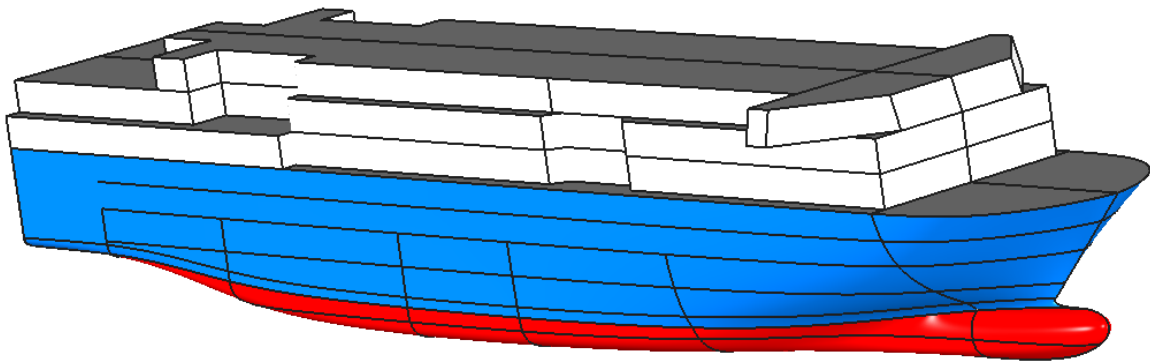


UTN F.R.L.P

PROYECTO

FERRY
CHARLY



ALUMNO: SEBASTIAN REYES CARLOS G.

PROFESORES: INGENIERO JULIO MARTINEZ,

INGENIERO DANIEL ROMANO

Año:2019



PROYECTO	Página 1 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Contenido

DIMENSIONAMIENTO	9
OBJETIVO.....	10
CONDICIÓN DE PROYECTO	10
DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES	11
GUARDA CALOR CENTRAL O GUARDACALORES LATERALES	11
RELACIÓN L/B.....	12
RAMPAS DE COMUNICACIÓN ENTRE CUBIERTAS DE CARGA.....	12
DETERMINACIÓN DE LA MANGA Y LA ESLORA.....	12
ESPACIOS DE HABILITACIÓN. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CUBIERTAS	14
DETERMINACIÓN DEL PUNTAL	16
ESTIMACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO POR DESGLOSE DE PESOS.....	19
ESTIMACION DEL PESO MUERTO	19
PESO DE COMBUSTIBLE	19
PESO DE ACEITE.....	19
POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO MUERTO	20
ABSCISA.....	20
ORDENADA.....	21
ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA.....	22
PESO DEL ACERO	23
CÁLCULO DEL PESO DEL EQUIPO Y ALISTAMIENTO.....	23
CÁLCULO DEL PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA Y AUXILIAR.....	23
DESPLAZAMIENTO	25
POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA.....	26
CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO DEL ACERO	26
CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN.....	26
CENTRO DE GRAVEDAD DEL MOTOR PRINCIPAL	26
CENTRO DE GRAVEDAD LAS REDUCTORAS.....	26
CENTRO DE GRAVEDAD DEL RESTO DE LA MAQUINARIA.....	26
ELEMENTOS EN LA CAMÁRA DE MÁQUINAS	26
PESO DE LAS LINEAS DE EJE	26

ESTABILIDAD INICIAL.....	27
DIMENSIONES PRINCIPALES	28
ARREGLO GENERAL.....	29
OBJETIVO	30
ESTRUCTURA DEL CASCO	30
ALTURA DE DOBLE FONDO	30
CLARA DE CUADERNAS	30
CLARA DE BULÁRCAMAS.....	31
MAMPARO DE COLISIÓN	31
MAMPARO EN EL PIQUE DE POPA	31
MAMPARO DE POPA Y PROA DE CÁMARA DE MAQUINAS	31
ESPACIO DE CARGA	32
PRIMERA CUBIERTA DE CARGA RODADA	32
SEGUNDA CUBIERTA DE CARGA RODADA	32
SALA DE MÁQUINA	32
TANQUES	33
TANQUES DE COMBUSTIBLE	33
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE FUEL OIL	34
TANQUES DE SERVICIO DIARIO DE FUEL OIL.....	34
TANQUES DE SEDIMENTACION DE FUEL OIL	34
TANQUES DE DIESEL OIL	34
TANQUES DE ACEITE.....	34
TANQUES DE AGUA DULCE	34
TANQUES DE ACEITE SUCIO	35
TANQUES DE LASTRE	35
ESPACIO DE PASAJE.....	35
CUBIERTA 4 (primera cubierta de pasaje).....	35
CUBIERTA 5(segunda cubierta de pasaje).....	36
CUBIERTA (tercera cubierta de pasaje)	36
EQUIPOS DE SALVAMENTO Y RESCATE	37
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	37

DISPOSITIVO DE SALVAMENTO	38
EVACUACIÓN	50
EVACUACIÓN	52
INTRODUCCIÓN.....	53
COMIENZOS DEL SOLAS Y LA EVOLUCIÓN	54
CONVENIO DE 1914	54
CONVENIO DE 1929	54
CONVENIO DE 1948	54
CONVENIO DE 1960	55
CONVENIO DE 1974	55
EVOLUCIÓN DEL SOLAS POR MEDIO DE ENMIENDAS.	56
DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO Y EVACUACIÓN	59
BOTES SALVAVIDAS	60
BOTES DE RESCATE	61
SISTEMA DE EVACUACIÓN M.E.S	61
ANÁLISIS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	62
DIVISIÓN DE ZONAS VERTICALES PRINCIPALES.....	64
CUBIERTA 5	65
CUBIERTA 6	69
CUBIERTA 7	72
CÁLCULO DE ARQUITECTURA NAVAL	74
INTRODUCCIÓN.....	75
FRANCOBORDO.....	75
VALORES QUE SE UTILIZAN EN EL CÁLCULO DE FRANCOBORDO.....	75
FRANCOBORDO TABULAR.....	76
CORRECCIONES	76
CÁLCULO DE POTENCIA. PROYECTO DE PROPULSORES Y TIMONES	79
PREDICCIÓN DE POTENCIA PROPULSIVA	79
INTRODUCCIÓN.....	80
ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA EN PRUEBAS	81
HOLTROP – MENNEN 1984	81

RESISTENCIA AL AVANCE CON EL PROGRAMA MAX SURF	87
ESTIMACIÓN DE BHP PARA LA SELECCIÓN DE LA HÉLICE.....	90
DETERMINACIÓN DEL CONJUNTO PROPULSIVO	90
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LÍNEAS DE EJES	90
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MOTORES POR LÍNEA DE EJES	91
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA HÉLICE.....	91
Tipo de hélice	91
Determinación del diámetro de la hélice e inmersión del eje	91
DESARROLLO DE CÁLCULOS PARA LA HÉLICE.	92
Diseño de una hélice.....	92
Series sistemáticas.....	92
Breve introducción a la serie sistemática de Wageningen	93
Expresiones polinómicas de la serie B de Wageningen.....	93
CÁLCULO DE LA POTENCIA ENTREGADA A LA HÉLICE DHP	95
CÁLCULO DEL PROPULSOR ÓPTIMO.....	95
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESTELA w	96
CÁLCULO DEL COEFICIENTE SUCCIÓN t.....	97
CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE AVANCE.....	97
CÁLCULO DEL PARÁMETRO B_p.....	97
CÁLCULO DEL DIAMETRO ÓPTIMO.....	98
ESTUDIO DE LA CAVITACIÓN	103
PROPULSOR DEFINITIVO	106
COEFICIENTE DE LA HÉLICE	106
RENDIMIENTO PROPULSIVO	106
CÁLCULO DE LA POTENCIA PROPULSORA. RELACIÓN DE REDUCCION Y ELECCIÓN DEL MOTOR.	107
TIMON.....	111
PLANTA PROPULSORA Y SALA DE MÁQUINAS	114
INTRODUCCION.....	115
EQUIPO PROPULSOR.....	116
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MOTORES PROPULSORES.....	116
REDUCTORA	121

LÍNEAS DE EJES	122
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MOTORES AUXILIARES	123
AUTONOMÍA Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE	125
CONSUMO DE HFO DE LOS MOTORES PRINCIPALES.....	125
CONSUMO DE HFO DE LOS MOTORES AUXILIARES.....	125
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE HFO	126
CONSUMO Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE MDF.....	126
SERVICIO DEL COMBUSTIBLE.....	126
PROPIEDADES DEL COMBUSTIBLE.....	126
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES PRINCIPALES	127
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES AUXILIARES	135
SISTEMA DE TRASVASE Y PURIFICACIÓN	135
TANQUE DE SERVICIO DIARIO	137
TANQUES DE SEDIMENTACIÓN DE HFO	138
TANQUE DE ALMACEN DE HFO	138
Bombas de trasvase de HFO	139
UNIDAD SEPARADORA DE COMBUSTIBLE	140
TANQUE DE LODOS.....	142
SERVICIO DE ACEITE LUBRICANTE	146
PROPIEDADES DEL ACELITE LUBRICANTE	146
SISTEMA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN DE LOS MOTORES PRINCIPALES.....	146
Sistema de lubricación externa	146
BOMBA DE LUBRICACIÓN	149
UNIDAD SEPARADORA.....	149
TANQUES DE SERVICIO DE ACEITE.....	151
TANQUES DE ALMACÉN DE ACEITE	152
BOMBAS DE TRASVASE	152
TANQUES DE ACEITE SUCIO	153
SISTEMA AGUA DE REFRIGERACIÓN.....	154
SISTEMA DE EXHAUSTACIÓN.....	158
CONDUCTO DE EXHAUSTACIÓN.....	159

SILENCIADORES	160
SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	161
BOTELLAS DE AIRE DE ARRANQUE	162
RESISTENCIA ESTRUCTURAL	165
INTRODUCCIÓN.....	166
CONCEPTOS.....	167
CUADERNA MAESTRA	167
CUBIERTA RESISTENTE	167
CALADO DE ESCANTILLONADO	167
TIPO DE ESTRUCTURA EMPLEADA.....	168
DOBLE FONDO	168
PANTOQUE.....	168
COSTADOS.....	168
CUBIERTAS	168
SELECCIÓN DE LOS MATERIALES A EMPLEAR	169
MOMENTOS FLECTORES Y ESFUERZOS CORTANTES	170
SOLICITACIONES DEBIDO A LA OLA	170
CONDICIÓN EN AGUAS TRANQUILAS	178
MOMENTOS FLECTOR EN AGUAS TRANQUILAS	178
REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA RESISTENCIA LONGITUDINAL	180
MÓDULO RESISTENTE MÍNIMO DE LA SECCIÓN MAESTRA	180
COMPROBACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA SECCIÓN MAESTRA	180
ESCANTILLONADO	196
PARÁMETROS.....	196
ACERO LONGITUDINAL	196
ACERO TRANSVERSAL	225
DISEÑO DE ESCANTILLONADO	235
AMARRE Y FONDEO	241
NUMERAL DE EQUIPO	242
ANCLAS	242
CADENAS.....	244

CABO DE REMOLQUE	244
CABO DE AMARRE.....	245
PESO DEL BUQUE EN ROSCA Y CENTRO DE GRAVEDAD	246
INTRODUCCIÓN.....	247
PESO DEL ACERO Y CENTRO DE GRAVEDAD	247
PESO TOTAL DEL ACERO DEL BUQUE.....	264
CONDICIONES DE CARGA Y SU RESISTENCIA LONGITUDINAL	270
CONDICIONES DE CARGA	271
INTRODUCCIÓN	271
CONDICIONES DE CARGA A ESTUDIAR	271
PARÁMETROS DE LA CONDICIÓN DE CARGA	271
ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS	271
CRITERIO METEOROLÓGICO	272
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CARGA.....	276
RESISTENCIA LONGITUDINAL	313
INTRODUCCIÓN	313
PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	313
RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA LA PRIMERA CONDICIÓN DE CARGA.....	314
RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA 2da CONDICIÓN DE CARGA	317
RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA 3da CONDICIÓN DE CARGA	320
RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA 4da CONDICIÓN DE CARGA	323
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA LONGITUDINAL	326
MOMENTOS FLECTORES	326

DIMENSIONAMIENTO

PROYECTO	Página 9 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

OBJETIVO

Esta sección se centra en la obtención de las dimensiones principales del buque (eslora, manga y puntal a partir de las condiciones del proyecto.

Para hacer esto tendrán que tomar una serie de decisiones, algunas condicionadas por carga, otras condicionadas por reglamentos, otras por considerarlas más eficientes económicamente y por último otras por criterio o gusto del proyectista.

Una vez obtenidas éstas también se determinarán el peso en rosca. El cálculo del peso en rosca se estimará mediante características del buque.

También se presenta un desglose de peso muerto y un desglose de las diferentes cubiertas del buque y los espacios a disponer en cada una de ellas.

Más adelante se calcularán los coeficientes de forma: coeficiente de bloque, coeficiente de la maestra, coeficiente prismático y coeficiente de la flotación. Estos influirán en la estabilidad del buque, aunque en menor medida que la manga.

La estabilidad es uno de los aspectos más delicados de este tipo de buques, más concretamente su estabilidad después de averías. Esto se debe a que la larga cubierta de carga rodada, sin mamparos transversales, puede en caso de inundación provocar una superficie libre de agua inmensa. Como ejemplos de accidentes se debe recordar el del Herald o Free Enterprise y Estonia en los cuales la superficie libre provocó que volcaran instantes después de la entrada de agua quedando los medios de evacuación inutilizables. Por este motivo hay que tener muy presente la estabilidad con el fin de cumplir con los requerimientos SOLAS y acuerdo de Estocolmo.

El siguiente paso será una estimación de potencia que requiere el buque. De este dato podremos hacer una estimación de la cantidad de combustible requerida.

Por último, comprobaremos el francobordo.

CONDICIÓN DE PROYECTO

Los requisitos a los que se debe ajustar nuestro buque son:

- *Capacidad de pasajeros:* 700.
- *Capacidad de carga:* 200 autos.
- *Sociedad de clasificación:* Lloyd's Register
- *Reglamentos:* SOLAS, MARPOL, Convenio de Líneas de Carga, Acuerdo de Estocolmo.
- *Velocidad:* 25 nudos al 85% MCR en pruebas
- *Autonomía:* 3000 millas al 85 % MCR

PROYECTO	Página 10 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- *Tripulación:50*
- *Horas de ruta:8hs*

DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES

Para la determinación de las dimensiones principales del buque debemos en primer lugar tener en cuenta las condiciones de carga en nuestro caso:

Autos: 200 unidades de 2,1 metros de ancho cada uno.

Dispondremos de 2 cubiertas de carga.

Ahora hay que pensar que diferentes variables nos determinaran la manga y eslora entre perpendiculares del buque proyecto para poder establecer la óptima en nuestro caso.

GUARDA CALOR CENTRAL O GUARDACALORES LATERALES

Los guarda calores se definen como espacios delimitados separados de la zona de carga. Estos permiten el acceso a las diferentes cubiertas, proporcionan una estabilidad adicional en caso de avería y permiten dar salida a los gases de escape. Los guarda calores pueden ir colocados uno a cada banda o uno central.

Los guarda calores laterales tienen como ventaja:

- Mejor salida de gases de escape en buques con dos líneas de ejes.
- Cubiertas de carga diáfanos lo que favorece a la carga y descarga
- Mejora la estabilidad después de averías.

El guarda calor central tiene como ventaja:

- Ahorro de costes ya que solo se coloca una chimenea.
- La salida de gases interfiere menos en la zona del pasaje pudiendo colocar camarotes en las bandas y brindar mayor visibilidad para el confort.
- Se tiene mayor capacidad de desalojo en caso de inundación del buque. Sin embargo, con guarda calores laterales, en caso de escora podría quedar anulada una de las bandas.

La elección de guarda calores laterales o guarda calor central es cuestión de diseño ya que ambas son buenas. En este proyecto se elegirá la opción de guarda calores centrales para poder aprovechar una mejor vista para los pasajeros.

Elegiremos un ancho de guarda calor de 3,5 metros ya que tenemos que tener suficiente espacio para los refuerzos, tuberías, conductor de ventilación, escaleras, etc.

PROYECTO	Página 11 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

RELACIÓN L/B

Para estos tipos de buques esta relación generalmente se mantiene entre 5 y 7, donde los valores más bajos generalmente corresponde a ferries de velocidad y eslora relativamente bajas.

RAMPAS DE COMUNICACIÓN ENTRE CUBIERTAS DE CARGA

Ya que se utilizan vehículos (autos), su máxima pendiente será aproximadamente de 20 °. Ello impone una eslora mínima del espacio de carga superior sea:

$$\tan 20^\circ = h_{\text{cubierta}^{\text{carga}}} L_{\text{mínima}}$$

$$L_{\text{mínima}} = 8,24 \text{ m}$$

Donde se ha considerado hcubierta como 2,5 m. Por lo que redondearemos a 8,5 m de eslora

DETERMINACIÓN DE LA MANGA Y LA ESLORA

Disponiendo una cubierta de garaje vamos a determinar la manga y la eslora para nuestro buque. Se debe estudiar el número de rodadura a colocar.

Cubierta de garaje

Si el guarda calor tiene de ancho de 3,5 m y el pasillo es de 1 m a cada banda y el ancho de carril especificado para autos es de 2,5 m. Y si se toma 1,5 m para refuerzos en los costados, tenemos:

$$B = (NLRA * 2,5) + 2m + 3m + 3,5 \text{ m}$$

Estudiamos distintas NLRA

NLRA	B	M.lineales
4	18,5	960
5	21	960
6	23,5	960

Siendo NLRT el número de líneas de rodadura para autos. Una vez fijo NLRA tendremos la manga y con esta podremos determinar la eslora para cumplir con las condiciones de carga.

Optamos por la opción de 6 carriles para asegurarnos que el barco tenga una buena estabilidad.

Se tiene que:

$$(L * NLRA) - m.l.perdidos = 200 \text{ unidades} * 4,8m$$

$$(L * NLRA * 2 \text{ cubiertas}) - m.l.perdidos = 960 \text{ m.l}$$

PROYECTO	Página 12 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Donde se pierden metros lineales en las dos cubiertas de carga. En la primera y segunda cubierta se pierden espacios debido a las rampas fijas que están ubicados en popa y proa por ambas bandas. En la proa se pierden en total de $4,8 \times 2$ m por cubierta debido a formas de proa. En la primera cubierta se pierde $8,5 \times 4 = 34$ ml por ambas rampas. En la segunda cubierta se pierde lo mismo 34 ml. En total tenemos que:

$$m.l.perdidos = 8,5 m. \frac{l}{rampa} * 4 rampas + 8,5 m. \frac{l}{rampa} * 4 rampas + 9,6 m.l$$

$$= 77,6 m.l$$

Luego tenemos:

$$Lpp * NLRT * 2 - 77, m.l = 960$$

Para diferentes valores de NLRT se obtiene:

NLRT	B	L	M.lineales	L/B
4	18,5	129,7	960	7,01
5	21	103,76	960	4,9
6	23,5	86,5	960	3,67

De las 3 opciones solo una se encuentra en la relación adecuada L/B de estos buques, que está entre 5 y 7. Pero debido a la cantidad de pasajeros y distribución de pasaje se elegirá 6 carriles con un aumento de Lpp, que se verá más adelante. Con este aumento de eslora nos queda:

$$B=23,5Lpp= 119,85 \text{ m}$$

$$L/B=5,1$$

Este L/B es aceptable.

O se lo proyectamos con los intervalos de L/B, desde 5 a 7.

L/B	Lpp	LC (autos)
5,1	119,85	719,1
5,2	122,2	733,2
5,3	124,55	747,3
5,4	126,9	761,4
5,5	129,25	775,5
5,6	131,6	789,6
5,7	133,95	803,7
5,9	138,65	831,9
6	141	846
6,1	143,35	860,1
6,3	148,05	888,3
6,4	150,4	902,4
6,6	155,1	930,6
6,8	159,8	958,8

Notamos que para la relación $L/B= 5,1$ tenemos una L_{pp} de 119, 85 m

ESPACIOS DE HABILITACIÓN. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CUBIERTAS

Los requisitos de los pasajeros vienen dados por su número y por el tipo de camarote. Es necesario determinar la superficie de dichos camarotes, así como la de los espacios de servicios, espacios necesarios para el buque y alojamiento de la tripulación.

En nuestro caso es:

- 700 pasajeros distribuidos en 700 butacas
- Espacios públicos a razón de 4 m² por persona
- Tripulación de 50 personas

Las áreas recomendadas se muestran en la siguiente tabla:

	Áreas para pasaje
<i>Pasaje sentado</i>	1,5- 2 m ² /PAX
<i>Camarote doble de lujo</i>	30 m ²
<i>Camarote doble</i>	15 m ²
<i>Camarote cuádruple</i>	15 m ²
<i>Pasillos y Servicios</i>	10 % área total PAX
<i>Espacios públicos</i>	4- 5 % área total PAX
<i>Tripulación</i>	12 m ² /tripulante

El área del camarote doble de los pasajeros oscila entre los 15 m². Dado que la clara de cuadernas será de 0,8 y la clara de bulárcamas 3,2 m múltiplo de aquella el camarote tendrá un ancho de 3,2 m. Poniendo el largo del camarote 4,6 obtenemos un área de camarote de 14,76 m² muy próximo a 15 m² lo que nos deja un camarote bastante amplio. Para la tripulación consideremos que hay 11 oficiales, 24 marineros (incluye los cocineros) y un médico. Para el capitán y jefe de máquinas se requiere un camarote individual del doble que los demás es decir de 29,52 m². El resto de oficiales irán en camarotes individuales de 14,76 m². Los marineros irán en camarotes dobles de 14,76 m²

Los pasillos se estima el 35 % del área de camarotes.

Las áreas previstas quedan más visibles en la siguiente tabla:

	Áreas previstas m² (camarotes)
<i>Pasajeros (camarote 2+2)</i>	14,76
<i>Marineros (camarote doble)</i>	14,76
<i>Oficiales (camarote individual)</i>	14,76
<i>Médico (camarote individual)</i>	14,76
<i>Capitán y Jefe de Máquinas (C. individual)</i>	29,52

PROYECTO	Página 14 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Respecto a las áreas de servicio se estima que:

- Cocinas: 0,5 m² por persona.
- Gambuza: 0,5 m² por persona.
- Comedor y sala de estar oficiales: 4 m² por oficial. Se consideran 11 oficiales
- Comedor y sala de estar marineros: 2 m² por marinero
- Oficinas: se podrán 3 de 12 m² cada una
- Sala de reuniones: 20 m²
- Puente de gobierno: se estima igual a 6 m por la manga del buque
- Espacio de C.I.: 20 m²
- Grupo de emergencia: 20 m²
- Baterías: 10 m²
- Aire acondicionado: se estima el 5 % de la superficie acondicionada
- Botes y balsas salvavidas: Dispondremos con un total de 2 botes salvavidas y 4 balsas salvavidas. Cuatro 2 botes salvavidas con capacidad de 136 personas de la empresa NORSAFE con característica JYN 115. Cuatro balsas salvavidas con sistema M.E.S de 100 personas de la empresa VIKING.

Debido a que las balsas van en sus recintos, que estos son aproximadamente 2 x 1 metros, dejamos fuera del cálculo en esta altura de proyecto.

$$Superficie_{136} = 10,15 m * 3,25 m = 32,98 m^2$$

Estas superficies afecta 3 cubiertas. Se multiplica el resultado total por dos cubiertas para tener suficiente espacio para maniobras.

- Armarios y pañoles: estimaremos en el 2 % de la superficie total
- Aseos: estimaremos 80 m² de superficie.
- Comedores pasajeros: 1,6 m² por comensal

<i>Camarotes pasajeros</i>	
17 camarotes 2+2 con aseo	250,2
Pasillos	483
<i>Camarotes tripulación</i>	
Capitán	29,52
Jefe de máquinas	29,52
Resto de tripulación	383,76
Pasillos	134,316
Total	1310,316
<i>Áreas de espacios de servicios</i>	
Espacios públicos	2000
cocinas	445,12

PROYECTO	Página 15 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Gambuza	360
Comedores oficiales	29,44
comedores marineros	29,44
Sala de estar oficiales	29,44
Sala de estar marineros	29,44
Oficinas	
Sala de estar	29,44
Puente de gobierno	128,4
Espacio control C. I	20
Grupo de emergencia Baterías	20
Aire acondicionado	415
Botes y baltas salvavidas	722,28
Armarios y paños	150
Aseos	80
Guardería	
Tiendas	
Guarda calor	243,6
Comedor pasajero	1729
Otros	
Total	6460,6
TOTAL	7770,916

Tenemos un total de área aproximadamente de 11328,556 m² que dividiéndola entre nuestra eslora y nuestra manga nos da:

$$N^{\circ}cubiertas = \frac{7770,916}{119,84 * 23,5} = 2,9 = 3 cubiertas$$

DETERMINACIÓN DEL PUNTAL

Para el doble fondo se estima un valor no menor de B/15. Establecemos una altura por comodidad de 2 m. $Hdf=2 m$

A partir de aquí fijaremos el puntal a la **cubierta principal**. Para estimar esta debemos de contar con la altura de los motores, la altura necesaria para el refuerzo y un margen de construcción. Estableciendo la altura de los motores de 5 m y una altura de refuerzo de 1 m. Tomamos 2 m más de altura para sala de máquinas debido a que necesitamos espacios para otros compartimientos. Como se verá más adelante la altura del motor es menor a 5 m. Dicho esto no es necesario el margen de construcción.

$$Hp = Hdf + hmotores + hrefuerzo = 8 m$$

A partir de acá empiezan los garajes. Los vehículos tiene una altura libre de 1,4 m

PROYECTO	Página 16 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY	2019	

$$HG1 = Hauto + hrefuerzo + mc = 1,4 m + 1m + 0,1 m = 2,5 m$$

El puntal de la cubierta superior es:

$$Hs = Hp + Hg1 = 10 m + 2,5 m = 12,5 m$$

Para el segundo garaje es el mismo que el anterior dado que solo transportamos autos

$$HG1 = Hauto + hrefuerzo + mc = 1,4 m + 1m + 0,1 m = 2,5 m$$

Hasta acá se tiene el puntal hasta la primera cubierta de pasaje:

$$H_{1^{\circ}cubierta\ pasaje} = Hs + Hg2 = 12,5 m + 2,5 m = 15 m$$

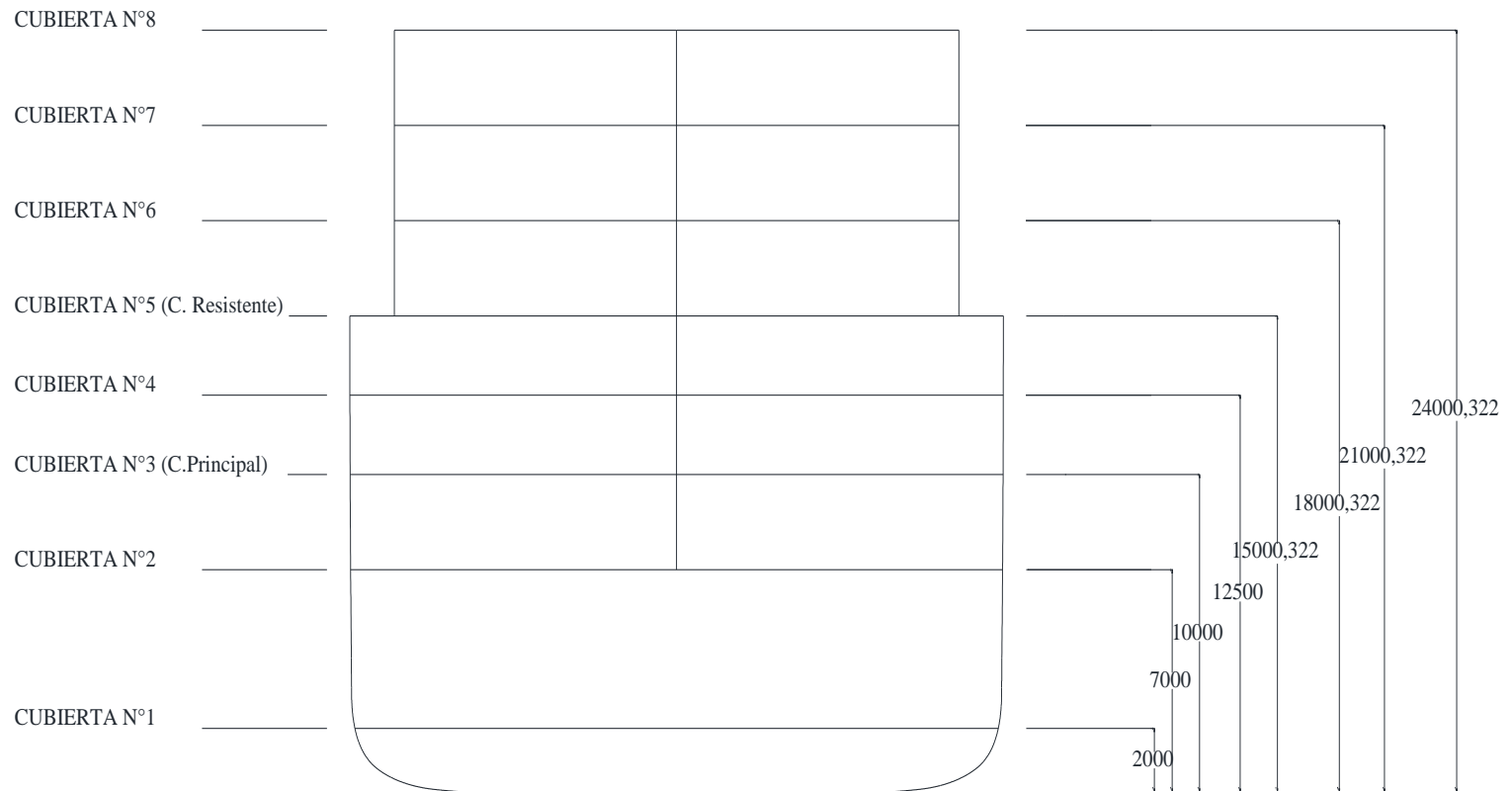
Una vez fijada la altura hasta las cubiertas de pasaje y dada la estimación anterior de cubiertas de habitación vemos que va a tener que haber espacios públicos en casi todas las cubiertas. Fijamos un puntal de cubiertas de habitación de 3 m (2,3 metros libres y 0,7 de refuerzos).

Como vamos a disponer 5 cubiertas tendremos un puntal de:

$$HT = H_{1^{\circ}cubierta\ pasaje} + (3 * hhabilitacion) = 15m + (3 * 3) = 24 m$$

$$HT = 24 m$$

PROYECTO	Página 17 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 18 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

ESTIMACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO POR DESGLOSE DE PESOS

Desglosaremos el desplazamiento como peso muerto más peso en rosca:

$$\Delta(t) = PM(t) + PR(t)$$

ESTIMACION DEL PESO MUERTO

Las distintas partidas que integran el peso muerto se pueden descomponer en:

$$PM(t) = \text{Carga útil} + \text{consumos} + \text{tripulación} + \text{Pertrechos}$$

Los consumos son cargas variables durante la navegación que depende de la autonomía del buque.

Los consumos se pueden clasificar en:

1. Combustible.
2. Aceite.
3. Agua dulce, agua de alimentación, y aguas oleaginosas.
4. Víveres

En cuanto al número de tripulantes, es un dato del proyecto.

Se consideran como pertrechos todos aquellos elementos que el Armador añade: repuestos y/o necesidades adicionales del buque, tales como pinturas, estachas, cabos adicionales, etc.

Teniendo en cuenta todo esto, finalmente tendremos que:

$$PM(t) = P_{COMBUSTIBLE} + P_{ACEITE} + P_{AGUA} + P_C + P_{CARGA} + P_{OTROS}$$

PESO DE COMBUSTIBLE

El peso total de combustible tanto de HFO y MDO se detallan en la sección de Sala de Máquinas.

Por lo tanto, tenemos un peso real de:

$$PtHFO = 928,286tn$$

PESO DE ACEITE

El peso total de combustible, tanto de aceite se detallan en la sección de Sala de Máquinas.

Por lo tanto, tenemos un peso real de:

$$PtHFO = 103,162 tn$$

DESGLOSE DE PESO MUERTO		
Concepto	Relación	Peso (Tn)
Combustible (HFO y MDO)		1017,553
Aceite		105,446

PROYECTO	Página 19 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Agua dulce		330,195
Pasajeros	125 kg/persona	87,5
Tripulantes	125 kg/persona	6,25
Carga autos	200 autos* 2 Tn	400
Víveres		23
Cargos y pertrechos		27
Elementos de estiba	20 kg/ml	40
Total		2036,944

POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO MUERTO

Posiciones que ocuparán los diferentes elementos:

- Combustible, aceite y agua dulce: posición equivalente a la que ocupan en el buque base.
- Carga: El centro de gravedad se obtiene con el área de cubierta de los vehículos. El KG se estima a 1 m sobre sus respectivas cubiertas.
- Pasajeros: La posición de su centro de gravedad se determina mediante un promedio ponderado que considera el área de habilitación destinada al pasaje y las posiciones de los centros de gravedad de estas cubiertas. Además, se considera que su centro de gravedad se sitúa 0,9 m por encima de la cubierta.
- Tripulantes: Se considera que su ordenada es la misma que la del pasaje porque es un peso que va a estar muy distribuido por todo el buque. En cuanto a la abscisa, se localiza en el centro de gravedad de la tercera cubierta de habilitación.
- Víveres: En la media cubierta de habilitación y el centro de gravedad de la cubierta desde la eslora entre perpendiculares.
- Cargos y pertrechos: Posición media de la superficie de habilitación.
- Elementos sueltos de estiba: Lo posicionamos en la mitad de la Lpp.

ABSCISA

	XG (m)	XG* DWT (tons.m)
Combustible HFO	84,062	78033,226
Combustible MDO	65,20	5820,291
Aceite	32,321	3334,537
Agua dulce	97,186	32090,466
Pasajeros	53,600	4690,000
Tripulantes	53,600	335,000
Víveres	53,600	1232,800
Carga y pertrechos	53,600	1447,200
Carga cub. Ppal	50,400	10080,000

PROYECTO	Página 20 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Carga cub.Sup	50,400	10080,000
Elementos sueltos de estiba	59,540	2381,600
XG WDT (m)	73,481	149565,320

ORDENADA

Pasajeros:

KG desde cubierta principal

KG1= 0,9

El KG real va se toma desde la línea base por lo que le sumamos Hp=13 m

$$KG_T = 0,9 \text{ m} + 18 \text{ m}$$

$$KG_T = 18,9 \text{ m}$$

Carga y pertrechos: en la media de la cubierta de habitación.

$$KG_{viveres} = H_1^{\circ} \text{cubierta de pasaje} + \frac{3 * h_{habilitación}}{2}$$

$$KG_{viveres} = 15\text{m} + \frac{3 * 3}{2}$$

$$KG_{viveres} = 19,5 \text{ m}$$

Carga: Como se lleva solo vehículos se toma un KG de 1 m

$$KG_{Carga1} = H_p + 1 \text{ m}$$

$$KG_{Carga1} = 11 \text{ m}$$

La segunda cubierta se calcula

$$KG_{Carga2} = H_s + 1 \text{ m}$$

$$KG_{Carga2} = 13,5 \text{ m}$$

Elementos de estiba: en la media de las cubiertas de carga

$$KG_{elemestiba} = H_p + \frac{H_{G1} + H_{G1}}{2}$$

$$KG_{elemestiba} = 10 + \frac{2,5 + 2,5}{2}$$

PROYECTO	Página 21 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$KG_{elemestiba} = 12,5 m$$

Nos queda:

	KG (m)	KG* DWT (tons.m)
Combustible HFO	5,649	5243,787
Combustible MDO	4,050	361,536
Aceite	2,887	293,613
Agua dulce	6,062	2001,694
Pasajeros	18,900	1653,750
Tripulantes	21,900	136,875
Víveres	19,500	448,500
Carga y pertrechos	19,500	526,500
Carga cub.Ppal	11,000	2200,000
Carga cub.Sub	13,500	2700,000
Elementos sueltos de estiba	12,500	500,000
KG WDT (m)	7,893	16077,05

ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA

Dado que se conoce las características principales y la potencia propulsora, se desglosa el peso en rosca en tres partes.

- Peso estructural (WST)
- Peso de equipo y habilitación (WOA)
- Peso de maquinaria (WQ)

PROYECTO	Página 22 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

PESO DEL ACERO

El peso del acero se detalla en la sección PESO DEL BUQUE. Aquí solo dejamos los resultados:

$$WST = 4125,404 \text{ Tn}$$

CÁLCULO DEL PESO DEL EQUIPO Y ALISTAMIENTO

Este peso del equipo y alistamiento es función del número de pasajeros en camarotes, habilitación general del buque, maquinaria de cubierta, número de cubierta, etc.

Este cálculo se obtiene por las ecuaciones dadas por la cátedra.

$$WOA = k_1 \times L \times B$$

Donde k_1 oscila entre 0,8 para $L=100$ y 1,4 para $L=200$.

Dado que nuestra $L_{pp} = 119,08$ m y $B = 23,5$. Interpolando usamos un $k_1 = 0,93$

$$WOA = 2602,5 \text{ tn.}$$

CÁLCULO DEL PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA Y AUXILIAR

En la fase de proyecto no se conocen muchos detalles del buque como para realizar un cálculo detallado de la sala de máquinas. Básicamente el peso de la sala de máquinas dependerá de la potencia instalada. Se usarán fórmulas empíricas basadas en las características principales de la embarcación para calcular este peso. Este peso por lo general se descompone en los siguientes ítems:

- Motor propulsor y reductor
- Resto de maquinaria propulsora
- Otros elementos en cámara de máquinas
- Línea de ejes fuera de cámara de máquinas

PROYECTO	Página 23 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Peso del motor principal

El peso del motor principal nos lo da el fabricante que es de 71,1tn

$$\underline{WMEtotal = 284,4 \text{ tn}}$$

Peso de las cajas reductoras

Tenemos dos cajas reductoras TCH380. Estas se detallan en la parte de SALA DE MÁQUINAS.

$$Wtreduc = 55 \text{ Tn} \times 2$$

$$Wtreduc = 110 \text{ tn}$$

Peso del resto de la maquinaria

Los estimamos mediante:

$$WRP = Km * MCO^{0,7}$$

$$Km=0,55$$

$$\underline{WRP = 832,73 \text{ tn}}$$

Peso de otros elementos en la cámara de máquinas.

$$WQR = 0,03 * VMQ$$

VMQ = lo sacamos por el arreglo general

$$VMQ = 9024 \text{ m}^3$$

$$\underline{WQR = 270,7 \text{ tn}}$$

Peso de la línea de eje

En la sección de SALA DE MÁQUINAS se calcula el diámetro de los ejes. Con este dato y el largo total del eje obtenemos el volumen, para así obtener el peso.

$$Largo eje = 35,69 \text{ m}$$

PROYECTO	Página 24 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$Diametro = 0,550 \text{ m}$$

$$V = 3,14 \cdot R^2 \cdot m3$$

$$L = 8,48 \text{ m3}$$

Donde:

$$\circ \rho_{acero} = 7,865 \frac{tn}{m3}$$

$$W1eje = 66,65 \text{ tn}$$

$$W2eje = 133,31 \text{ tn}$$

DESPLAZAMIENTO

A partir del peso en rosca calculado y del peso muerto definido en las especificaciones obtenemos el

Estimación de pesos	
<i>WST</i>	4125,404
<i>WOA</i>	2602,493
<i>WME</i>	284,4
<i>WRP</i>	832,729492
<i>WQR</i>	270,72
<i>WQE</i>	133,31
WR	8359,027
Δ (tn)	10395,971

$$WR = WST + WAO + WME + WRP + WQR + WQE$$

$$WR = 8359,027 \text{ Tn}$$

$$\Delta = 10395,971 \text{ tn}$$

PROYECTO	Página 25 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA

CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO DEL ACERO

Este resultado se encuentra detallado en la parte de PESO EN ROSCA DEL BUQUE

$$KG = 10,46 m \quad XG = 56,42 m$$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN

Se estima

$$KG = D + 1,25$$

$$KG = 16,25 m$$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL MOTOR PRINCIPAL

Se ubica el motor a 4 metros des de la línea base hasta su centro de gravedad de dichos motores

$$KG = 4 m \quad XG = 42,4 m$$

CENTRO DE GRAVEDAD LAS REDUCTORAS

$$KG = 2,5 m \quad XG = 35,44 m$$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL RESTO DE LA MAQUINARIA

$$KG = 7,5 m \quad XG = 55,85 m$$

ELEMENTOS EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Se estima a la mitad de la sala de máquinas y a una altura de 5 metros de la línea base

$$KG = 5 m \quad XG = 38,4 m$$

PESO DE LAS LINEAS DE EJE

$$KG = 2,874 m \quad XG = 20,4 m$$

PROYECTO	Página 26 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Obtenemos los resultados finales

ITEM	Cantidad	Masa por cantidad	Masa total	XG	KG
<i>Peso de Acero total</i>	1	4125,404	4125,404	56,42	10,469
<i>Peso del Equipo y Habilitación</i>	1	2602,493	2602,493	59,54	16,25
<i>Peso del motor Principal</i>	4	71,1	284,4	42,4	4
<i>Peso de las reductoras</i>	2	55	110	35,44	2,5
<i>Peso del resto de la maquinaria</i>	1	832,73	832,73	49,6	7,5
<i>Peso de otros elementos en la cámara de máquinas</i>	1	270,7	270,7	38,4	5
<i>Peso de la línea de eje</i>	2	66,650	133,300	20,4	2,874
Total			8359,027	54,8	11,35

$$KGr = 11,35 m \quad XGr = 54,8 m$$

Así obtenemos el centro de gravedad del buque

Buque	P. total (tn)	KG m	P x KG	XG	P x XG
<i>Buque en rosca</i>	8359,027	11,35	94874,046	54,801	458082,27
<i>Peso muerto</i>	2036,944	7,893	16077,057	73,433	149578,97
Total	10395,971	10,673	110951,10	58,452	607661,25

CENTROS DE GRAVEDAD DEL BUQUE

KG	10,673
XG	58,452

ESTABILIDAD INICIAL

$$GM = KC + CM - KG$$

$$KC = C1 * T$$

$$C1 = 0,79 - 0,3 * \left(\frac{Cb}{cf}\right)$$

$$CM = \frac{C2 * B^2}{12 * Cb * T}$$

$$C2 = cf - 0,1$$

$$C1 = 0,577$$

PROYECTO	Página 27 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

C2=0,765

CM=11,02

KC=3,4

Obtenemos un GM de:

$$GM = 3,4 + 11,02 - 10,673$$

$$GM = 3,747 \text{ m}$$

Por lo cual se verifica la estabilidad inicial.

Nos queda un valor preliminar de

KB	3,3
BM	9,816
KM	13,117
GM	3,74

DIMENSIONES PRINCIPALES

Dimensiones principales mediante el plano de línea

Desplazamiento (tn)	10687
Volumen, (displaced)	10426,06
Calado	5,9
Eslora de flotación	122,279
Lpp (m)	119,08
Manga (m)	23,553
WettedArea	3367,521
Max sect. área	134,526
Waterpl. Área	2491,936
Prismaticcoeff. (Cp)	0,634
Block coeff. (Cb)	0,612
Max Sect. areacoeff. (Cm)	0,972
Waterpl. areacoeff. (Cwp)	0,865

Notamos que el desplazamiento es mayor que el desplazamiento estimado.

PROYECTO	Página 28 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

ARREGLO GENERAL

PROYECTO	Página 29 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

OBJETIVO

Este cuaderno tiene como finalidad la obtención y justificación del plano de disposición general de todos los espacios del buque partiendo de las formas obtenidas en el cuaderno anterior y cumpliendo con los requisitos, es decir:

- El buque debe poder llevar 200 vehículos y 700 pasajeros
- Se debe dotar al buque de todos los espacios necesarios para el manejo de la carga.
- La estructura cumplirá con los reglamentos de la sociedad de clasificación exigida, la Lloyd's Register.
- Se cumplirá con SOLAS
- Los espacios dedicados al pasaje y tripulación serán adecuados y cumplirán con las especificaciones de proyecto.

Son muchos los condicionantes que se presentan al configurar el plano de disposición general de este tipo de buques. Debido a su cantidad e importancia es indispensable tenerlos en cuenta desde las primeras etapas del proyecto. Todos los temas relacionados con la disposición general que aquí se presentan se han tenido en cuenta desde que se empezó a realizar el dimensionamiento.

ESTRUCTURA DEL CASCO

ALTURA DE DOBLE FONDO

La altura de doble fondo mínima establecida por la Lloyd's (Parte 4; Capítulo 1; Sección 8) es de:

$$d_{DB} = (28 * B) + (205 * \sqrt{T})$$

$$d_{DB} = 1097 \text{ mm}$$

Para este buque tomaremos una altura de doble fondo de 2 m la cual cumple la normativa. Las ventajas más notables de tomar una altura de doble fondo elevada son que se facilita el acceso a esta zona en caso de ser necesaria una reparación y se obtiene un mayor volumen de lastre en el doble fondo.

CLARA DE CUADERNAS

En este tipo de buques el espaciado entre cuadernas está comprendido entre 600 y 800 mm. En este proyecto se tomará una clara de cuaderna de 800 mm cumpliendo con los requisitos establecidos por la sociedad de clasificación.

PROYECTO	Página 30 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

CLARA DE BULÁRCAMAS

La distancia entre bulárcamas tiene que ser múltiplo de la distancia entre cuadernas.

En este buque dispondremos una bulárcama cada 4 cuadernas, es decir cada 3,2 m que como podemos comprobar coincide con el ancho del camarote de lo cual impide que en el camarote una bulárcama impidiera la colocación de una ventana.

MAMPARO DE COLISIÓN

El mamparo de colisión se debe situar a una distancia de la perpendicular de proa no inferior a 5% de la L_{pp} del buque ni superior a 3 m más el 5 % de L_{pp} del buque. Es decir, la distancia está comprendida entre:

$$d_{min} = 0,05 * L_{pp}$$

$$d_{min} = 0,05 * 122,78m$$

$$d_{min} = 6,14 m$$

$$d_{max} = 9,14m$$

Se lo ubica en la cuaderna 138.

MAMPARO EN EL PIQUE DE POPA

El mamparo que delimita el pique de popa se sitúa en la cuaderna 11. También será estanco al agua hasta la cubierta de compartimentado.

MAMPARO DE POPA Y PROA DE CÁMARA DE MAQUINAS

La cámara de máquinas principales está situada entre las cuadernas 32 y 64 teniendo una longitud de 25,6 m. En ambas cuadernas se sitúan mamparos estancos hasta la cubierta de compartimentado.

A continuación de la cámara de máquinas principales entre las cuadernas 64 y 80 y teniendo una longitud de 12,8 m se sitúa la cámara de máquinas auxiliares. También en la cuaderna 80 se dispone de un mamparo estanco hasta la cubierta de compartimentado.

PROYECTO	Página 31 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

ESPACIO DE CARGA

El buque proyecto con dos cubiertas de carga rodada que cumplen con las especificaciones de albergar 200 autos (1000 m.l), además de dos plataformas fijas situada en la primera cubierta de carga.

PRIMERA CUBIERTA DE CARGA RODADA

Se encuentra situada en la cubierta 3 principalmente a una altura de 10 m sobre la línea de base y se extiende desde la cuaderna – 4 a 138. En la zona de popa dispone de una puerta rampa para dar acceso a los vehículos desde el muelle. Esta rampa esta accionada por cilindros hidráulicos y cuando se cierra queda estanca para evitar la entrada de agua

Esta cubierta se dispone de aproximadamente de 500 m.l. para vehículos repartidos en 6 carriles de 2,5 m de ancho.

SEGUNDA CUBIERTA DE CARGA RODADA

Se encuentra situada en la cubierta 4 superior a una altura de 12,5m sobre la línea base y se extiende desde la cuaderna -4 hasta la cuaderna 138. En manga está limitada por los tambuchos laterales

Esta cubierta dispone 500 m.l. para vehículos repartidos en 6 carriles de 2,5 m de ancho.

El acceso de vehículos a esta cubierta se realiza mediante las rampas fijas en cada banda en la parte de popa y sección media

SALA DE MÁQUINA

La sala de motores principales se encuentra situada a una altura de 2 m sobre la línea base entre las cuadernas 32 y 64. A continuación se sitúa la sala de motores auxiliares que queda comprendida entre las cuadernas 64 y 80 también a una altura de 2 m sobre la línea base. Ambas salas quedan divididas por el mamparo estanco de la cuaderna 64 evitando así una sala de máquinas demasiado larga y quedan comprendidas en la misma zona contraincendios pudiendo así compartir el mismo escape de humos.

Siguiendo el arreglo general de la sala de máquinas y equipos relacionados con ella cabe destacar:

PROYECTO	Página 32 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

- Ambas salas comparten un guarda calor en crujía. Midiendo 3,5 m de ancho por 15,2 m de largo extendiéndose desde el techo de la sala de máquinas hasta la cubierta techo donde se instalarán las chimeneas de escape.
- Dado que en el cuaderno de dimensionamiento se estimó necesaria una potencia de 9280 kW por motor. Se eligió cuatro motores Wärtsila 16V32 de 9280 kW que cumple con la potencia requerida y cuyas dimensiones se han utilizado para el diseño de la sala de motores principales.
- La cámara de tratamiento de combustible irá situada por encima del doble fondo y a continuación de la cámara de motores auxiliares entre las cuadernas 80 y 105, cumpliendo así, con la normativa SOLAS de prohibición (Capítulo II-2; Parte B; Regla 4) de transporte de combustible o tratamiento de los mismos en espacios de máquinas de categoría A.
- La longitud aproximada de la línea de ejes es de 34 m quedando dentro de los valores normales para este tipo de buques.

TANQUES

TANQUES DE COMBUSTIBLE

EL MARPOL establece en el Anexo I, Capítulo 3, Regla 12ª que aquellos buques de construcción posterior a agosto de 2010 con una capacidad de combustible mayor o igual a 600 m³, como es nuestro caso, deben situar sus tanques de combustible a una determinada distancia del costado y del fondo. Debido a esto todos los tanques de combustible van a estar por encima de la cubierta de doble fondo.

El SOLAS Parte B, Regla 4.2 nos dice que los tanques de combustible líquido, salvo los que se hallen en compartimientos del doble fondo, estarán situados fuera de los espacios de categoría A para máquinas.

Espacios de categoría A para máquinas: los espacios, y los troncos de acceso a los mismos, que contienen:

- motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal; o
- motores de combustión interna utilizados para fines distintos de la propulsión principal, si esos motores tienen una potencia total de salida conjunta no inferior a 375 kW; o
- cualquier caldera o instalación de combustible líquido, o cualquier equipo alimentado por combustible líquido que no sea una caldera, tal como generadores de gas inerte, incineradores, etc.

PROYECTO	Página 33 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE FUEL OIL

Se disponen dos tanques de almacén de fuel oíl para satisfacer la autonomía del buque. Los dos son simétricos respecto a crujía y se sitúan a proa de la cámara tratamiento de combustible.

En el capítulo SALA DE MAQUINAS se calcula un peso total de HFO de 1008,56 Tn.

Estos tanques se ubican en las cuadernas 105 y 113

TANQUES DE SERVICIO DIARIO DE FUEL OIL

El volumen mínimo de los tanques de servicio diario y decantación de fuel oíl se suele establecer para 6 horas de autonomía ya que los turnos de la tripulación en el buque suelen ser de 4 horas.

Por lo que habrá dos tanques de servicio ubicadas en las cuadernas 97 y 105.

TANQUES DE SEDIMENTACION DE FUEL OIL

El fabricante pide dos tanques de sedimentación con autonomía para 24 horas a plena carga.

Que se ubica desde la cuaderna 97 y 105.

TANQUES DE DIESEL OIL

Se estimo un peso total de Diesel oíl de 201,792 Tn por lo cual el volumen será de 237,4 m3. Ubicaremos el MDO en dos tanques por separado. Para cada tanque tenemos un mínimo de 118,7 m3

Al fin ubicamos dos tanques simétricos dos a dos respecto a crujía situados entre las cuadernas 80 y 83

El volumen total real del tanque de MDO es de 237,6 m3 con cada tanque de 118,8 m3.

TANQUES DE ACEITE

Tenemos 1 tanque de aceite diario para cada motor. Estos tanques van ubicados debajo de los motores principales que van desde la cuaderna 49 a 56.

El tanque de aceite almacén se sitúa a popa de la cámara de motores principales entre las cuadernas 27 y 32 quedando entre la cubierta de doble fondo y la cubierta 2.

TANQUES DE AGUA DULCE

El peso de agua total instalado en los tanques es de 330,195 tn. En el buque se disponen dos tanques de agua. Dos simétricos respecto a crujía, situados entre las cuadernas 119 y 124.

PROYECTO	Página 34 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

TANQUES DE ACEITE SUCIO

Este tanque tiene un volumen parecido al tanque de almacenamiento. Cuando en caso que se quiera renovar la totalidad de aceite de los tanques de servicio, el aceite fluye hacia estos tanques. Se comprenden entre las cuadernas 38 y 56.

TANQUES DE LASTRE

En este buque se disponen una gran cantidad de tanques de lastre, la mayoría situados entre el fondo y doble fondo del buque. Su situación se puede observar en el plano de disposición general.

El pique de proa también se utilizará como tanque de lastre.

ESPACIO DE PASAJE

Según las especificaciones del proyecto el buque debe albergar a 700 pasajeros, que se dividen en 16 camarotes cuádruples y 636 butacas.

Estos espacios se dividen en 2 cubiertas, las cuales se detallan a continuación:

CUBIERTA 4 (primera cubierta de pasaje)

Esta cubierta se sitúa a una altura de 15 m sobre la línea base y se extiende entre las cuadernas 0 y 138. La cubierta está dividida en 3 zonas con mamparos contra incendios.

La zona de proa dispone de 16 camarotes para alojar al pasaje.

Las zonas centrales están destinadas al comedor albergando aproximadamente unos 1352,48 m³.

En la popa se establece la cocina que se extiende desde la cuaderna 0 y 20. También se encuentra en la cocina un monta carga que va hasta la última cubierta, una despensa, depósito de carne, depósito de vegetales y una repostería.

Esta cubierta también dispone de dos baños, locales de Aire Acondicionado y una enfermería.

Atendiendo a la comunicación con otras cubiertas con otras cubiertas, está cubierta dispone de 8 escaleras en total, tres en la parte central de comedores, 2 escaleras a cada banda en la parte central, otras 2 en la parte central más a proa y por último una escalera en las habitaciones de pasaje a proa.

PROYECTO	Página 35 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

CUBIERTA 5(segunda cubierta de pasaje)

Esta cubierta se sitúa a una altura de 18 m sobre la línea base y se extiende entre las cuadernas 0 y 135. Queda dividida en tres zonas verticales contraincendios separadas por mamparos contra incendio.

En la zona de popa se disponen 2 recintos a cada banda con 48 butacas cada una. También se dispone a popa un comedor de tamaño pequeño, un pañol y baños.

En la zona central se encuentran 2 locales de aire acondicionado, dos recintos a cada banda con 148 butacas cada uno. También se disponen de baños.

En la zona de proa se ubican 244 butacas y un mini bar.

Esta cubierta también dispone de baños, locales de Aire Acondicionado.

Atendiendo a la comunicación con otras cubiertas con otras cubiertas, esta cubierta dispone de 7 escaleras en total, dos en la parte central de comedores, 2 escaleras a cada banda en la parte central, otras 2 en la parte central más a proa y por último una escalera en las habitaciones de pasaje a proa.

CUBIERTA (tercera cubierta de pasaje)

Esta cubierta se sitúa a una altura de 21m, sobre la línea base y se extiende desde la cuaderna 0 y 135. Se divide en dos zonas contra incendio por mamparos.

La zona de popa se encuentra a la intemperie, es una cubierta libre para el pasaje.

En la zona central se disponen de 2 locales de Aire acondicionado, una sala de preparación de la comida, comedores para oficiales y tripulantes. También hay dos lavanderías. Se disponen 10 camarotes dobles para la tripulación, 6 camarotes simples para oficiales y camarotes para el jefe de máquinas y capitán.

En proa se dispone el puente de mando.

Atendiendo a la comunicación con otras cubiertas con otras cubiertas, esta cubierta dispone de 7 escaleras en total, dos en la parte central de comedores, 2 escaleras a cada banda en la parte central, otras 2 en la parte central más a proa y por último una escalera en las habitaciones de pasaje a proa.

PROYECTO	Página 36 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

EQUIPOS DE SALVAMENTO Y RESCATE

SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Los objetivos de la seguridad contra incendio a bordo, tal y como describe el Apartado 1 de la Regla 2 del Capítulo II-2 SOLAS son:

- Evitar que se produzcan incendios y explosiones.
- Reducir los peligros para la vida humana que puede presentar un incendio.
- Reducir el riesgo de que el incendio ocasione daños al buque, a su cargo o al medio ambiente.
- Contener, controlar y eliminar el incendio y las explosiones en el compartimiento de origen.
- Facilitar a los pasajeros y a la tripulación medios de evacuación adecuados y fácilmente accesibles.

Con el fin de alcanzar esos objetivos, debe llevarse a cabo lo siguiente, expuesto en el Apartado 2 de la misma regla:

- División del buque en zonas verticales principales y zonas horizontales mediante contornos que ofrezcan protección térmica y estructural.
- Separación de los espacios de alojamiento del resto del buque mediante contornos que ofrezcan protección térmica y estructural
- Utilización restringida de materiales combustibles.
- Detección de cualquier incendio en la zona de origen. Se disponen de sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contra incendios tanto en la cámara de máquinas como en el resto de los espacios del buque.
- Contención y extinción de cualquier incendio. Los sistemas que se utilizarán serán los siguientes:
 - Sistema de dióxido de carbono (CO₂), destinado a combatir incendios en los espacios de Sala de Máquinas. Los equipos estarán situados en un local a popa. Va a tener capacidad suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al 35% del volumen total de la cámara de máquinas, incluyendo el guarda calor.

A demás se incluye una alarma audiovisual en cámara de máquinas con el objeto de alertar a las personas que hubiere allí trabajando para la evacuación, ante los posibles riesgos que la liberación de este gas pudiera ocasionar en sus organismos.

PROYECTO	Página 37 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

- Sistemas de rociadores automáticos. Existen en las cubiertas de carga rodada y en las de habilitación.
 - Equipos extintores portátiles de aire/espuma y extintores de espuma de 45 litros en número suficiente para poder alcanzar cualquier parte de los sistemas de combustible y de aceite de lubricación a presión, engranajes y otras partes que presenten riesgo de incendio.
- Protección de vías de evacuación y de acceso para la lucha contra incendios.
 - Disponibilidad inmediata de los medios de extinción de incendios. El número y la localización de las bocas contra incendios será tal que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca, uno de ellos lanzando por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier espacio de carga del buque (Regla 10, Apartado 2.1.5).
 - Reducción al mínimo de la posibilidad de ignición de los vapores de las cargas inflamables.

DISPOSITIVO DE SALVAMENTO

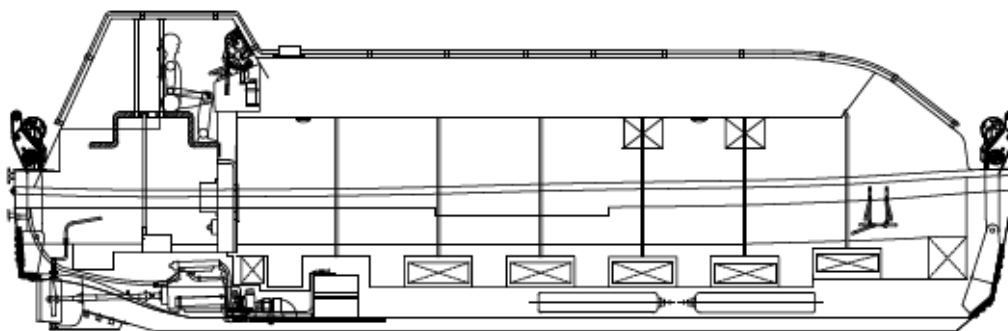
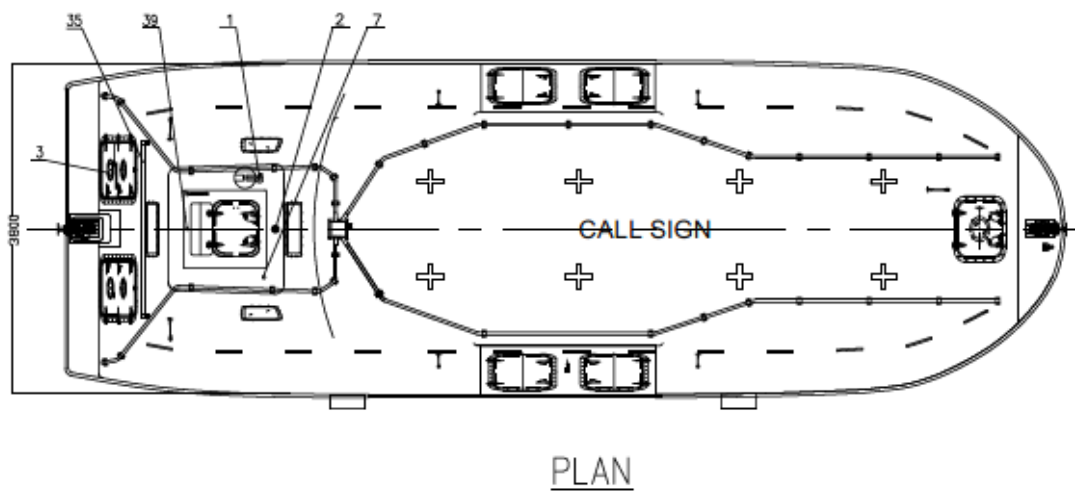
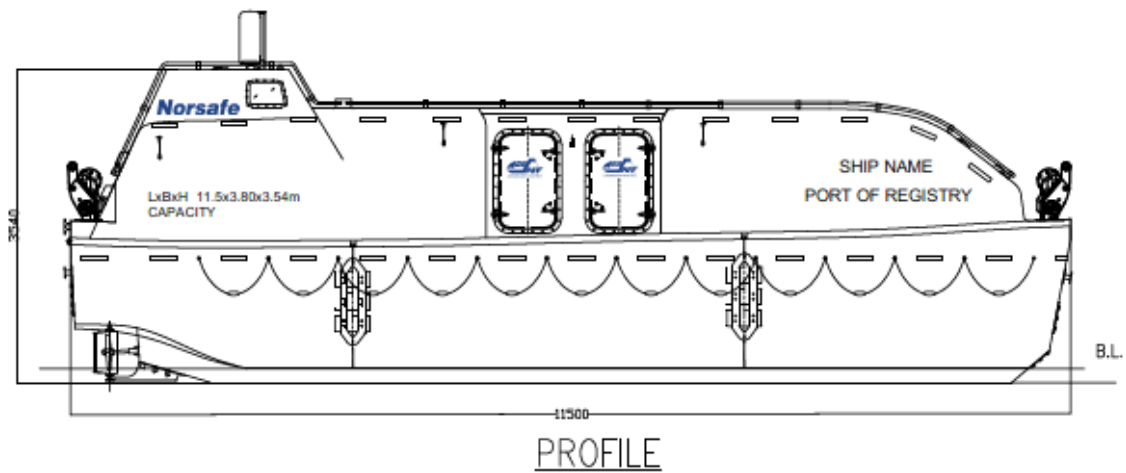
Botes salvavidas

La normativa relativa a los dispositivos de salvamento está recogida en el capítulo II del SOLAS. Allí expone (Regla 21, Apartado 1.2) que un buque de pasaje destinado a trayectos internacionales cortos debe estar equipado con botes salvavidas parcial o totalmente cerrados cuya capacidad conjunta permita transportar al menos al 30% del número total de personas que vayan a bordo. En nuestro caso contamos con **dos botes cerrados, uno a cada banda, con una capacidad unitaria de 136 personas**, satisfaciendo la capacidad requerida. Estos botes nos los provee la compañía NORSAFE

A continuación, tenemos las características principales:

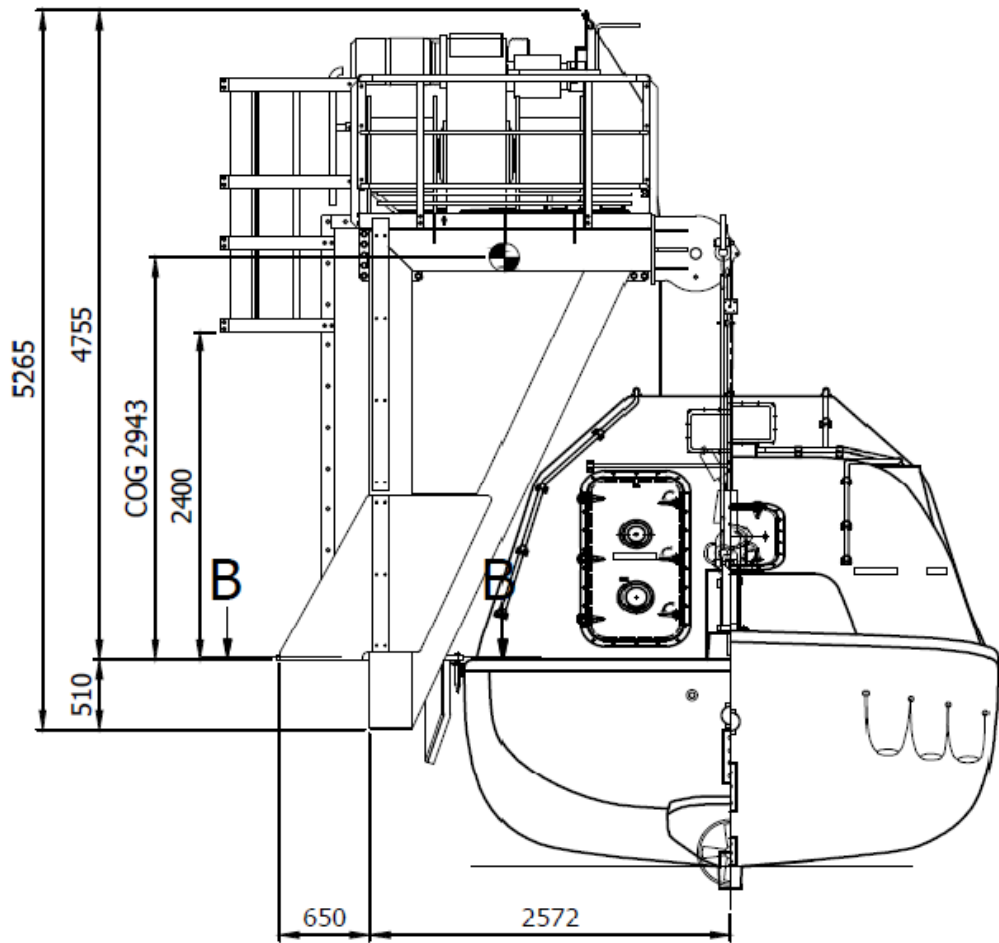
PROYECTO	Página 38 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Type	Totally Enclosed Life Boat (TELB)
Model	JYN-115 MKI
Length overall (on fender)	11,56 m
Length of hull	11,50 m
Beam	3,80 m
Height	3,54 m
Hook distance	10,96 m
Hook height aft & forward	1,98 m
Capacity, SOLAS maximum	136 persons
Weight, fully equipped	8.403kg
Davit load, with 136pers@82,5 kg	19.623 kg
External Color	Orange (RAL 2004)
Internal Color	Light Gray (RAL 7032)
Operation temperature:	-20°C till +40°C (other range on request)
Hull/deck material	Fire retardant glass reinforced polyester (GRP)
Buoyancy material	Polyurethane foam
Windows	Temper Glass
Bollards/towing	Aft bollard, painter hook in bow
Steering	Mechanical
Fender	PVC-fender
Skates / bobbins	If lifeboat is to be installed on a vessel
Hatches	2 aft doors / 2 side door each side / 1 top hatch / 1 front top hatch
Sprinkler pipe system (tank ver.)	Seawater resistant aluminum piping, stainless steel deflectors
Sprinkler pump (tank ver.)	Belt connection to engine
Sprinkler shut-off valve (tank ver.)	Ball valve 4"
Compressed air system (tank ver.)	4 x 45 liter air bottles, air regulator and high pressure hoses
Under/overpressure valves	Automatic spring loaded on canopy
Loose equipment	According to SOLAS

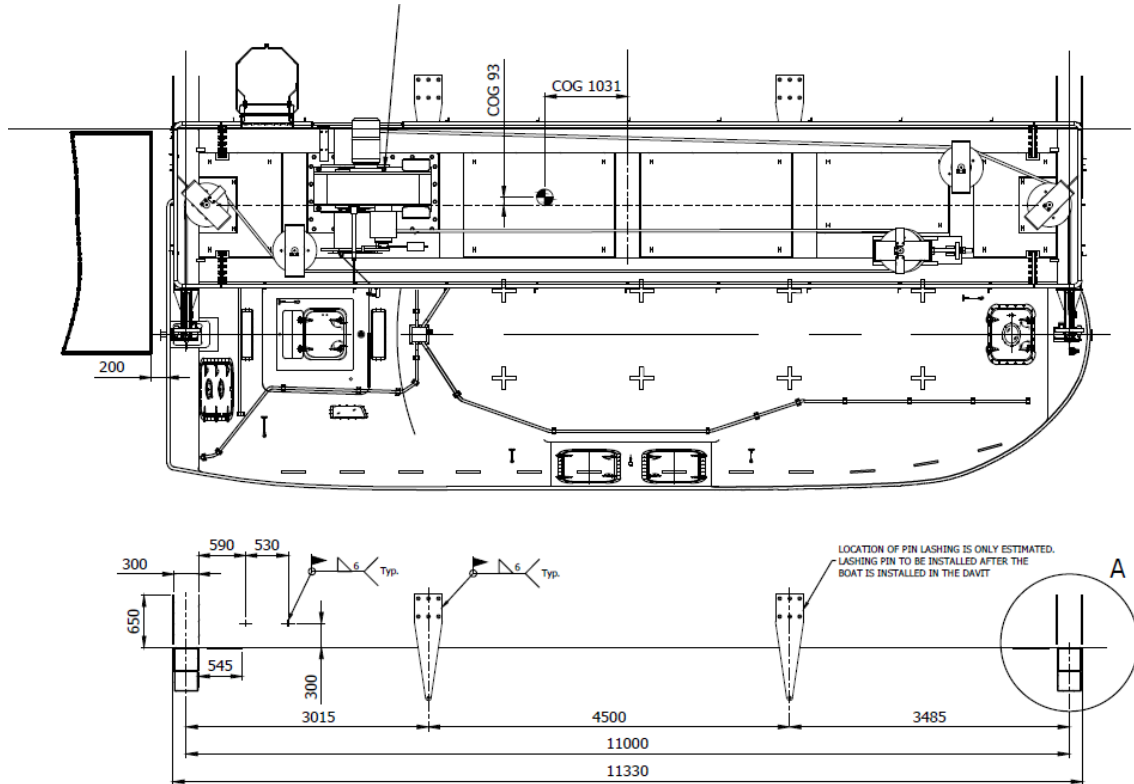


NORSAFE también nos provee el Davit para dicho bote, cuyas características son:

PROYECTO	Página 40 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



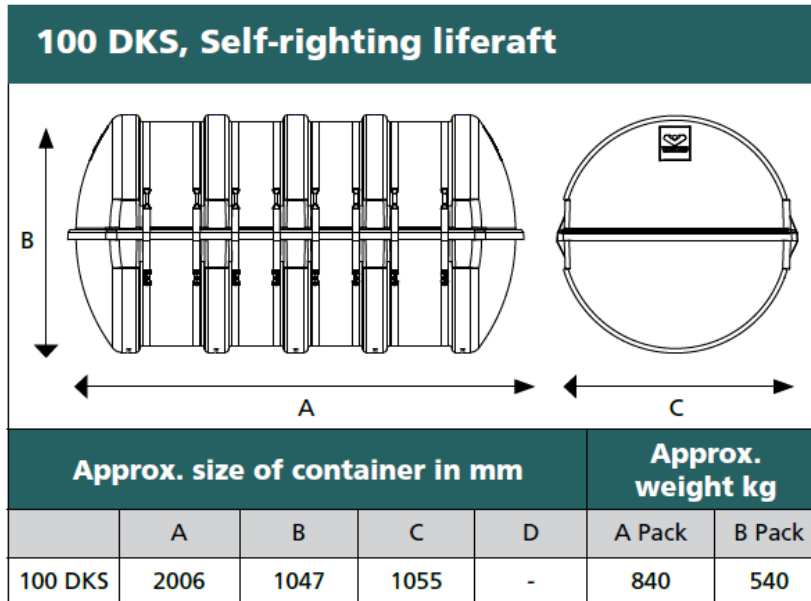
PROYECTO	Página 41 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



Balsas salvavidas.

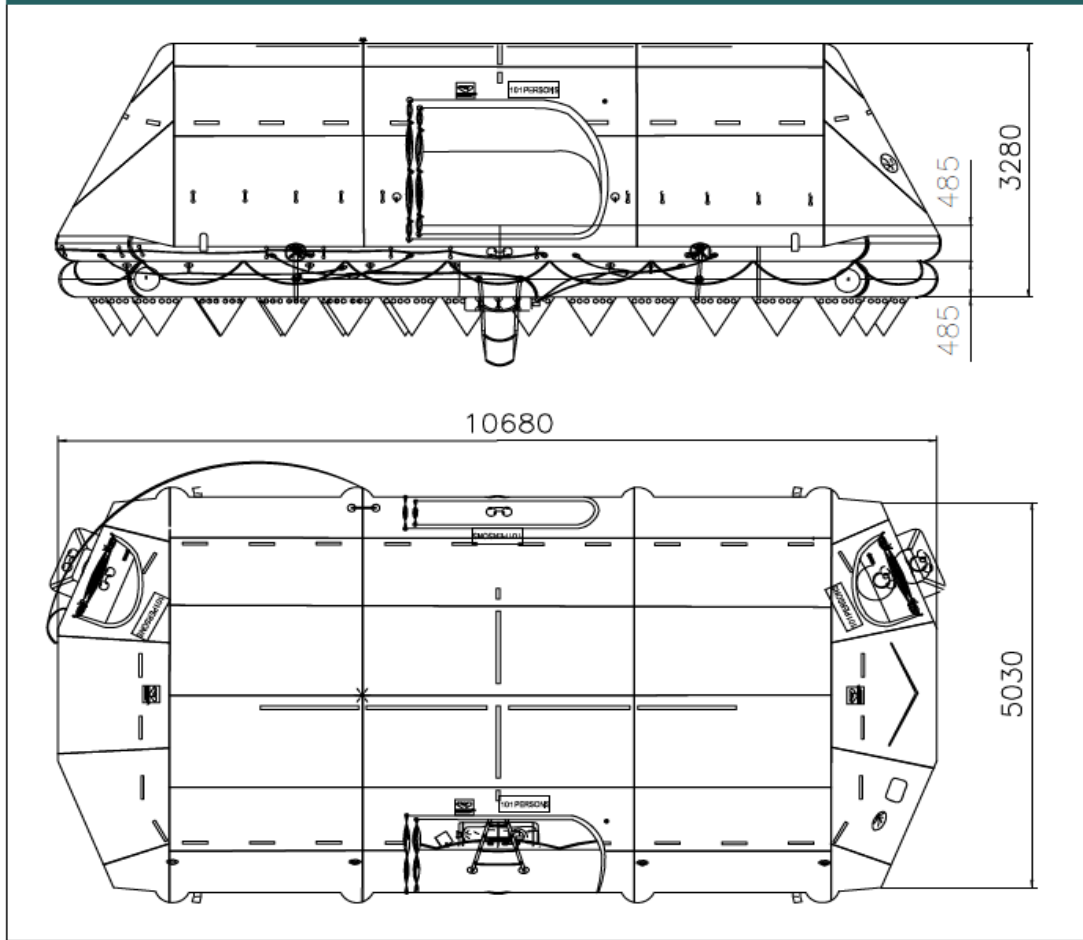
A demás contamos con balsas salvavidas inflables con una capacidad total que pueda dar cabida al resto de personas a bordo (en nuestro caso 478 personas) más el 25% del n° total de personas (120 personas). Para alcanzar esa capacidad se cuenta con 6 balsas salvavidas con capacidad de 100 personas (marca **VIKING**). Las 6 balsas van incorporadas a los tubos de evacuación MES que hay dispuestos a los costados. Las características principales de los contenedores de las balsas son:

PROYECTO	Página 42 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Las características principales de las balsas son:

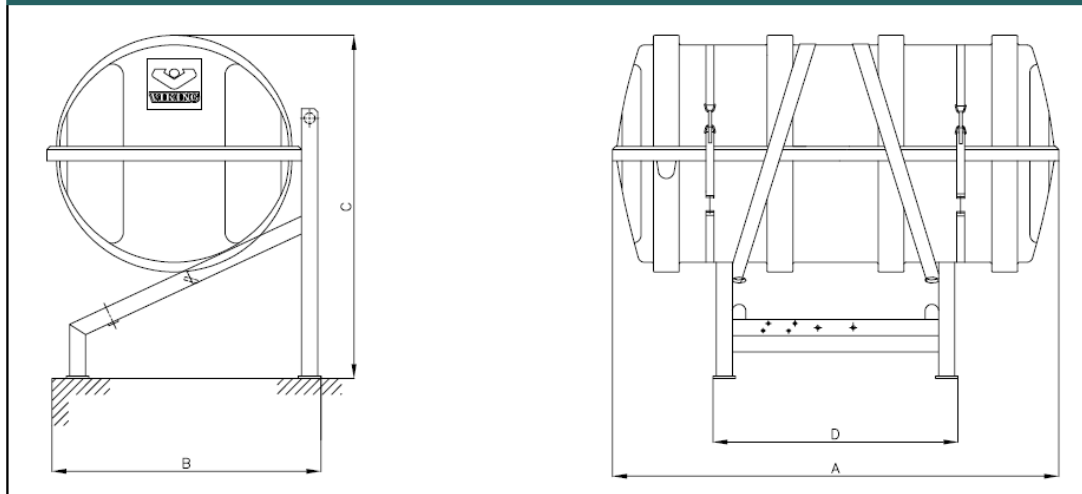
100 DKS, Self-righting liferaft



Damos las dimensiones de los Storage racks (cremalleras de almacenamiento)

PROYECTO	Página 44 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Rack for liferaft containers



Características

	A	B	C	D	Tipo
100 DKS	1980	1365	1722	1090	A

Sistema de evacuación M.E.S

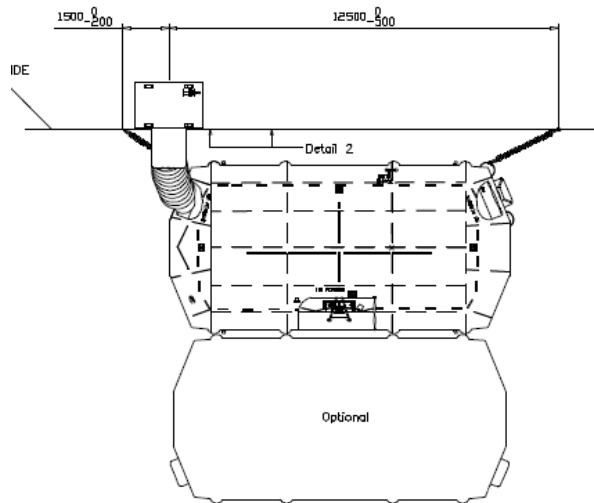
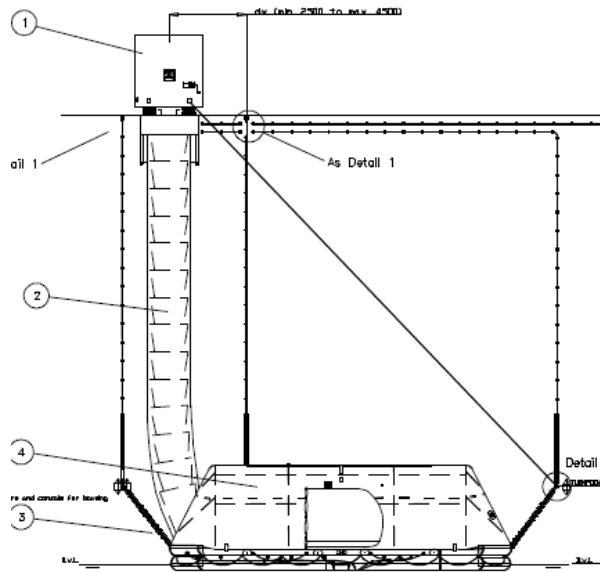
El buque cuenta con 4 tubos verticales, dos a cada banda en la cubierta N°5.

Estos tubos son brindados por VIKING

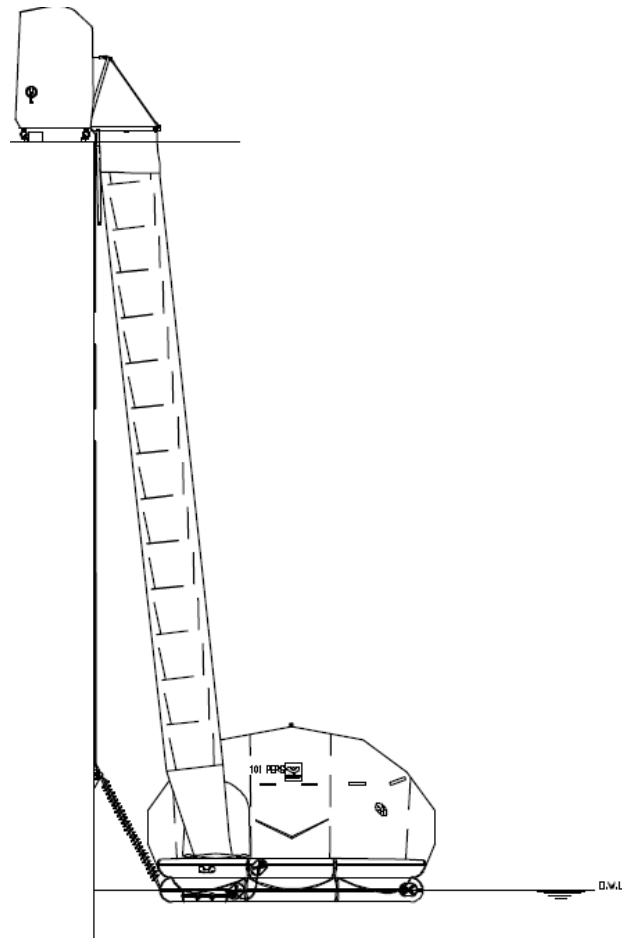
Las características principales son:

PROYECTO	Página 45 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

STOWAGE HEIGHT	Min. 5 - max. 15 m above waterline in lightest seagoing condition
EVACUATION CAPACITY	356 persons within 30 min. (SOLAS passenger vessel regulation) with 1 EscapeWay™ chute 100 persons within 10 min. (SOLAS cargo vessel regulations) with 1 EscapeWay™ chute
LIFERAFT TYPE	101 persons self-righting liferaft with a SOLAS A emergency pack
LENGTH	2170 mm
DEPTH	1520 mm
HEIGHT	2250 mm
WEIGHT	1600 kg
APPROVALS - SYSTEM	SOLAS 74, Reg. III/4 & III/34, as amended by IMO Res. MSC 48(66) and IMO Res. MSC 81(70) EC type approval acc. to EC Directive 96/98/EC Shock/vibration tests according to German navy (WTD71-Bundesmarine) standard for frigates (corresponding to NATO STANAG requirements).
APPROVALS - LIFERAFTS	SOLAS, IMO, USCG, MCA, EC and other national authorities.
MATERIALS	
SYSTEM FRAME	Steel, metallized/galvanized and painted
CHUTE SECTIONS	Outer and inner liner of synthetic fabric Each section mounted on stainless steel rings
BOWSING WINCH	Andersen 52 ST Stainless steel, AISI 329
WIRES	Galvanized or stainless steel
INSULATION PLATES	Nylon, PEDH
LIFERAFTS	Nylon webbing covered with natural rubber
LIFERAFT CONTAINER	Special strong GRP- type, made of Vinyl-ester
INTERFACE TO SHIP	The system is bolted to the ships structure at four foundation points. At each foundation point a sea-water resistant shock/vibration wire damper is or can be mounted.
DESIGN CRITERIA	The structure is designed with safety factor 4.5.
ACTIVATION	The system is activated by pulling the slip-hook or alternative by the remote release system, type Hammar (optional). By gravity acting on the liferaft container, the container will start moving down the frame and start tilting the chute package. By performing the free fall the liferaft container will pull the chute out of the chute packing. The liferaft is inflated during the free fall by means of a "quick release" line connected to the system frame. The liferaft will automatically pull the chute into the liferaft when inflating.



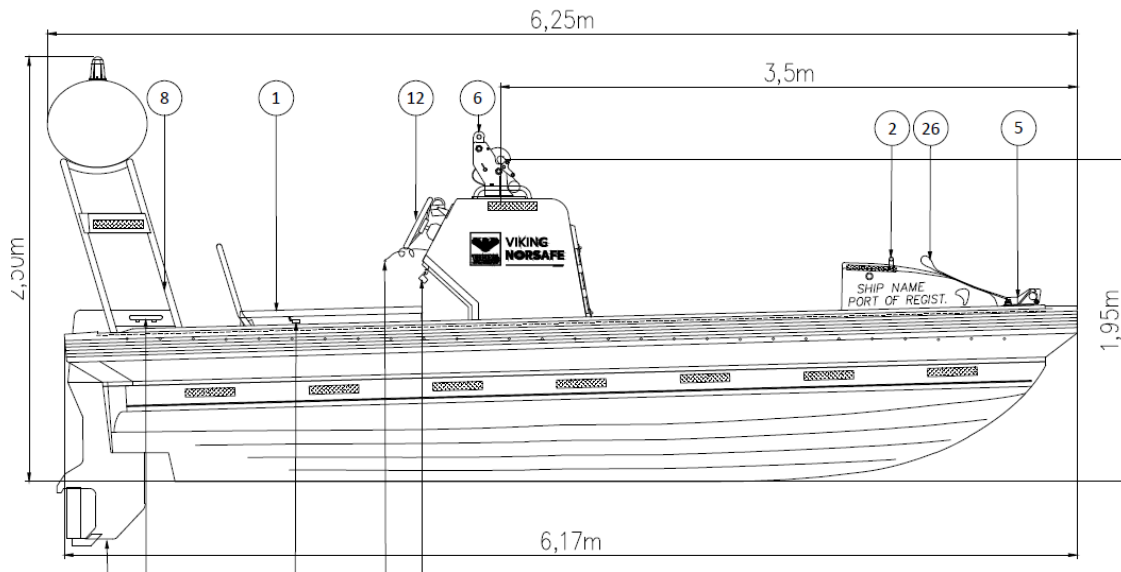
PROYECTO	Página 47 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



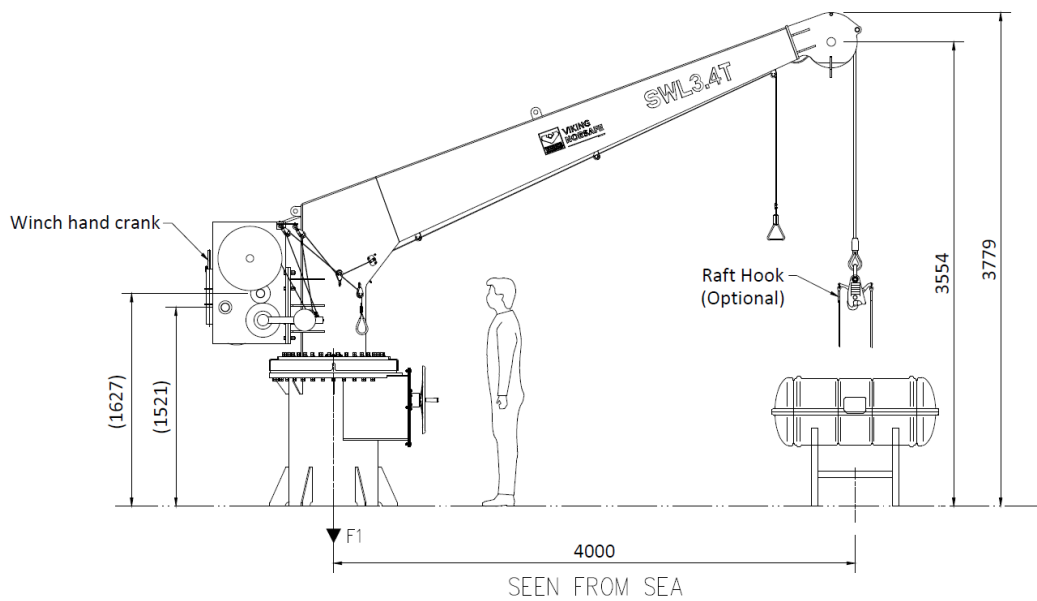
Botes de rescate

El buque cuenta además con un bote de rescate a cada banda que disponen de pescante integrado. Uno de ellos es de tipo rápido, tal y como exige la reglamentación siendo capaz de desarrollar una velocidad de 20 - 24 nudos y transportar a 6 personas más una camilla.

PROYECTO	Página 48 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Este bote de rescate viene con su respectivo pescante que se da las características principales abajo:



PROYECTO	Página 49 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY	2019	

Technical Data NRC-R-34

Winch Type: DW34
 Working Radius: 4 m
 SWL: 3400 kg
 Wire Diameter: 18 mm
 Max. Lowering Height: 50 m
 Lowering Speed: Max. 60 m/min
 Weight of Davit: Approx. 2800 kg

Por último, en aplicación de la regla 22 el buque debe contar con 18 aros salvavidas (por la eslora de nuestro barco), 750 chalecos salvavidas (uno por persona a bordo, uno por persona de guardia) y 6 trajes de inmersión (3 por cada bote salva vidas).

EVACUACIÓN

El capítulo II-2 del SOLAS, en su parte D, obliga al cumplimiento de una serie de requisitos relativos a los medios de acceso y escape de los distintos espacios del buque.

Se disponen escaleras que proporcionen medios rápidos de evacuación hacia la cubierta de embarco en los botes y las balsas salvavidas desde todos los espacios de alojamiento de los pasajeros y de la tripulación y desde los espacios que no sean espacios de máquinas en los que normalmente la tripulación trabaje.

Definimos primero que es la cubierta de cierre que lo da el SOLAS

Cubierta de cierre: tratándose de buques de pasaje significa la cubierta más elevada en cualquier punto de la eslora de compartimentado (*Ls*) a que llegan los mamparos principales y el forro del buque en forma estanca, y la cubierta más baja desde la que pueden evacuarse pasajeros y tripulación sin que el agua lo impida en ninguna de las etapas de inundación en los casos de avería definidos en la regla 8 y en la parte B-2 del presente capítulo.

Los espacios que están **situados por debajo de la cubierta de cierre**, que es la cubierta principal para nuestro proyecto, tienen de dos vías de escape que consistirán en:

- Dos juegos de escaleras de acero, tan separadas entre sí como sea posible, que conduzcan a puertas situadas en la parte superior de dicho espacio y desde las que haya acceso a las correspondientes cubiertas de embarque a los botes y balsas salvavidas. Una de estas escalas, de al menos unas dimensiones de 80x800 mm, estará situada dentro de un recinto protegido, con alumbrado de emergencia y puertas contra incendios de cierre automático. **Estas escaleras están ubicadas entre la cuaderna 32 y 38 y entre la cuaderna 79 y 80.**
- Una escala de acero que conduzca a una puerta situada en la parte superior del espacio que dé acceso a la cubierta expuesta y, además, en la parte inferior del espacio y en un

PROYECTO	Página 50 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

lugar bastante apartado de la mencionada escala, una puerta de acero, maniobrable desde ambos lados, que dé acceso a una vía segura de evacuación desde la parte inferior del espacio hacia la cubierta expuesta. Las escaleras proporcionan un doble acceso desde cada uno de los compartimentos por debajo de la cubierta principal a unos espacios protegidos situado en los cajones de crujía.

Las escaleras deben disponerse de modo que todas aquellas que salgan de estos espacios definidos, no finalicen en la cubierta principal ni tenga acceso a ella. El motivo de este es asegurar que, en caso de inundación de la cubierta principal, el agua no penetra en los compartimentos estancos definidos por debajo de ella.

Esto se ve claramente en el arreglo general

Espacios **situados por arriba de la cubierta de cierre:**

Si el espacio está situado por encima de la cubierta de cierre, los dos medios de evacuación estarán tan separados entre sí como sea posible, y sus respectivas puertas de salida ocuparán posiciones desde las que haya acceso a las correspondientes cubiertas de embarco en los botes y balsas salvavidas. Cuando dichos medios de evacuación obliguen a utilizar escalas, éstas serán de acero.

PROYECTO	Página 51 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

EVACUACIÓN

PROYECTO	Página 52 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

INTRODUCCIÓN

Los buques de pasaje pueden llevar a miles de personas entre tripulación y pasaje, se pueden considerar como pequeñas ciudades o grandes hoteles flotantes. Por ello su seguridad y el problema de la evacuación han sido considerados por la sociedad civil y administrativa ítems de gran relevancia.

La aplicación de nuevas normativas adaptadas a los nuevos tiempos y la incorporación continua de avances tecnológicos en los buques, han mejorado la seguridad en la navegación marítima, tanto para las personas como para el medio marino y los equipos del buque. Aun así, siempre existirá la posibilidad de producirse un siniestro que ponga en peligro la seguridad de la vida de las personas a bordo.

Por norma general, las grandes catástrofes marítimas, así como la presión ejercida por la opinión pública alarmada por la pérdida de vidas humanas en el mar, han sido los factores determinantes para impulsar a los gobiernos de las principales naciones marítimas a un proceso legislador que mejore la seguridad de los buques.

La primera *Convención Internacional para la Seguridad de la Vida en la Mar*, conocida como SOLAS, se celebró en Londres, en 1914, dos años después del hundimiento del “*Titanic*” en el que murieron más de 1500 personas. En aquella convención, las principales naciones marítimas acordaron mejorar la seguridad de los buques adoptando medidas que hasta el momento no se habían regularizado. Se estableció la obligatoriedad de contar con botes salvavidas para todos los pasajeros, se creó la *Ice Patrol*, organización dedicada a la detección y monitorización de icebergs; y se tomaron muchas otras medidas en términos de seguridad marítima.

En 1948, en Génova, se creó la Organización Marítima Internacional (IMO, International Maritime Organization), como una agencia de las Naciones Unidas con objeto de desarrollar y mantener el marco regulatorio por el que se rige la navegación marítima. La IMO es una organización no gubernamental que se estructura en diversos comités y subcomités formados por expertos de los países miembros.

Se reunió por primera vez en 1959 para tratar aspectos tan importantes como la seguridad o la polución, dando lugar, desde entonces hasta hoy, a convenios internacionales de gran envergadura e importancia como son el convenio SOLAS (Safety Of Life At Sea), sobre seguridad en el mar para las personas; el convenio MARPOL (MARitime POLution) sobre la prevención de la contaminación del medio marino, o el convenio STCW (Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers), sobre la regulación de la formación, titulación, certificación y guardias de la gente de mar; entre otros.

El comité de la IMO más importante en relación a la seguridad marítima es el MSC (*Maritime Safety Committee*) que abarca todos los aspectos que afectan directamente a la navegación marítima, como son, entre otros, el adiestramiento de las tripulaciones o la construcción y equipamiento de los buques.

Cuando ha de procederse a una total evacuación de un buque, la principal dificultad es que, ante una situación de emergencia o en previsión de la misma, la totalidad de los miembros de la tripulación y pasaje puedan desplazarse de un modo eficaz y con riesgo mínimo hasta lugares seguros desde donde puedan subir a bordo de embarcaciones de salvamento y abandonar el buque. Todo el proceso debe llevarse a cabo en un tiempo finito “T” inferior al tiempo previsible

PROYECTO	Página 53 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

en el que el buque pierda su integridad, ya sea por hundimiento, vuelco, propagación del fuego, etc.

COMIENZOS DEL SOLAS Y LA EVOLUCIÓN

A raíz de este terrible accidente en 1913 se convocó en Londres la primera Convención sobre la Seguridad de la vida en el mar, que posteriormente en el 1914 se convirtió en el primer "Convenio Internacional para la protección de la vida humana en el mar (SOLAS). En él se propusieron una serie de medidas para evitar la serie de acontecimientos que condujeron al Titanic al fatal desenlace.

Como es conocido, el SOLAS es el convenio de mayor importancia sobre seguridad, así como el más antiguo y por tanto de vital mención en el tema que nos ocupa sobre el abandono y evacuación del buque. Desde el fatal hundimiento del Titanic y posterior investigación se han desarrollado cinco convenios SOLAS: el de 1914, el segundo celebrado en 1929 y entrado en vigor en 1933, el tercero adoptado en 1948 y entrada en vigor en 1952, el cuarto ya bajo el amparo de la OMI se adoptó en 1960 y entró en vigor en 1965, por último, la versión actual aprobada en 1974 y entrada en vigor el 1980.

En todos estos convenios anteriores figuran capítulos que incluso en la versión actual todavía se conservan como seguridad de la navegación, construcción, dispositivos de salvamento y prevención de incendios etc.

CONVENIO DE 1914

En este primer convenio se introdujeron nuevas prescripciones que trataban de la seguridad en la navegación, la disposición de mamparos estancos resistentes al fuego, dispositivos de salvamento, así como dispositivos de prevención y extinción de incendios en buques de pasaje. También trata prescripciones relativas a los equipos de radiotelegrafía, obligando a instalarlos en buques que transporten más de 50 personas. Se acordó establecer también un servicio de vigilancia de hielo en el Atlántico Norte.

CONVENIO DE 1929

Este nuevo convenio seguía el modelo del convenio anterior de 1914, pero incorporaba nuevas reglas, así como un anexo que trataba sobre la reglamentación internacional para la prevención de abordajes.

CONVENIO DE 1948

El avance tecnológico hizo que el convenio de 1929 quedara desfasado e hiciera necesario la aprobación de un nuevo convenio actualizado. Así en el nuevo convenio se introdujeron mejoras importantes en cuestiones como el compartimentado estanco en buques de pasaje, normas de

PROYECTO	Página 54 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

estabilidad, mantenimiento de servicios esenciales en caso de emergencia, protección estructural contra incendios por medio de mamparos resistentes al fuego y troncos para proteger las escaleras principales. En este convenio se revisó también el Reglamento de Abordajes y las reglas relativas a la seguridad de la navegación, así como la actualización de los servicios de meteorología y vigilancia de hielos.

CONVENIO DE 1960

Este nuevo convenio nació también por la necesidad de adecuar la seguridad marítima al ritmo de la evolución técnica, siendo objeto de numerosas mejoras en tal sentido.

En el nuevo convenio muchas de las medidas de seguridad que anteriormente había sido aplicables únicamente a los buques de pasaje se aplicaron también a los buques de carga, especialmente las relativas a la fuente de energía eléctrica y al alumbrado de emergencia, así como a la prevención de incendios. Se hace mención en el capítulo de los dispositivos de salvamento a las balsas salvavidas, las cuales debido a su perfeccionamiento podía incluso sustituir de forma parcial a los botes salvavidas. También se revisan las reglas sobre construcción y prevención de incendios a bordo.

El objetivo de esta nueva convención del SOLAS era que se mantuviera actualizado mediante enmiendas cuando este entrara en vigor, siendo algunas de las más importantes:

- 1966: enmiendas al capítulo II, sobre medidas especiales de seguridad contra incendios en buques de pasaje.
- 1969: aprobación de varias enmiendas relativas a cuestiones relativas a equipos de bomberos, especificaciones sobre aros y chalecos salvavidas.
- 1973: reglas relativas a dispositivos de salvamento.

CONVENIO DE 1974

Se trata del último convenio actualmente en vigor y que es improbable que se sustituya por otro nuevo convenio debido al procedimiento de enmienda que figura En el artículo VIII que hace de éste un texto actualizable a lo largo de los años.

El artículo VIII determina que las enmiendas a los capítulos del II al VIII se considerarán aceptadas transcurrido un plazo de dos años a menos que sean rechazadas, dentro de un tiempo determinado, por un tercio de los gobiernos contratantes o por un número de gobiernos contratantes cuyas flotas mercantes representen como mínimo el 50% de tonelaje bruto de la flota mercante mundial. El último convenio se estructura en una serie de artículos sobre obligaciones generales, el procedimiento de enmienda y el anexo estructurado en 12 capítulos.

Estos capítulos ya los conocemos.

PROYECTO	Página 55 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

EVOLUCIÓN DEL SOLAS POR MEDIO DE ENMIENDAS.

En la década de 1970, la Organización elaboró unas modificaciones importantes del Convenio, algunas de las cuales se incorporaron en el Protocolo de 1978 y otras quedaron incluidas en las enmiendas aprobadas en noviembre de 1981, que, en virtud del procedimiento de aceptación tácita, entraron en vigor el 1 de septiembre de 1984.

Enmiendas de 1981

Las enmiendas más importantes se refieren al capítulo II-1 (Construcción /compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas) y al capítulo II-2 (Construcción, prevención, detección y extinción de incendios). En ambos casos, los capítulos prácticamente se han vuelto a redactar y se han actualizado. Se hicieron enmiendas al capítulo II-1 se referidas a los siguientes aspectos: mamparos de colisión en los buques de carga, buques de pasaje destinados al transporte de vehículos de mercancías y el personal de éstos.

Enmiendas de 1983

La finalidad de las enmiendas era tomar en consideración los nuevos adelantos técnicos y también estipular lo necesario para la evaluación e introducción de dispositivos o medios de salvamento de carácter innovador.

Por ello incluye unas cuantas modificaciones de forma en el capítulo II-1 y otras del capítulo II-2. El Comité de Seguridad Marítima CSM, concluyó que dichas modificaciones eran de vital importancia para la seguridad de graneleros y en especial de buques de pasaje.

El capítulo III fue revisado y ampliado de 38 reglas a 53, y llevando el título de "Dispositivos y medios de salvamento". Los cambios estaban destinados a garantizar la disponibilidad operacional de los buques, así como el abandono del buque, la supervivencia de las personas, la detección y el rescate de los supervivientes, en condiciones de seguridad. Algunas prescripciones tratan de las operaciones y los ejercicios periódicos con dispositivos de salvamento. Revisa las prescripciones relativas a balsas salvavidas adicionales, equipo radioeléctrico de salvamento, luces de los chalecos salvavidas y ayudas para facilitar la detección. Puesto que el mayor riesgo en caso de accidente es el de morir de hipotermia el nuevo capítulo incluye una serie de prescripciones destinadas a reducir este riesgo exigiendo dispositivos como trajes de inmersión y ayudas térmicas de protección.

También hace mención a los botes de rescate pensados para salvar personas en peligro y concentrar la actuación de embarcaciones de supervivencia.

Los buques de pasaje deben llevar a cada costado botes salvavidas parcial o totalmente cerrados, cuya capacidad conjunta baste al menos para dar cabida al 50% de las personas a bordo. En los buques de pasaje que realizan viajes internacionales cortos (transbordadores) los botes salvavidas en ocasiones podrán ser sustituidos por balsas salvavidas.

También en el capítulo III se prescribe la necesidad de que las embarcaciones de supervivencia puedan ponerse a flote con escoras de hasta 20° por ambos costados. En el mismo capítulo se hace mención sobre la puesta a flote de los botes salvavidas que se podrá hacer aun llevando el buque una arrancada de hasta 5 nudos.

PROYECTO	Página 56 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Enmiendas de 1989

En abril de 1989 el CSM aprobó nuevas enmiendas al Convenio SOLAS, entrando en vigor el 1 de febrero de 1992. Se enmendaron varias reglas del capítulo II-1, la más importante quizás la regla 15, que trata de las aberturas en los mamparos estancos de los buques de pasaje. Desde el 1 de febrero de 1992 ha tenido que equiparse a los buques nuevos, excepto en casos específicos, con puertas de corredera motorizadas, que se deben poder cerrar desde una consola en el puente en un tiempo inferior a 60 segundos. Se especifica claramente que todas las puertas estancas han de mantenerse cerradas excepto en circunstancias excepcionales.

Enmiendas de 1990

Hace mención especial al Capítulo II-2 sobre Construcción, prevención, detección y extinción de incendios. Gran parte de las enmiendas hacen referencia a los buques de pasaje construidos el 1 de enero de 1994 o posteriores. Se centra en particular a las medidas de seguridad contra incendios a bordo de buques tales como los modernos cruceros, en los que son frecuentes grandes espacios abiertos como los atrios.

Los atrios se definen como espacios públicos que abarcan tres o más cubiertas y contienen materiales combustibles, como mobiliario, y espacios cerrados, como tiendas, despachos y restaurantes. Se revisa la regla con el fin de prescribir que tales espacios tengan dos medios de evacuación, uno de ellos con acceso directo a un medio de evacuación vertical cerrado. La regla también exige que ese tipo de espacios estén equipados con un sistema de extracción de humo que pueda accionarse manualmente y también ser activado por el sistema de detección de humo de obligatoria instalación en dichos espacios. Otra regla se ha modificado con objeto de que sea obligatorio que dichos espacios estén protegidos con un sistema automático de rociadores.

También se enmienda el capítulo 3 referente a la formación y ejercicios periódicos relativos a los procedimientos de abandono del buque, así esta nueva enmienda incluye la formación específica y ejercicios para casos de emergencia impartidos a bordo del buque.

Enmiendas de 1992

Estas se refieren a la mejora de la estabilidad con avería en los buques de pasaje. Las medidas de seguridad contra incendios son más rigurosas para los buques de pasaje ya existentes, introducidas mediante las enmiendas al capítulo II-2, incluyen prescripciones obligatorias para la detección de humo y sistemas de alarma y rociadores en los espacios de alojamiento y de servicio, troncos de escalera y pasillos. Entre otras mejoras cabe citar la instalación de alumbrado de emergencia, sistemas generales de alarma para casos de emergencia y otros medios de comunicación.

En el capítulo II-2 se introdujeron importantes enmiendas en relación con la prevención de incendios en los buques de pasaje nuevos. Las enmiendas afectan a varias reglas, que tratan de cuestiones tales como el dimensionamiento de las bombas contra incendios, el mecanismo de descarga de los sistemas de extinción de incendios a base de dióxido de carbono, la prohibición de instalar nuevos sistemas a base de halones, y los sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contra incendios. Se añadió una nueva regla, por la que se obliga a los buques que transporten más de 36 pasajeros a llevar planos que contengan información sobre las medidas

PROYECTO	Página 57 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

de seguridad contra incendios. Se introducen prescripciones relativas a la integridad de los mamparos y las cubiertas frente al fuego, así como las puertas contraincendios.

Una regla sobre medios de evacuación, es objeto de una importante enmienda: determina que en los buques nuevos construidos después del 1 de octubre de 1994 estarán prohibidos los pasillos en los que sólo exista una vía de evacuación. Todos los medios de evacuación deben estar indicados mediante alumbrado o franjas fotoluminiscentes que no se encuentren a más de 0,3 m por encima de la cubierta. Las vías y salidas de evacuación deben estar indicadas con luces.

Otras enmiendas obligan a los buques de pasaje nuevos que transporten más de 36 pasajeros a llevar un sistema de alarma de detección de incendios centralizado en un puesto de control que ha de tener dotación permanente y desde el que sea posible controlar el sistema de detección de incendios, las puertas contraincendios, las puertas estancas, los ventiladores, las alarmas, el sistema de comunicaciones y el micrófono del sistema de altavoces.

Enmiendas de 1994

En la conferencia del SOLAS se introducen tres nuevos capítulos al convenio.

Capítulo IX: Gestión de la seguridad operacional de los buques, cuyo objetivo principal del nuevo capítulo es hacer obligatorio el Código internacional de gestión de la seguridad (IGS).

El Código IGS define los siguientes objetivos: establecer prácticas de seguridad en las operaciones del buque y en el medio de trabajo; tomar precauciones contra todos los riesgos señalados; mejorar continuamente los conocimientos prácticos del personal sobre gestión de la seguridad, así como su grado de preparación para hacer frente a situaciones de emergencia.

Capítulo X: Medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad, surge debido a los nuevos tipos de naves de gran velocidad que se están construyendo, lo que se pretende con este nuevo capítulo es que haya una reglamentación internacional de obligado cumplimiento en la que se tengan en cuenta las necesidades especiales de este tipo de nave. El capítulo X entró en vigor el 1 de enero de 1996.

El Código de naves de gran velocidad (Código NGV) se aplica a las naves de gran velocidad que realicen viajes internacionales e incluye las naves de pasaje que en el curso de su viaje a plena carga no estén a más de cuatro horas de un lugar de refugio a la velocidad normal del servicio y las naves de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 que en el curso de su viaje no estén a más de ocho horas de un puerto de refugio.

En el proyecto de código se han incluido, entre otras naves, los aerodeslizadores y los hidroalas. Es objetivo fundamental del Código establecer niveles de seguridad que sean equivalentes a los prescritos en el Convenio SOLAS y en el Convenio internacional sobre líneas de carga.

Capítulo XI: Medidas especiales para incrementar la seguridad marítima, entró en vigor el 1 de enero de 1996 constando de cuatro reglas.

Enmiendas de mayo de 1994

Se enmienda el Capítulo II-2 introduciendo mejoras relativas a las medidas de prevención de incendios por combustibles líquidos, aceites lubricantes y otros aceites inflamables.

Enmiendas de junio de 1996

PROYECTO	Página 58 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Se sustituye todo el capítulo III sobre medios y dispositivos de salvamento, incorporando en el nuevo texto todas las innovaciones tecnológicas que ha habido referente a este capítulo desde que se revisó por última vez en 1983. También muchas de las prescripciones de carácter técnico se trasladan al nuevo Código Internacional de dispositivos de salvamento, Código IDS, de aplicación a todos los buques construidos a partir de Julio de 1998.

Se enmiendan partes del Capítulo II-1 que pasa a titularse como “Construcción, estructura, compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas”. Es de especial mención las enmiendas que afectan a la estabilidad de buques de pasaje y buques de carga después de averías.

Enmiendas de diciembre de 1996

Se hacen enmiendas al Capítulo II-1 añadiendo la prescripción que los buques de pasaje y de carga deberán estar dotados de un sistema que permita que la fuente de energía eléctrica de los equipos necesarios para la propulsión y el gobierno del buque se mantengan o restablezcan inmediatamente en caso de caída de la planta.

A su vez también se enmienda de nuevo el Capítulo II-2 modificando especialmente la parte B del mismo referente a medidas de seguridad contra incendios en buques de pasaje.

Enmiendas de junio de 1997

Se modifica el Capítulo II-1, incorporando una nueva regla referente a “Prescripciones especiales para los buques de pasaje que no sean de transbordo rodado y que transporten 400 o más pasajeros” obligando a este tipo de buques cumplir con las reglas establecidas para los buques de pasaje de transbordo rodado surgidas a raíz del desastre del Estonia. Estas prescripciones tienen por objetivo la seguridad de que el buque va a conservar la flotabilidad sin zozobrar teniendo dos compartimientos principales inundados a causa de una avería.

Enmiendas de 1997

En esta nueva conferencia se añade un nuevo capítulo XII al convenio SOLAS, denominado Medidas de Seguridad Adicionales Aplicables a los Graneleros.

Enmiendas de 2000

Se enmienda una regla del Capítulo III, haciendo obligatoria la existencia de zonas de aterrizaje y evacuación para helicópteros en buques de pasaje y de transporte rodado.

DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO Y EVACUACIÓN

PROYECTO	Página 59 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

El buque CHARLY cuenta con múltiples dispositivos de salvamento ya que se trata de un buque mixto de pasaje y carga, y por lo tanto la seguridad de las personas es un factor muy importante a tener en cuenta. Por ellos en toda la habilitación de tripulación podemos encontrar los cuadros orgánicos que nos indican como deberemos actuar en caso de emergencia, así como las funciones de cada tripulante según el tipo de emergencia.

El cuadro orgánico de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia del buque está para 700 pasajeros y 50 tripulantes. En el cuadro orgánico se indica cual es la señal en caso de abandono de buque, sonarán siete señales sonoras cortas seguidas de una larga.

Dado que el buque cuenta con múltiples dispositivos de salvamento, los de más interés para nuestro estudio:

- Botes salvavidas.
- Botes de rescate y medios de rescate (M.O.R)
- Sistemas de Evacuación Marina M.E.S (Marine EvacuationSystem)

Las características principales de estos dispositivos se detallan en el capítulo de DISPOSICIÓN GENERAL.

BOTES SALVAVIDAS

El casco de los botes consta principalmente de tres piezas moldeadas independientes: casco principal, interior y la capota integral. Están fabricados en fibra de vidrio reforzada retardante de la acción del fuego y conectados entre sí en forma de doble casco. El espacio de casco está relleno de material para aumentar la flotabilidad del bote.

Estos botes son autorizables en caso de zozobra siempre que los pasajeros permanezcan sentados y con los cinturones abrochados, incluso cuando el bote este inundado o abierto al mar.

El puesto de timonel del bote está situado por detrás y por encima de los ocupantes del bote, por lo que dispone de una perfecta visión de los alrededores. Una escotilla por encima de éste puesto, permite al timonel obtener una mejor visión o el acceso a la parte superior del bote en caso de emergencia.

Los botes están equipados con un mecanismo de suelta, disponen de un mecanismo central situado en las proximidades del puesto de navegación del bote, que asegura que los dos ganchos a popa y a proa actúan de forma simultánea. Estos ganchos están construidos en acero inoxidable. El bote puede soltarse de dos formas posibles:

PROYECTO	Página 60 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- ❖ Normal: Un sistema de hidrostático libera el bote unos 20 minutos de encontrarse a flote. Con esto se asegura que el bote no se soltará cuando se encuentre aún suspendido en los pescantes.
- ❖ Emergencia: En caso de emergencia, el sistema hidrostático puede desactivarse rompiendo una protección de plexi-glass que permite acceder al pasador de seguridad. Esto permite en una situación urgente la tripulación del buque pueda soltar el mecanismo, aunque aún no se encuentre a flote.

BOTES DE RESCATE

Se tiene dos botes de rescate rápido a cada banda con una velocidad entre 23 y 25 nudos. Las características principales se la puede encontrar en el capítulo de DISPOSICIÓN GENERAL.

- ❖ 1 M.O.R para 10 personas. Los medios de rescate M.O.R tienen como propósito el traslado de personas desde la superficie del agua a la cubierta del buque en caso de emergencia. Se manejan de una forma similar a la de las balsas salvavidas arribales mediante pescantes. Éste está localizado a cada banda.

SISTEMA DE EVACUACIÓN M.E.S

El **sistema de evacuación marinase** trata de una serie de tubos verticales inflables por los que los pasajeros del buque tienen acceso a las balsas salvavidas del buque. De esta forma, los pasajeros evacuados a través del tubo lo hacen aislados de las condiciones ambientales, Otros sistemas de evacuación similares constan de una rampa inflable abierta en lugar el tubo vertical, y pueden incluir una plataforma flotante como paso previo a la entrada en las balsas salvavidas.

Tenemos 4 sistemas M.E.S a bordo, 2 situadas en babor en la cubierta 5 y 2 situadas en estribor de la cubierta 5.

Equipo	Tipo	Unidades	Capacidad	Situación
BALSAS SALVAVIDAS				
DKS Viking	Lanzamiento por borda	6	100	6 en Cub. N° 5 (uno en cada M.E.S)
TUBOS DE EVACUACIÓN				
Viking	Chute simple	4	356	4 en cub. N°5 (en cada M.E.S)

Las balsas salvavidas están alojadas en recipientes rígidos de fibra de vidrio instalados de forma independiente sobre calzos. Estas se lanzan por la borda dentro de sus contenedores desde sus calzados. Una vez a flote se inflarán automáticamente tras un tirón en el cabo de disparo rápido.

PROYECTO	Página 61 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Todas las balsas salvavidas deben estar equipadas con un disparo automático (sistema hidrostático) que provoca el inflado de la balsa de forma automática si no ha habido tiempo de la activación manual. En combinación con el sistema de evacuación, las balsas se disparan de forma remota. Cuando estas se encuentran a flote, se conectan a los tubos de evacuación.

El mecanismo de disparo automático provoca el inflado de las balsas de forma automática bajo el agua si no ha habido tiempo para la activación manual. El disparo hidrostático se activa por la presión bajo el agua a una profundidad entre 2 y 4 metros. El contenedor flotará libremente hacia la superficie del agua. El cabo de disparo está asegurado a la cubierta o al calzo de la balsa con un eslabón débil por un extremo y por el otro al depósito de inflado de la balsa y al cabo de remolque de la balsa. Si el buque se ha inundado a una profundidad de unos 30 metros la mayor parte del cabo de disparo habrá salido del contenedor de la balsa, activando el sistema de inflado. La flotación de la balsa bajo el agua es suficiente para romper el eslabón débil que la une al buque, permitiendo su libre ascenso a la superficie.

Los tubos de evacuación instalados permiten embarcar a los pasajeros y la tripulación secos en las balsas de una manera rápida y segura. También minimizan el número de tripulantes necesarios para asistir al pasaje ya que se trata de una operación sencilla. El sistema se despliega en una sola operación y dispone de un sistema de lanzamiento controlado. La naturaleza telescópica del tubo de evacuación asegura un descenso seguro y compensa los movimientos del mar y el buque. Los tubos verticales van reforzados con kevlar. El sistema se opera por medio de unos cilindros hidráulicos activados por gas comprimido (nitrógeno).

ANÁLISIS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

El objeto de nuestro estudio serán destinadas a la acomodación del pasaje y habilitación de tripulación. En total 3 cubiertas.

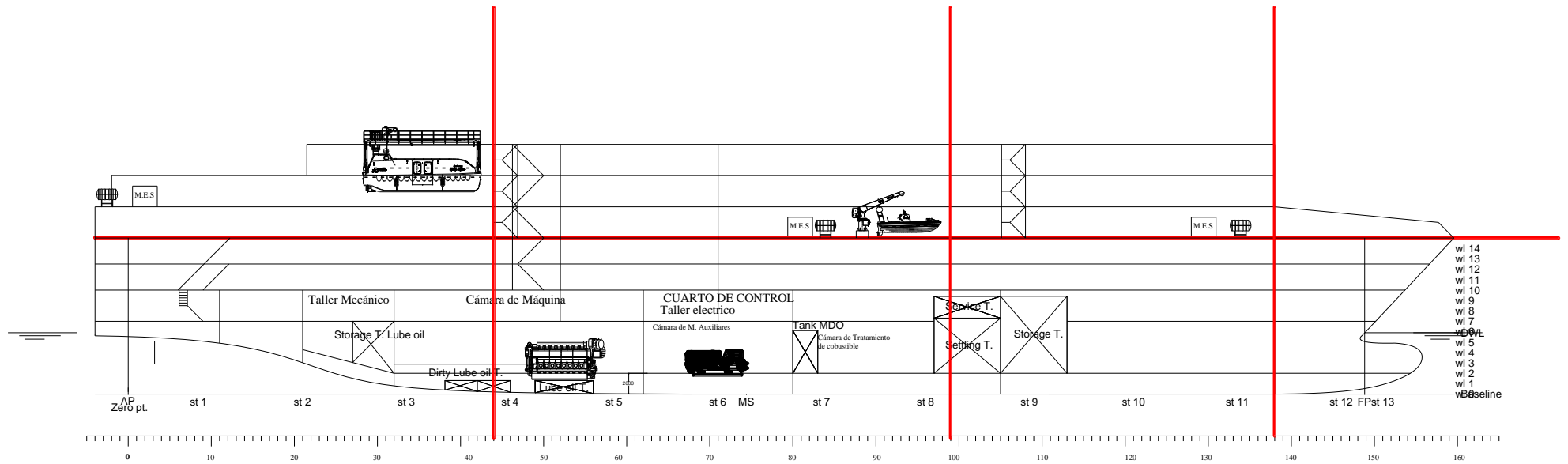
Antes de esto vamos a dar algunas definiciones y reglas que da el SOLAS

- Divisiones de clase A: Formadas por mamparos y cubiertas que satisfacen los criterios siguientes;
 - Son de acero u otro material equivalente
 - Están convenientemente reforzadas
 - Están 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:

PROYECTO	Página 62 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Clase A-60	60 min
Clase A-30	30 min
Clase A-15	15 min
Clase A-0	0

DIVISIÓN DE ZONAS VERTICALES PRINCIPALES



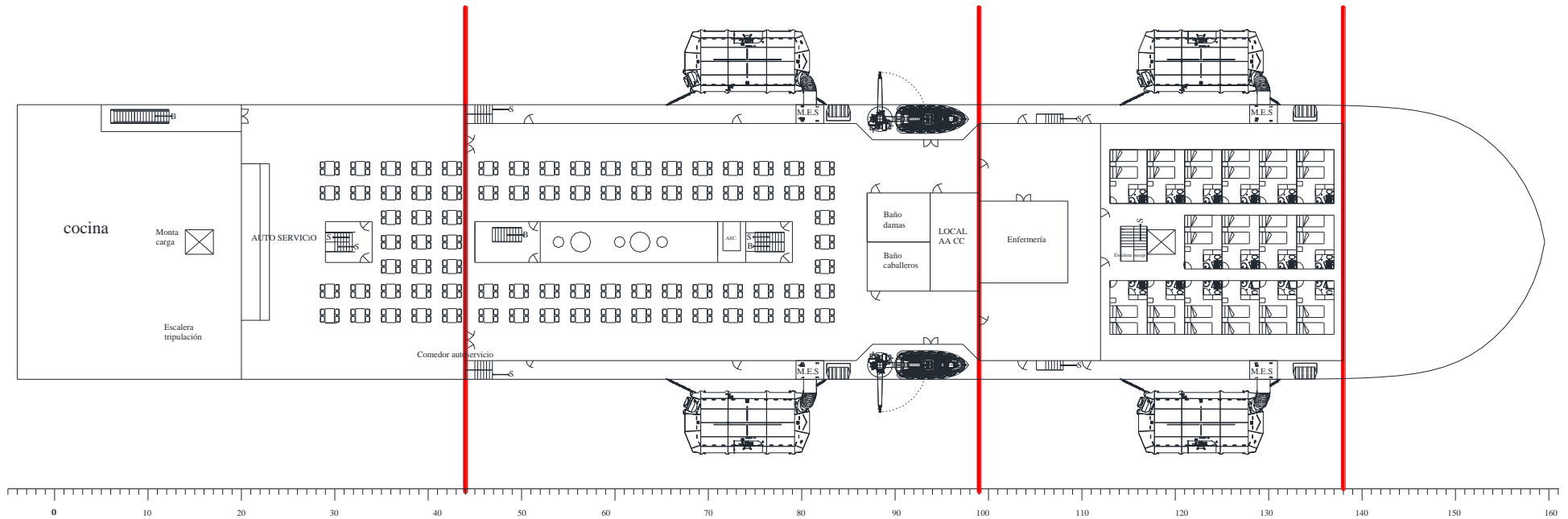
PROYECTO	Página 64 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

El buque tiene tres zonas verticales principales, en el plano superior delimitadas por las líneas rojas. La primera zona vertical principal empezando por popa, abarca desde el inicio del buque hasta la cuaderna 44 llegando al mamparo contra incendio transversal hasta la cubierta 8. La segunda zona vertical principal abarca desde la cuaderna 44 hasta la 99 llegando al segundo mamparo transversal contra incendio que marca el límite de la segunda zona principal vertical, esta llega hasta la cubierta 8. La tercera y última zona principal vertical abarca desde la cuaderna 99 hasta 140 coincidiendo con el fin de la zona de acomodación de pasaje, llegando al mamparo contra incendios transversal hasta la cubierta 8. Los mamparos contra incendios que delimitan las tres zonas verticales principales, son paneles aislantes piro resistentes del tipo A-60, también están revestidos por una cara de aluminio.

CUBIERTA 5

La cubierta 5 es la primera cubierta de pasaje y la resistente. Es por donde accede el pasaje al buque a través de 1 escalera mecánica situada a un costado del buque, llevando al pasaje a los comedores, recepción para los pasajeros que reservan camarotes. Todos los mamparos van aislados con lana de roca de un espesor que variará en función del tipo de mamparo. Todos los aislamientos incorporan una cara de un revestimiento de aluminio.

PROYECTO	Página 65 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



PROYECTO	Página 66 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Dispositivos de salvamento y puestos de reunión

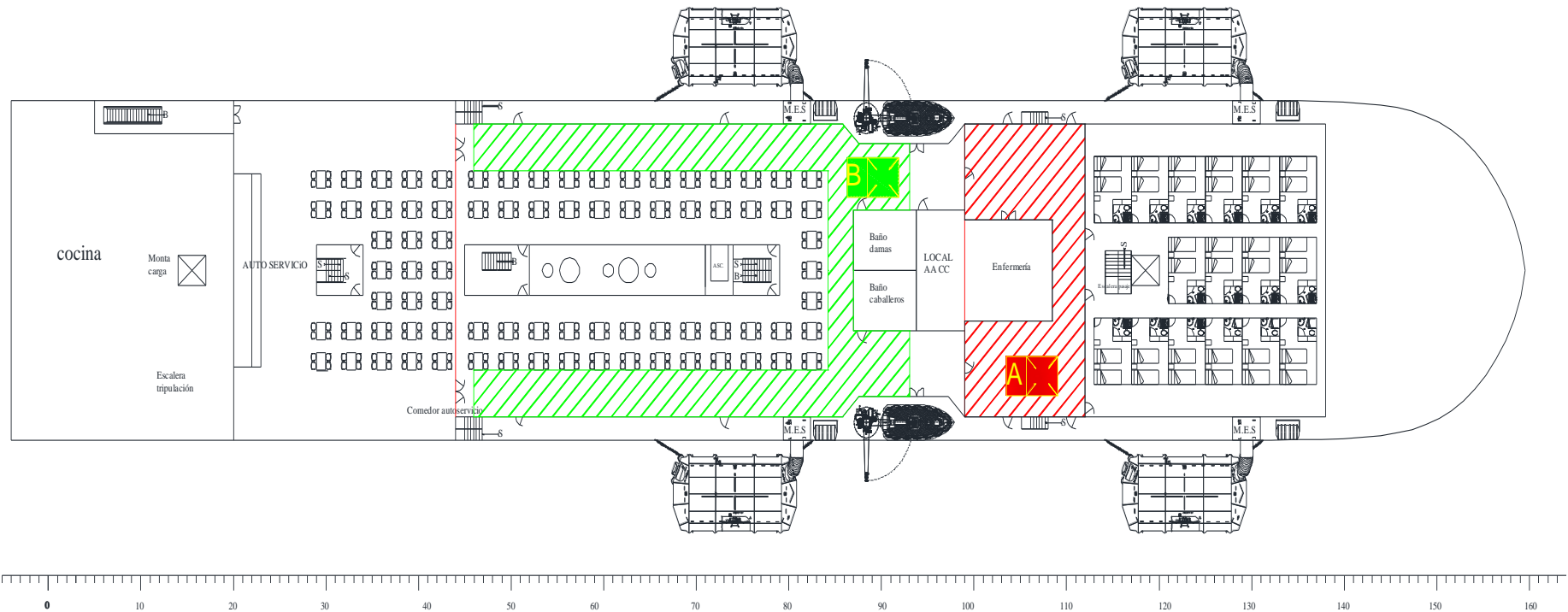
En la cubierta 5 se encuentran los comedores y los camarotes de pasajeros, los puntos de reunión y los puestos de embarque, así como dos sistemas de evacuación marina M.E.S.

En la cubierta 5 hay 2 puntos de encuentro.

El SOLAS nos pide un mínimo de 0,35 m² de superficie libre por pasajero para dichos puntos de encuentro o reunión. Sabiendo esto dimensionamos.

- ◆ **PUNTO DE ENCUENTRO A:** Este situado en la tercera zona vertical, antes de llegar a los camarotes de pasajeros. Está preparado para una cantidad de 200 personas, con un área total de 158 m², por arriba del mínimo establecido por el marco normativo que exige un espacio de 0,35 m² por persona. En nuestro caso tenemos $200 \times 0,35 = 70$ m². Cumple con la norma.
- ◆ **PUNTO DE ENCUENTRO B:** Este situado en la tercera zona vertical, antes de llegar a los camarotes de pasajeros. Está preparado para una cantidad 400 personas, con un área total de 287 m², por arriba del mínimo establecido por el marco normativo que exige un espacio de 0,35 m² por persona. En nuestro caso tenemos $400 \times 0,35 = 140$ m². Cumple con la norma.

PROYECTO	Página 67 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



PROYECTO	Página 68 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

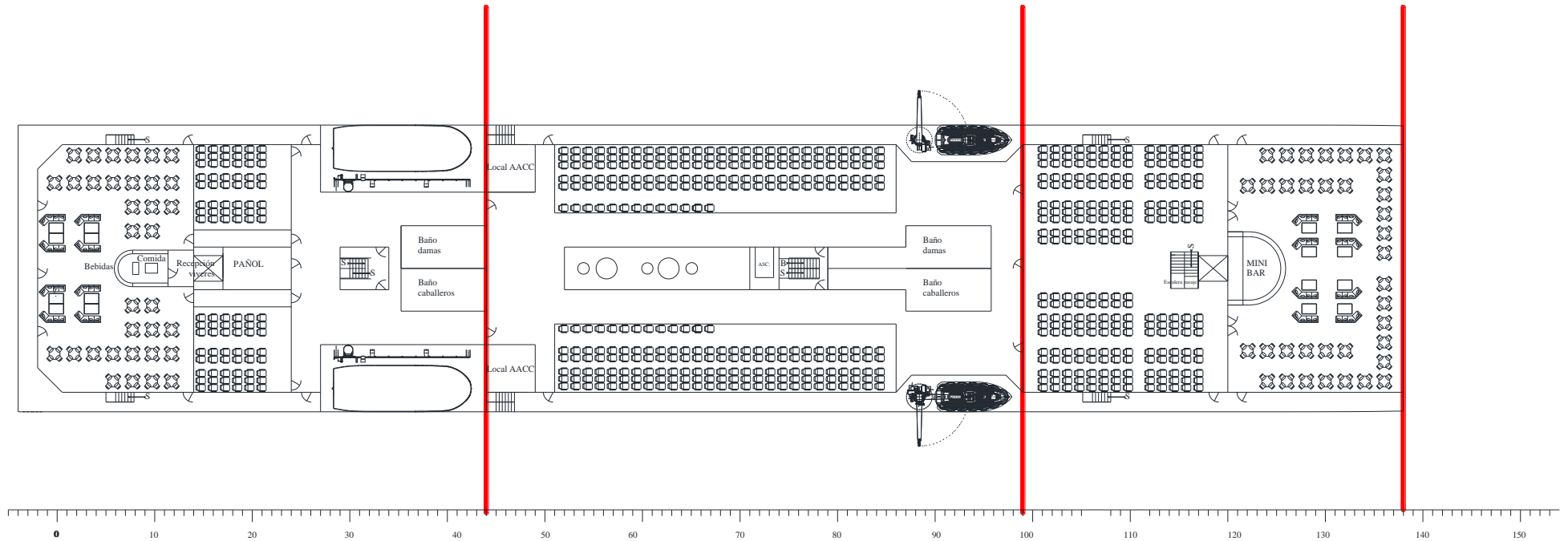
CUBIERTA 6

La cubierta 6 es la segunda cubierta de pasaje, todos los mamparos van aislados con lana de roca de un espesor que varía en función del tipo de mamparo. Todos los aislamientos incorporan por una cara un revestimiento de aluminio.

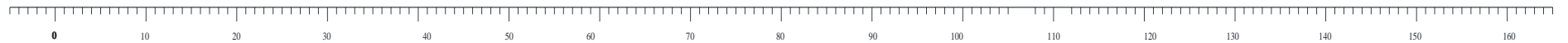
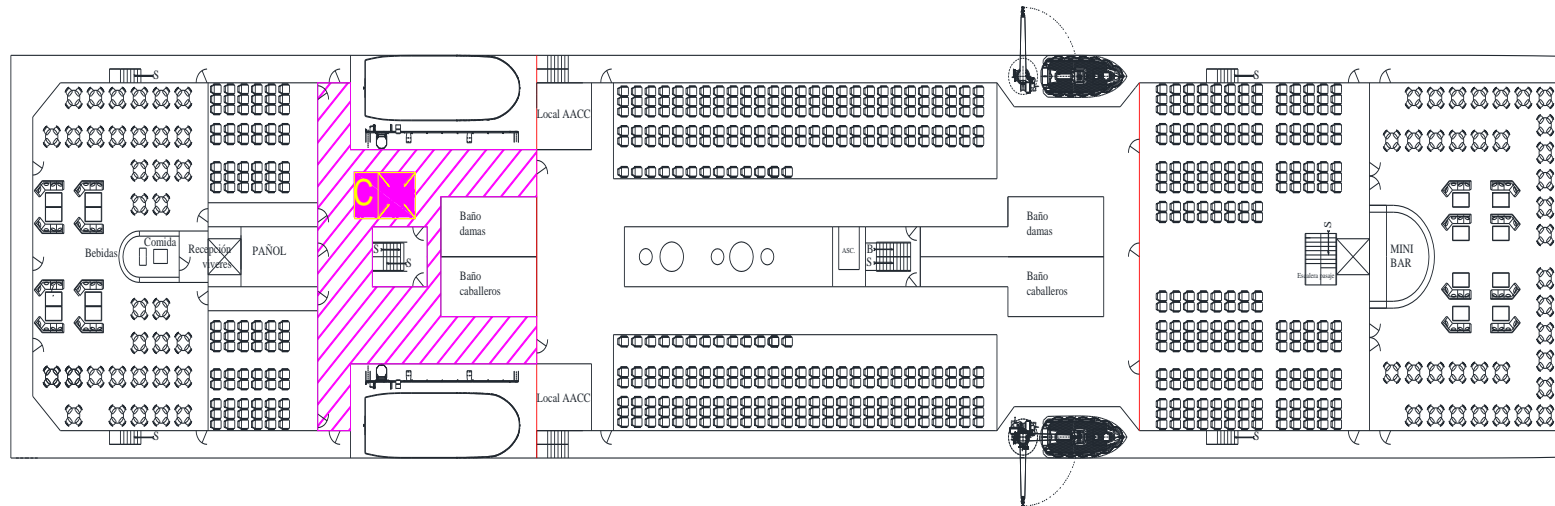
En esta cubierta solo existe un punto de encuentro.

- ◆ **PUNTO DE ENCUENTRO C:** Este situado en la primera zona vertical, saliendo de las escaleras contra incendio. Está zona preparado para una cantidad de 272 personas, con un área total de 156 m². El mínimo establecido por el marco normativo que exige un espacio de 0,35 m² por persona. En nuestro caso tenemos $272 \times 0,35 = 95,2$ m². Cumple con la norma.

PROYECTO	Página 69 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



PROYECTO	Página 70 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



PROYECTO	Página 71 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

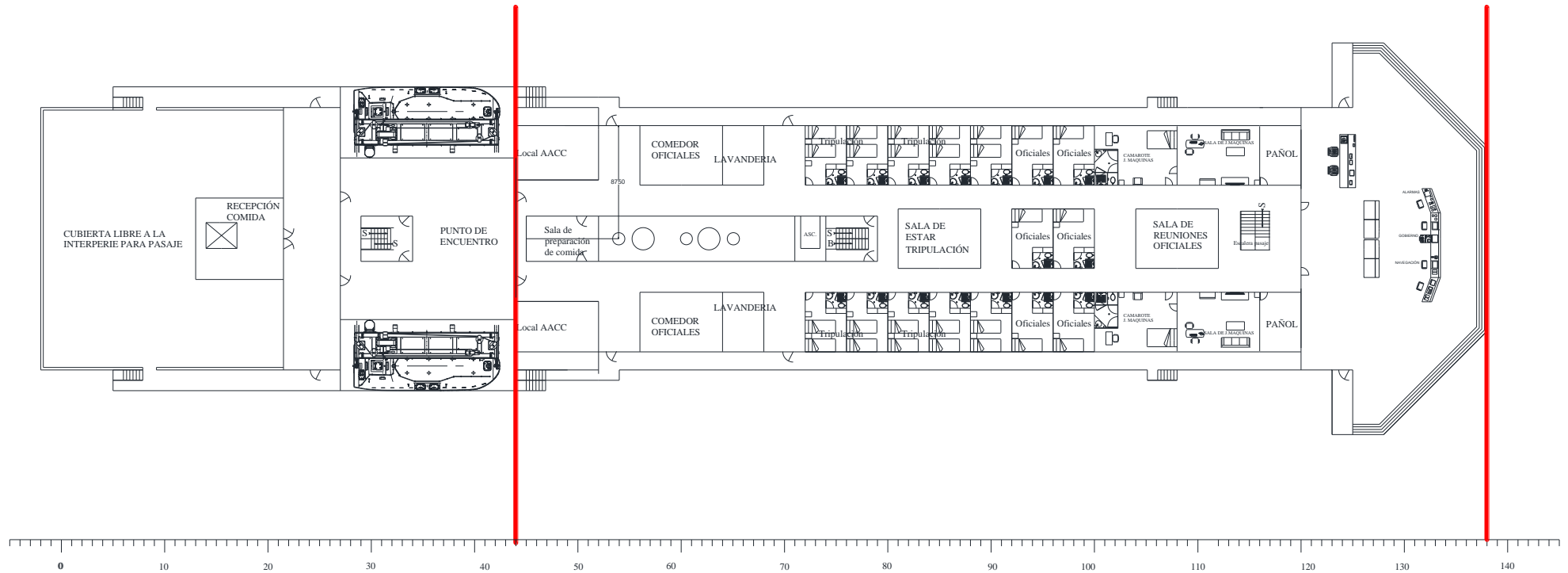
CUBIERTA 7

La cubierta 7 es una cubierta con dos zonas verticales principales, la segunda y la tercera forman una única cubierta principal en casi toda su totalidad, esta corresponde a la habilitación de la tripulación. En la primera zona vertical principal se encuentran los botes salvavidas con capacidad de 136 cada uno a cada banda.

Todos los mamparos van a ser aislados con lana de roca de un espesor que variará en función del tipo de mamparo. Todos los aislamientos incorporan por una cara un revestimiento de aluminio.

En esta cubierta no existe punto de encuentro.

PROYECTO	Página 72 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 73 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

CÁLCULO DE ARQUITECTURA NAVAL

PROYECTO	Página 74 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

INTRODUCCIÓN

Aquí se exponen los resultados obtenidos tras analizar con Hydromax, el complemento de Max Surf, las formas obtenidas en el capítulo de DIMENSIONADO.

También realizamos el cálculo de francobordo y arqueo.

FRANCOBORDO

Se denomina Francobordo a la distancia media verticalmente hacia abajo, en el centro del buque, desde el canto alto de la línea de cubierta hasta el canto alto de la línea de carga correspondiente. El francobordo se asigna de conformidad al Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966.

La asignación de francobordo mínimo pretende lo siguiente:

- Que el buque disponga de una estructura adecuada, con suficiente resistencia para soportar todos los viajes posibles.
- Que su estabilidad sea conveniente para todos los servicios que deba prestar.
- Que el buque posea un casco completamente estanco al agua desde la quilla hasta la cubierta de francobordo y estanco a las condiciones meteorológicas desde dicha cubierta hacia arriba
- Que posea una cubierta de trabajo suficientemente alta respecto de la superficie de la mar que permita moverse por ella, estando a la intemperie, con cualquier estado de la mar.
- Que posea suficiente reserva de flotabilidad, volumen sobre línea de flotación, para que no se vea en peligro de sumergirse o irse a pique con mala mar.

El francobordo de un buque se a intentar reducir de modo que satisfaga las condiciones anteriores, lo que va a permitir alojar más carga, siendo más rentable para su armador.

VALORES QUE SE UTILIZAN EN EL CÁLCULO DE FRANCOBORDO

Se considera los siguientes valores en el cálculo del francobordo:

- Cubierta de francobordo. Si aplicamos la regla 3.9 del Convenio, dice que: La cubierta de francobordo será normalmente la cubierta completa más alta expuesta a la intemperie y a la mar, dotada de medios permanentes de cierre 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. Se tomará la cubierta Principal como cubierta de francobordo. Esta cubierta tiene una altura de 10000mm sobre la línea base.

PROYECTO	Página 75 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

- Espesor de la quilla: 13 mm
- Espesor de la cubierta de francobordo: 8 mm
- Puntal mínimo de trazado: Regla 3.5: 10000 mm
- Puntal de francobordo: Se suma al puntal mínimo de trazado el espesor de la cubierta de francobordo, 8 mm. Donde nos queda: 10008 mm
- Eslora de francobordo: Según la regla 3.1, debemos considerar el mayor de los siguientes valores:
 - 96% de la eslora total en la flotación al 85 % del puntal mínimo de trazado: 119744,4 mm
 - Eslora desde la cara de proa de la roda hasta la mecha del timón en la flotación anterior: 121533,9 mm

Consideramos 121533,9 mm

- Manga, B. Aplicando la regla 3,4. Se toma un valor de $B= 23,5$
- Coeficiente de bloque, Cb. Según la Regla 3.7, para el cálculo de Cb se debe considerar un desplazamiento que corresponda a un calado de trazado igual al 85 % del puntal de trazado. $C_b= 0,687$

FRANCOBORDO TABULAR

La regla 27 del Convenio clasifica a los buques en dos tipos fundamentales. Tipo A y tipo B.

- Tipo A: Es el buque proyectado para transportar únicamente cargas líquidas a granel.
- Tipo B: es todo buque que no cumple las condiciones requeridas al Tipo A

En nuestro caso, tenemos un buque TIPO B.

Haciendo el uso correspondiente de la tabla de francobordo tabular de buques tipo B obtenemos un valor tabular de **1720 mm.**

CORRECCIONES

Corrección por eslora

Nuestra eslora es mayor a 100 m, por lo que no corresponde ninguna corrección.

$C_1=0$

Corrección por coeficiente de bloque (regla 29)

Nuestro coeficiente de bloque es mayor que 0,68. Por lo que hay que multiplicar el francobordo total del punto anterior por un factor igual a:

PROYECTO	Página 76 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$C_2 = \frac{Cb + 0,68}{1,36} = 1,005$$

Corrección por puntal (regla 31)

Si el puntal del buque excede de L/15, el francobordo se aumenta en:

$$C_3 = \left(D - \frac{L}{15} \right) \cdot R \text{ mm}$$

Donde:

- R= 250 si $L \geq 120$

$$\frac{L}{15} = 8,1 \text{ m} \leq D = 10,008 \text{ m}$$

$$C_3 = (10,008 - 8,1) \cdot 250$$

$$C_3 = 477 \text{ mm}$$

Corrección por superestructura

La longitud de la superestructura es igual al 93% de la eslora de francobordo del buque. Dicho esto, se le aplica al francobordo una corrección sustractiva C3. La eslora de nuestro buque es muy próxima a 122 m. Por lo que la corrección es un porcentaje que se obtiene por tabla de 90 % de 1070 mm

$$C_4 = 963 \text{ mm}$$

Corrección por Arrufo

El convenio de 1966 define una línea estándar del arrufo de la cubierta de francobordo. Si la línea de arrufo real encierra un área con la horizontal a nivel del puntal del buque, menor que la encerrada por la línea de arrufo estándar, se aplica una corrección aditiva definida por:

$$C_5 = \left(1 - \frac{A}{100} \right) \cdot (4,168L + 125) \cdot \left(0,75 - \frac{E}{2L} \right)$$

Donde A=0 porque la cubierta principal no tiene arrufo.

$$C_5 = 435 \text{ mm}$$

Francobordo resultante

Francobordo tabular (mm)	1720
Corrección por eslora (mm)	0

PROYECTO	Página 77 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
2019		

<i>Corrección por coeficiente de bloque (factor)</i>	1,005
<i>Corrección por puntal (mm)</i>	477
<i>Corrección por superestructura (m)</i>	963
<i>Corrección por arrufo (mm)</i>	435

Francobordo geométrico (mm)	1677,6
------------------------------------	---------------

Vemos que el francobordo de nuestro proyecto que permite el Convenio Internacional de Líneas de carga es superior.

Como se explica en el capítulo de ESCANTILLONADO tomaremos un margen de 100 mm de escantillonado sobre el calado a plena carga, obteniendo un calado de escantillonado de 6000 mm sobre la línea base

Francobordo de verano	mm
<i>Puntal de francobordo</i>	10008
<i>Calado de verano</i>	6000

Francobordo de verano	4008
------------------------------	-------------

Francobordo	mm
Verano	4008
Tropical	3883
Invierno	4133
Invierno A. N	4133

CÁLCULO DE POTENCIA. PROYECTO DE PROPULSORES Y TIMONES

PREDICCIÓN DE POTENCIA PROPULSIVA

PROYECTO	Página 79 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

INTRODUCCIÓN

En el dimensionamiento del buque proyecto se determinó la potencia de remolque partiendo de estimaciones de las formas del buque y de los apéndices del casco. Una vez definidas éstas, la potencia puede calcularse con mayor precisión.

Dado que no se tiene la posibilidad de realizar un ensayo de remolque, se ha llevado a cabo una predicción mediante el método de Holtrop- Mennen con las correcciones de 1984.

Para poder aplicar el método de Holtrop- Mennen deben cumplirse las siguientes condiciones:

$$Fn < 0,45$$

$$0,55 < Cp < 0,85$$

$$3,9 < \frac{Lpp}{B} < 9,5$$

Dado que los valores correspondientes del buque proyecto se encuentran dentro de los intervalos requeridos, podemos aplicar el método sin problemas.

Para su aplicación se hará uso de los siguientes valores relativos al casco, los apéndices y las hélices transversales de proa:

Eslora de flotación	L	122,279	m
Eslora entre perpendiculares	Lpp	119,08	m
Manga	B	23,5	m
Calado	T	5,9	m
Volumen de carena	▼	10426.064	m3
Centro Long. de flotabilidad	%	-7.036	+Aproa
Área transversal del bulbo	A_{BT}	10.438	m2
Centro del área del bulbo sobre la línea de quilla	h_B	2.787	m
Coficiente de sección media	C_M	0.972	
Coe. De flotación	C_{WP}	0.865	
Coe. Prismático	C_p	0.634	
Área de popa	A_T	0.028	m2
Parámetro de la forma de popa	C_{stern}	10	
Diámetro de la hélice	D	4,4	m
Numero de palas	Z	4	
Clara con la hélice y la línea de quilla		0,3	
Velocidad del barco	V	25	Kn
LCB	LCB %	-1,19	+Aproa
C.de block	C_b	0,612	
Densidad del agua	ρ	1025	kg/m3

PROYECTO	Página 80 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Viscosidad cinemática a 10 °C	$10^6 \nu$	1,188	m ² /s ²
Gravedad		9,8	m/s ²

ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA EN PRUEBAS

Antes de proceder a la estimación de la potencia se indica los parámetros que se utilizaran:

- BHP: Potencia al freno entregada por el motor aleje.
- DHP: Potencia entregada por la línea de ejes a la hélice.
- THP: Potencia desarrollada por la hélice.
- EHP: Potencia efectiva
- t: Coeficiente de succión.
- w: Coeficiente de estela.
- η_h : Rendimiento del casco.
- η_m : Rendimiento mecánico de la línea de ejes.
- η_0 : Rendimiento del propulsor en aguas libres.
- η_{rr} : Rendimiento rotativo relativo de la hélice.
- η_q : Rendimiento cuasi propulsivo.
- η_p : Rendimiento propulsivo.

Las relaciones entre los diferentes coeficientes propulsivos son:

$$\eta_h = \frac{1 - t}{1 - w}$$

$$\eta_q = \eta_h * \eta_0 * \eta_{rr}$$

$$\eta_p = \eta_q * \eta_m$$

Se calcula la potencia de remolque, que es la mínima necesaria para alcanzar la velocidad en pruebas, para poder calcular la potencia propulsora.

La velocidad viene indicada en las especificaciones de proyecto por lo que la única incógnita a determinar es la resistencia total al avance del buque. De esta forma se obtiene la potencia que se desea determinar multiplicando estos dos factores.

Para conocer la resistencia al avance se pueden emplear ensayos en canales de experiencia hidrodinámicas o a través de métodos empíricos.

En este caso se utiliza el método empírico Holtrop- Mennen.

Se lo va a calcular de dos maneras. De forma ANALÍTICA y mediante el software MAX SURF

HOLTROP – MENNEN 1984

Para estimar la potencia propulsora se utiliza el método de Holtrop para la velocidad de 25 nudos. Se calculan los diferentes coeficientes, correspondientes a las diversas partidas en que se descompone la resistencia total al avance.

Se calcula la resistencia total del buque por la cual esta resistencia se subdivide en varios términos.

$$R_{Total} = R_f(1 + k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

PROYECTO	Página 81 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Donde:

R_f = Resistencia friccional acordado en la ITTC – 1957

$1 + k_1$ = Factor de forma del casco

R_{APP} = Resistencia por apandices

R_w = Resistencia por formación de ola

R_B = Resistencia de la presión adicional de la proa bulbo cerca te la Sup. de agua

R_{TR} = Resistencia de presión adicional debido a la inmerción de popa.

R_A = Resistencia añadida de correlación de modelo – buque

Resistencia viscosa

El coeficiente para la resistencia de placa plana se obtiene de la fórmula ITTC-57.

$$C_F = \frac{0,075}{(\log R_n - 2)^2}$$

Recordando el número de Reynolds depende de la velocidad del buque. V, su eslora, L, la viscosidad cinemática del fluido, ν :

$$R_n = \frac{LV}{\nu}$$

El factor de forma, (1+k), debe incluir el efecto de los apéndices. Por ello se separa en el factor de forma del casco, (1+k1), y el de los apéndices, (1+k2) para combinarlos posteriormente en la relación a las superficies mojadas de ambos:

$$(1 + k) = (1 + k_1) + (1 + k_2) * \frac{S_{Apendices}}{S_{Total}}$$

Se estima que la superficie mojada de los apéndices es el 1% de la superficie mojada del casco.

En una primera instancia obtenemos los valores del número de fraude, el número de Reynolds, y el coeficiente friccional.

V (kn)	m/s	Fn	Rn	Cf x 10 ³
19	9,774	0,282	1,01E+09	1,530
20	10,289	0,297	1,06E+09	1,520
21	10,803	0,312	1,11E+09	1,511
22	11,318	0,327	1,16E+09	1,502
23	11,832	0,342	1,22E+09	1,494
24	12,347	0,357	1,27E+09	1,486
24,5	12,604	0,364	1,3E+09	1,482
25	12,861	0,372	1,32E+09	1,479
25,5	13,118	0,379	1,35E+09	1,475
26	13,375	0,386	1,38E+09	1,472

Un análisis de regresión proporciono una nueva fórmula para el factor de forma del casco:

PROYECTO	Página 82 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.487118 C_1 \left(\frac{B}{L}\right)^{1.06806} * \left(\frac{T}{L}\right)^{0.46106} * \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.121563} * \left(\frac{L^3}{V}\right)^{0.36486} * (1 - C_P)^{-0.604247}$$

Donde

$$L_R = L \left(1 - C_P + 0.06 C_P * \frac{lcb}{4C_P - 1}\right)$$

Donde

$$C_1 = 1 + 0.011 C_{Stern}$$

Para nuestro buque el coeficiente de forma de popa es:

$$C_{Stern} = 10$$

$$C_1 = 1,11$$

$$1 + k_1 = \mathbf{1,2468}$$

Calculamos la resistencia por apéndices:

$$R_{APP} = 0.5 \rho V^2 S_{APP} (1 + k_2)_{eq} * C_f$$

Donde $S_{APP} = 1\%$ del area mojada del casco

$$1 + k_2 = 1,5$$

Lo sacamos de las tablas que usa Holtrop.

Para número de Froude menor a

$$F_N < 0,4$$

Se aplica:

$$R_W = C_2 C_3 C_4 \Delta * \exp(m_1 F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2}))$$

Donde:

$$C_2 = 2223105 * C_5^{3.78613} * \left(\frac{T}{B}\right)^{1.07961} * (90 - i_E)^{-1.37565}$$

Donde C_5 para un $B/L = 0,1504$; se utiliza:

$$C_5 = \frac{B}{L}$$

$$C_3 = \exp(-1.89 \sqrt{C_8})$$

$$C_4 = \left(1 - \frac{0,8 A_T}{B T C_M}\right)$$

$$m_1 = 0,0140407 L/T - \frac{1,75254 V^{\frac{1}{3}}}{L} - 4,79323 \frac{B}{L} - C_{16}$$

$m_2 = C_{15} * 0.4 \exp(-0.034 F_n^{-3.29})$ Este m_2 se utiliza como si fuese un barco de alta velocidad. (extensión de holtrop).

Donde C_{15} depende de la relación $L/Volumen$

$$R_B = 0.11 * \exp(-3 P_B^{-2}) * F_{ni}^3 * A_{BT}^{1,5} * \rho * \frac{g}{1 + F_{ni}^2}$$

Donde

$$P_B = \frac{0.56 \sqrt{A_{BT}}}{T_F - 1,5 h_B}$$

$$F_{ni} = \frac{V}{\sqrt{g(T_F - h_b - 0.25 * \sqrt{A_{BT}}) + 0.15 V^2}}$$

PROYECTO	Página 83 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Calculamos:

$$R_{TR} = 0.5\rho V^2 A_T C_6$$

C_6 ; depende de F_{nT}

$$F_{nT} = \frac{V}{\sqrt{\frac{2gA_T}{B+BC_{WP}}}}$$

$$R_A = \frac{1}{2} * \rho V^2 S C_A$$

Donde C_A

$$C_A = 0.006(L + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003 \sqrt{\frac{L}{7,5}} C_B^4 C_3 (0.04 - C_7)$$

Donde C_7 depende de la relación Tf/L

Finalmente obtenemos los coeficientes y demás datos.

Coeficientes y variables ya resueltas	
C_1	1,11
C_9	23,97663
C_{13}	1,0300
C_{12}	0,5091
L/L_R	2,9715
L_R	363,3536
$1+k_1$	1,2469
S	3238,74
$(1+K_2)_{eq.}$	1,5
C_5	0,1922
C_3	0,709019
C_8	0,033103
C_7	0,04
C_4	0,999834
j_E	7,143063
m_1	-2,27174
C_{16}	1,328457
C_{15}	-1,69385
λ	0,760663
d	-0,9

PROYECTO	Página 84 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

C_2	2,228781
P_B	1,052191
C_A	0,000477
C_B	23,97663
C_{p1}	0,76261
$C11$	1,340909
$C10$	0,192183
K	0,2
Ae/Ao	0,7393
η_R	0,994621
η_s	0,99
η_o	0,6461
S_{APP}	32,38746
$(1+k)$	1,261899

Posteriormente obtenemos los valores de: resistencia friccional (R_f), resistencia por apéndices (R_{APP}), resistencia por formación de olas (R_w), resistencia por bulbo (R_b), resistencia por correlación modelo-buque, y finalmente los EHP

R_{APP} KN	m_2	R_w	F_{ni}	F_{nT}	R_f kn
3,638	-0,076631	148,825	1,609	87,348	242,550
4,006	-0,107495	204,449	1,659	91,946	267,051
4,390	-0,141241	252,442	1,706	96,543	292,656
4,790	-0,176441	294,232	1,750	101,140	319,357
5,207	-0,211886	343,882	1,792	105,737	347,150
5,640	-0,24664	418,085	1,831	110,335	376,029
5,863	-0,263541	469,346	1,850	112,633	390,874
6,090	-0,280039	532,572	1,868	114,932	405,989
6,321	-0,296088	609,577	1,886	117,231	421,372
6,555	-0,311653	702,051	1,902	119,529	437,024

C_6	R_{TR} (KN)	R_A KN	R_B	R_{total}	EHP (Kw)
0,000	0,000	75,681	2,877	533,457	5214,204
0,000	0,000	83,858	3,017	628,316	6464,618
0,000	0,000	92,453	3,149	717,347	7749,668
0,000	0,000	101,468	3,273	801,969	9076,431
0,000	0,000	110,902	3,389	896,241	10604,43
0,000	0,000	120,755	3,498	1016,849	12554,59

PROYECTO	Página 85 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

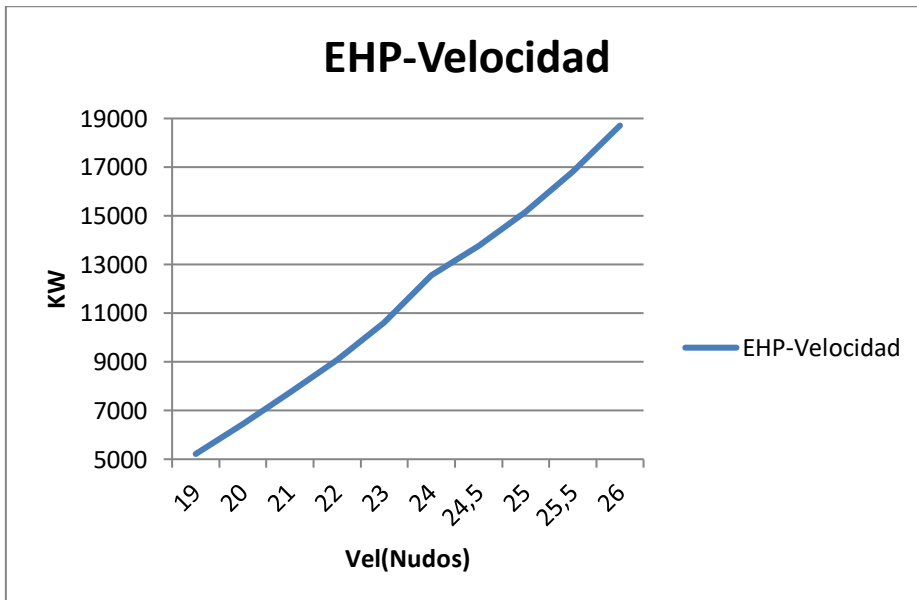
0,000	0,000	125,839	3,550	1091,979	13763,06
0,000	0,000	131,027	3,601	1179,517	15169,77
0,000	0,000	136,321	3,649	1281,277	16808,08
0,000	0,000	141,719	3,697	1398,948	18711,54

Donde:

<i>V (kn)</i>	<i>EHP (Kw)</i>
19	5214,204
20	6464,618
21	7749,668
22	9076,431
23	10604,43
24	12554,59
24,5	13763,06
25	15169,77
25,5	16808,08
26	18711,54

Donde se resalta el valor 25Kn que es la velocidad de servicio.

Gráfico de Velocidad-Potencia en KW



Una vez finalizado el cálculo, volvemos a calcular con el programa Max Surf para comparar resultados.

RESISTENCIA AL AVANCE CON EL PROGRAMA MAX SURF

Los datos de mi buque son:

Eslora de flotación	L	122,279	m
Eslora entre perpendiculares	Lpp	119,08	m
Manga	B	23,5	m
Calado	T	5,9	m
Volumen de carena	▼	10426.064	m3
Centro Long. de flotabilidad	%	-7.036	+Aproa
Área transversal del bulbo	A _{BT}	10.438	m2
Centro del área del bulbo sobre la línea de quilla	h _B	2.787	m
Coefficiente de sección media	C _M	0.972	
Coe. De flotación	C _{WP}	0.865	
Coe. Prismático	C _p	0.634	
Área de popa	A _T	0.028	m2
Parámetro de la forma de popa	Cstern	10	
Diámetro de la hélice	D	4,4	m
Numero de palas	Z	4	
Clara con la hélice y la línea de quilla		0,3	
Velocidad del barco	V	25	Kn
LCB	LCB %	-1,19	+Aproa
C.de block	C _b	0,612	
Densidad del agua	ρ	1025	kg/m3
Viscosidad cinemática a 10 °C	10 ⁶ ν	1,188	m2/s2
Gravedad		9,8	m/s2

Obtenemos los siguientes resultados

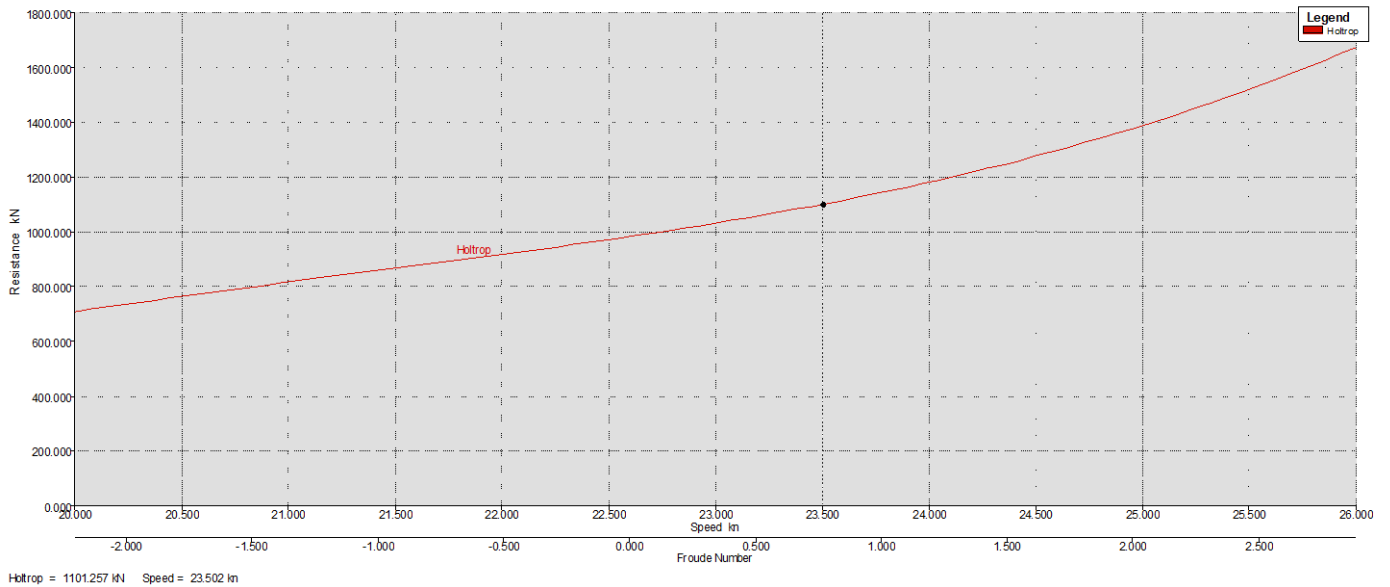
Speed (kn)	Froude No LWL	Froude N Vol.	Cf x1000	Wave ResistanceCoefficient	ResiduaryResistance	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)
20	0,297	0,703	1,5198	1,5811	2,387	708,9	7293,826
21	0,313	0,74	1,5109	1,7661	2,5701	822,1	8903,01
22	0,326	0,771	1,5018	1,8807	2,6827	913,1	10310,631
23	0,342	0,808	1,4939	2,0064	2,8067	1032	12211,207
24	0,357	0,845	1,4863	2,2299	3,0286	1190,4	14728,268
25	0,371	0,877	1,4785	2,6348	3,4318	1376,8	17671,936
26	0,386	0,914	1,4716	3,1929	3,9884	1674,4	22395,632

Donde:

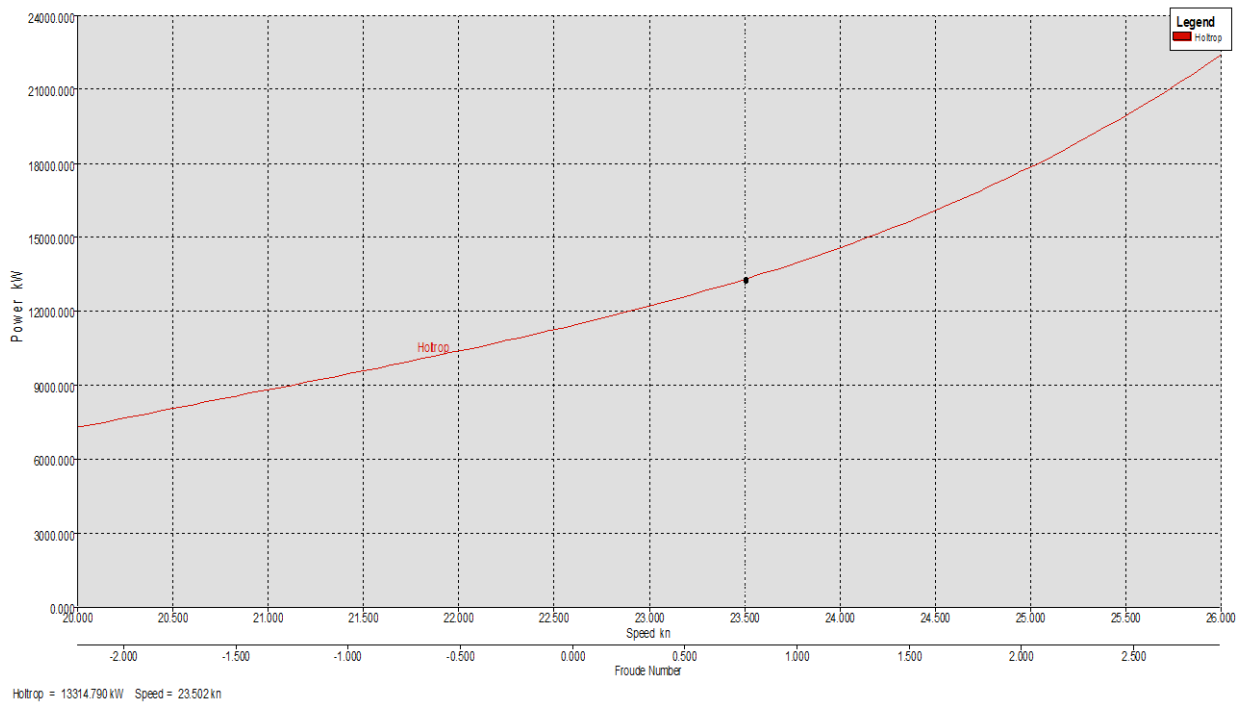
- Vb: Velocidad del buque en nudos.
- Fn: N° de Froude. Rn: N° de Reynolds.
- Cf: Coeficiente de fricción.
- Rv: Resistencia viscosa, en N.
- Rw: Resistencia por formación de olas, en N.
- Rr: Resistencia residual, en N.
- Rt: resistencia total al avance, en N.
- Pot. efectiva: Potencia efectiva, en CV.

Los gráficos correspondientes se muestran a continuación:

RESISTENCIA AL AVANCE RESPECTO A LA VELOCIDAD



POTENCIA DE REMOLQUE RESPECTO A LA VELOCIDAD



Según los resultados obtenidos, para una velocidad en pruebas de 25 nudos, la resistencia alavance es 1448,6 kN y la potencia de remolque (EHP) correspondiente, 18630,7 kW.

Como vemos tenemos dos potencias a elegir.

V (kn)	Analítico EHP (Kw)	Max Surf EHP (Kw)
20	6464,618	7293,826
21	7749,668	8903,01
22	9076,431	10310,631

PROYECTO	Página 89 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

23	10604,43	12211,207
24	12554,59	14728,268
24,5	13763,06	
25	15169,77	17671,936
25,5	16808,08	
26	18711,54	22395,632

Elegimos los cálculos realizados por el Max Surf con el método Holtrop y su respectiva potencia efectiva de 17671,936kW a 25 kN

ESTIMACIÓN DE BHP PARA LA SELECCIÓN DE LA HÉLICE

Considerando un rendimiento propulsivo de 0,58 obtenemos la potencia al freno necesaria: 30468,85 kW. Esta potencia debe alcanzarse a un régimen del 85%, luego la potencia total MCR necesaria es igual a 35845,7 kW.

$$P_{util} = \frac{30468,85kW}{0,85}$$

$$P_{util} = 35845,70 kW$$

DETERMINACIÓN DEL CONJUNTO PROPULSIVO

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LÍNEAS DE EJES

La solución más práctica y simple sería que nuestro buque dispusiera de una sola línea de ejes, pero debido a los siguientes condicionantes se decide optar por una solución con dos líneas de ejes:

- Hay exigencias especiales de maniobrabilidad. El buque debe entrar y salir de puerto en el menor tiempo posible para que los costes de explotación sean mínimos (menor dependencia de los remolcadores de puerto). Disponiendo además de hélices de paso controlable se mejora aún más la maniobrabilidad.
- Exigencias especiales de seguridad. Nuestro buque proyecto debe transportar en óptimas condiciones a 700 pasajeros, luego no puede permitirse quedarse detenido por un problema en uno de los propulsores. Dotar al buque de dos hélices contribuye a prevenir esta situación.
- Limitaciones del espacio disponible. Disponer de grandes motores de dos tiempos conllevaría reducir la capacidad de carga y entorpecer las operaciones de carga y descarga de vehículos. Un sistema con dos líneas de ejes permite subdividir la potencia reducir el empacho de los motores principales.

PROYECTO	Página 90 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

- Calado mínimo con el que opera el buque. Nuestro buque cuenta con un calado reducido, limitándose el diámetro de la hélice, por lo que disponer de una sola hélice no supone una mejora de la eficiencia.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MOTORES POR LÍNEA DE EJES

Con el fin de abastecer la demanda de potencia de nuestro buque será necesario disponer de dos motores por línea de ejes. Además, debido a la reducida altura de la cámara de máquinas, los motores utilizados deberán ser de 4 tiempos y semi-rápidos, lo que implica tener que instalar una reductora por línea de eje.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA HÉLICE

Tipo de hélice

Las hélices que se decide instalar son de paso controlable (Controllable Pitch Propeller, CPP).

Entre las ventajas de este tipo de hélices cabe mencionar las siguientes:

- Permiten proporcionar un alto rendimiento propulsivo a cualquier velocidad y condición de carga. Cuando un buque navega a plena carga, la potencia requerida para propulsar el barco es mucho mayor que cuando no va cargado. Mediante un ajuste del paso, la hélice puede girar a las mismas revoluciones, obteniéndose el máximo rendimiento y ahorrándose combustible.
- Mejora la maniobrabilidad del barco. Una hélice de paso controlable permite modificar rápidamente el sentido del empuje (y detener el barco) sin reducir las revoluciones de la hélice (dependiendo del tamaño de la hélice, esto puede llevarse a cabo en 15-40s).
- Como se mencionó anteriormente, este incremento en la maniobrabilidad supone una menor dependencia de los remolcadores de puerto.
- Evita la necesidad de disponer de reductoras o motores reversibles, suponiendo un ahorro en la instalación y mantenimiento de estos elementos.

Sin embargo, disponer de este tipo de hélices también conlleva inconvenientes tales como un menor rendimiento propulsivo debido a un mayor tamaño del núcleo, un mayor precio (de 3 a 4 veces más caras que las equivalentes de paso fijo) y, debido a su complejidad, un mayor riesgo de problemas durante su funcionamiento.

Determinación del diámetro de la hélice e inmersión del eje

Cuanto mayor es el diámetro de la hélice mayor es el rendimiento de la misma, en este tipo de buques. Se buscará por tanto el mayor diámetro posible, limitado fundamentalmente por el calado del buque y por las formas del codaste.

PROYECTO	Página 91 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Además, se deben cumplir los criterios establecidos por la Sociedad de Clasificación, que en nuestro caso es Bureau Veritas. La Sociedad de Clasificación establece unos huelgos entre la hélice y el casco cuyo objetivo es que la interacción entre ambas no provoque vibraciones ni cavitación.

El diámetro de la hélice debe ser tal que la inmersión mínima recomendada del punto más alto sea 1/10 del diámetro del propulsor para evitar problemas de cavitación.

La línea de ejes deberá ser lo más baja posible para evitar la aparición del problema de la cavitación. Se deberán tener en cuenta los huelgos de la hélice requeridos para que ésta no golpee con nada.

DESARROLLO DE CÁLCULOS PARA LA HÉLICE.

Diseño de una hélice

El diseño de la hélice más adecuada para cada buque implica, como todos los aspectos de la hidrodinámica relacionados con el proyecto, una solución de compromiso para hacer frente a las diversas necesidades, muchas de ellas contrapuestas. Sin embargo, existen unos objetivos claros que deben ser cubiertos:

- a. La hélice debe proporcionar un empuje suficiente para propulsar al buque a la velocidad deseada, con un rendimiento lo mayor posible, es decir que la potencia absorbida por ella sea la mínima que pueda alcanzarse. Esto conduce a una menor potencia instalada y, por tanto, un menor consumo de combustible.
- b. No deben presentarse fenómenos de cavitación, o, al menos, han de estar reducidos a límites admisibles.
- c. La resistencia mecánica o estructural de la hélice ha de ser la adecuada para permitirle funcionar sujeta a los esfuerzos desarrollados en sus palas sin riesgo de roturas o deformaciones.
- d. No deben presentarse vibraciones inducidas por la hélice, debido a una inadecuada posición de la hélice en el codaste con respecto al casco y al timón.

Series sistemáticas

Una serie sistemática de propulsores es un conjunto de formas de hélices cuyas características geométricas se han variado de forma sistemática de modo que su rendimiento y su comportamiento frente a la cavitación sean óptimos y de las que se dispone de los resultados de ensayos de propulsor aislado.

Esquemáticamente la elaboración de una serie sistemática sigue el siguiente proceso:

PROYECTO	Página 92 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

1. Se proyecta un propulsor “patrón” analizado a partir de la teoría de la circulación, la forma de los perfiles, contorno de la pala, ley de pasos, etc.
2. Se varían sistemáticamente los parámetros geométricos tomando como polo de variación los de la hélice patrón.
3. Se construyen diferentes modelos de propulsores, correspondientes a elementos de la serie, y se realizan ensayos de propulsor aislado.
4. Se presentan los resultados de los ensayos de forma apropiada para poder utilizarlos en el proyecto.

De las numerosas series existentes se pueden destacar las siguientes:

- Series A y B del Canal de Wageningen.
- Series M.A.U. del Japón.
- Series K.C.B. de la Universidad de Newcastle.
- Series de Gwan.

La serie de mayor aplicación es la Serie B de Wageningen y es la que utilizaremos en todos nuestros cálculos.

Breve introducción a la serie sistemática de Wageningen

Esta serie fue originalmente presentada por Troost a finales de los años

1940, y es por esta razón que algunos ingenieros la siguen denominando serie de Troost. Esta serie ha sido ampliamente desarrollada y analizada por el

MARIN (Maritime Research Institute Netherlands) en la ciudad holandesa de Wageningen, de ahí su nombre.

Es probablemente la serie más utilizada y comprende un gran número de modelos de paso fijo con un rango de número de palas de 2 a 7 y con relaciones de área efectiva/ área disco de pala de 0,30 a 1,05 y con rangos de relaciones de paso P/D de 0,6 a 1,4, con lo que se cubre prácticamente todos los diseños de hélices.

Los resultados experimentales se reflejan en los denominados diagramas que relacionan los coeficientes de empuje y los de par con el coeficiente de avance (KT-J y KQ-J) y los diagramas Bp- .

Estos diagramas se denominan de la siguiente forma:

Es decir, el diagrama B-4.70 significa que estamos hablando de la serie B de

Wageningen para una hélice de 4 palas y relación de áreas de 0,70.

Expresiones polinómicas de la serie B de Wageningen

Como se ha comentado, es bastante común diseñar hélices de propulsión para buques basándose en los diagramas para aguas abiertas de las series sistemáticas.

PROYECTO	Página 93 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Por ejemplo, los diagramas de coeficientes de empuje y par (KT y KQ) y los diagramas Bp- para las series B de Wageningen son de gran uso.

En 1993 los profesores Yide Shen y Jean Marchal de la Escuela de

Ingenieros Navales de la Universidad de Lieja en Bélgica, desarrollaron las expresiones polinómicas de dichos diagramas. De esta forma los parámetros geométricos de la hélice se pueden calcular por estos polinomios.

Los resultados de los ensayos de propulsor aislado de las hélices de la

Serie B han sido objeto de un análisis de regresión con un doble objetivo:

- Eliminar los pequeños errores incluidos en los diagramas, debido fundamentalmente a los propios errores experimentales y a los diferentes números de Reynolds a que fueron ensayados los distintos grupos de propulsores a lo largo del tiempo.
- Obtener unas expresiones analíticas de los coeficientes de par y empuje, en función de la hélice, que permite un tratamiento posterior en programas de ordenador para diseño de propulsores, y estudio de su funcionamiento.

Las expresiones polinómicas se pueden almacenar en un ordenador a modo de hoja de cálculo y de esta forma el cálculo de una hélice se puede reducir en tiempo.

Este proyecto se basa en estas expresiones polinómicas para desarrollar los cálculos de dimensionamiento de una hélice destinada a la propulsión de un buque dado.

Datos del buque

Eslora de flotación	L	122,279	m
Eslora entre perpen.	Lpp	119,08	m
Manga	B	23,5	m
Calado	T	5,9	m
Volumen de carena	▼	10426.064	m ³
Centro Long. de flotabilidad	%	-7.036	Aproa
Área transversal del bulbo	A_{BT}	10.438	m ²
Centro del área del bulbo sobre la línea de quilla	h_B	2.787	m
Coeficiente de sección media	C_M	0.972	
Coe. De flotación	C_{WP}	0.865	
Coe. Prismático	C_p	0.634	
Área de popa	A_T	0.028	m ²
Parámetro de la forma de popa	C_{stern}	10	
Diámetro de la hélice	D	4,4	m
Numero de palas	Z	4	
Clara con la hélice y la línea de quilla		0,3	
Velocidad del barco	V	25	Kn

PROYECTO	Página 94 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

LCB	LCB %	-1,19	Aproa +
C.de block	Cb	0,612	
Densidad del agua	ρ	1025	kg/m ³
Viscosidad cinemática a 10 °C	$10^6 \nu$	1,188	m ² /s ²
Gravedad		9,8	m/s ²
Presión atmosférica	Patm		kgf/m ²
Distancia entre el lw y centro de la hélice	h	2,75	m
Presión estática en el eje de la hélice	Po	13151,02	kgf/m ²
Presión de vapor de agua	pv	174	kgf/m ²
Rendimiento mecánico	η_m	0,95	Caja reductora
MCR al 90 %	BHP	30468,85	KW
MCR al 90 % de una línea de eje	BHP1	15234,425	Kw

CÁLCULO DE LA POTENCIA ENTREGADA A LA HÉLICE DHP

Como tenemos 2 líneas de eje, dividimos por 2 los BHP.

$$BHP = 3046,8 \text{ kW}$$

$$BHP1 = \frac{3046,8}{2} \text{ kW}$$

$$BHP1 = 15234,425 \text{ kW}$$

CÁLCULO DEL PROPULSOR ÓPTIMO

El propulsor óptimo se diseña para la velocidad de servicio. Para obtener el propulsor óptimo se calcula un cálculo iterativo (variando el número de revoluciones para cada diámetro de la hélice) para la hélice de 4 palas.

El método de cálculo es el siguiente:

- Se fija el número de palas, Z, y un diámetro máximo del propulsor, tomando una serie de revoluciones. En este caso, se toma Z=4 y D=4,4. El diámetro máximo se estima de tal forma que la pala no sobrepase la línea en casa de embarrancada.
- Se calcula el coeficiente de estela (w) y el coeficiente de succión (t) para esos valores. En el caso del buque proyecto se obtienen, utilizando las fórmulas empíricas por Holtrop.
- Para cada valor de las revoluciones, N, se procede según lo siguiente:

1. Se calcula el parámetro Bp (con Va en nudos):

$$B_p = \frac{N * \sqrt{DHP}}{V_A^{2,5}}$$

2. En las gráficas correspondientes a las series utilizadas (3.55, 4.70, 4.85) se obtiene el punto de intersección entre Bp y la curva de máximo rendimiento de la gráfica. Desde ese punto se obtiene δ_{opt} . Esta hélice corresponde a la de

PROYECTO	Página 95 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

rendimiento máximo, pero se suele reducir el diámetro para evitar que la hélice quede menos cargada. Estos diámetros óptimos D_{opt} han sido calculados a través de fórmulas y tablas basados en ensayos realizados en aguas abiertas, pero la hélice va a trabajar tras la corriente que produce el casco, por eso el diámetro necesita ser reducido. Nuestra hélice va a ser reducida en un 5%. Por ello se toma $\delta_1=0,95 \cdot \delta_{opt}$.

3. Se traza una vertical (es decir, manteniendo el parámetro B_p constante) hasta la intersección δ_1 . En este nuevo punto se obtiene la relación paso-diámetro y el rendimiento de la hélice.
4. Se calcula el empuje T (kg).
5. Luego, se examina el riesgo de que aparezca cavitación utilizando el criterio de Keller, que estudia la relación área-disco de la hélice.

El criterio de selección de un propulsor óptimo es en primer lugar, un diámetro que quepa en el codaste. En segundo lugar, se selecciona una hélice que no cavite, y, por último, se elige la hélice con mayor rendimiento entre las tres series.

Para calcular la potencia entregada en la hélice, a la potencia al freno habrá que restarle las pérdidas mecánicas de la línea de ejes:

$$DHP = BHP * \eta_m:$$

η_m : → rendimiento de la línea de eje

En términos de diseño se asume que el rendimiento mecánico η_m de una línea

De eje con reductora es del orden del 5%, entonces

$$DHP = 15234,425 * 0,95 = 14472,7038 \text{ kW} = 19408,1852 \text{ HP}$$

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESTELA w

Representa la pérdida de velocidad del flujo que llega a la hélice debido a la presencia del casco.

Se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$w = \frac{V_A - V}{V}$$

Donde:

- V es la velocidad del buque:
- V_A es la velocidad a la que debería desplazarse la hélice, girando a las mismas revoluciones, pero en aguas libres, para desarrollar el mismo empuje.

Para dos líneas de ejes el método de Holtrop proporciona la siguiente expresión para el coeficiente:

Twin screw:

$$w^* a = 0.3095 C_b + 10 C_b [(1 + k) C_F + C_A]$$

$$-0.23 * D / V B T$$

PROYECTO	Página 96 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$w = 0,3095C_b + 10C_b((1+k)C_f + CA) - 0,23 * \left(\frac{D}{\sqrt{BT}}\right)$$

El Cf se obtiene mediante el programa de RESISTENCIA AL AVANCE DEL MAXSURF.

$$C_f = 1,497$$

Un análisis de regresión proporciono una nueva fórmula para el factor de forma del casco:

$$1 + k_1 = 0,93 + 0,487118C_1 \left(\frac{B}{L}\right)^{1,06806} * \left(\frac{T}{L}\right)^{0,46106} * \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0,121563} * \left(\frac{L^3}{\nabla}\right)^{0,36486} * (1 - C_p)^{-0,604247}$$

Donde

$$L_R = L \left(1 - C_p + 0,06C_p * \frac{lcb}{4C_p - 1}\right)$$

Donde

$$C_1 = 1 + 0,011C_{Stern}$$

Para nuestro buque el coeficiente de forma de popa es:

$$C_{Stern} = 10$$

$$C_1 = 1,11$$

$$1 + k_1 = 1,2468$$

Se toma este valor como único independientemente de la velocidad. En realidad, este valor varía un poco, en función de la velocidad.

$$w = 0,117$$

CÁLCULO DEL COEFICIENTE SUCCIÓN t

Para dos líneas de eje el coeficiente de succión es:

$$t = 0,325Cb - \frac{0,18885D}{\sqrt{B * T}}$$

$$t = 0,1331$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE AVANCE

$$w = \frac{V - V_A}{V}$$

$V =$ velocidad del buque (nudos)

$V_A =$ velocidad de avance de la hélice (nudos)

$$V_A = V(1 - w)$$

$$V_A = 25(1 - 0,116)$$

$$V_A = 22,063 \text{ kn}$$

CÁLCULO DEL PARÁMETRO Bp

$$B_p = \frac{N * \sqrt{DHP}}{V_A^{2,5}}$$

PROYECTO	Página 97 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

$N = \text{revoluciones de la hélice (rpm)}$
 $DHP = \text{potencia entregada (HP)}$
 $V_A = \text{velocidad de avance de la hélice (nudos)}$

A partir de estos datos vamos a calcular los valores del parámetro δ_{opt} , diámetro óptimo y la relación Paso/Diámetro basados en las expresiones polinómicas de la serie B de Troost (Canal de Wageningen).

RPM (hélice)	Bp
170	10,357
180	10,966
190	11,5761
200	12,1854

CÁLCULO DEL DIAMETRO ÓPTIMO

$$\delta = \frac{N * D}{V_a}$$

$$D_{opt} = \frac{\delta_{opt} * V_a}{N}$$

Siendo

$D_{opt} \rightarrow \text{diámetro óptimo}$
 $V_A = 22,096 \text{ kn}$

USANDO LAS TABLAS DE Bp

AE/AO 4.55

RPM (hélice)	Bp	δ_{opt} .	Dopt (ft)	Dopt (m)	Db (ft) 5%	Db (m) 5%
170	10,36	120	15,574	4,747	14,795	4,510
180	10,97	125	15,322	4,670	14,556	4,437
190	11,58	126	14,632	4,460	13,900	4,237
200	12,19	132	14,562	4,438	13,834	4,217

AE/AO 4.70

RPM (hélice)	Bp	δ_{opt} .	Dopt (ft)	Dopt (m)	Db (ft) 5%	Db (m) 5%
170	10,36	122,5	15,899	4,846	15,104	4,604
180	10,97	125	15,322	4,670	14,556	4,437
190	11,58	130	15,096	4,601	14,341	4,371
200	12,19	133	14,672	4,472	13,939	4,248

PROYECTO	Página 98 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

AE/AO 4.85

RPM (hélice)	Bp	δopt.	Dopt (ft)	Dopt (m)	Db (ft) 5%	Db (m) 5%
170	10,36	120	15,574	4,747	14,795	4,510
180	10,97	123	15,077	4,595	14,323	4,366
190	11,58	127	14,748	4,495	14,010	4,270
200	12,19	129	14,231	4,338	13,519	4,121

Estos diámetros óptimos Dopt han sido calculados a través de fórmulas y tablas basados en ensayos realizados en aguas abiertas, pero la hélice va a trabajar tras la corriente que produce el casco, por eso el diámetro necesita ser reducido. Nuestra hélice va a ser reducida en un 5%

Luego de esto debemos calcular el valor nuevo de δb:

$$\delta_b = \frac{N * D_b}{V_a}$$

AE/AO 4.55

RPM (hélice)	Bp	δopt.	Dopt (ft)	Dopt (m)	Db (ft) 5%	Db (m) 5%	δb
170	10,36	120	15,574	4,747	14,795	4,510	114
180	10,97	125	15,322	4,670	14,556	4,437	118,75
190	11,58	126	14,632	4,460	13,900	4,237	119,7
200	12,19	132	14,562	4,438	13,834	4,217	125,4

AE/AO 4.70

RPM (hélice)	Bp	δopt.	Dopt (ft)	Dopt (m)	Db (ft) 5%	Db (m) 5%	δb
170	10,36	122,5	15,899	4,846	15,104	4,604	116,375
180	10,97	125	15,322	4,670	14,556	4,437	118,75
190	11,58	130	15,096	4,601	14,341	4,371	123,5
200	12,19	133	14,672	4,472	13,939	4,248	126,35

AE/AO 4.85

RPM (hélice)	Bp	δopt.	Dopt (ft)	Dopt (m)	Db (ft) 5%	Db (m) 5%	δb
170	10,36	120	15,574	4,747	14,795	4,510	114
180	10,97	123	15,077	4,595	14,323	4,366	116,85
190	11,58	127	14,748	4,495	14,010	4,270	120,65
200	12,19	129	14,231	4,338	13,519	4,121	122,55

Una vez calculado el parámetro δb entramos en las tablas de las series Bp-δ y calculamos los distintos nuevos P/D más la eficiencia de la hélice aguas abiertas ηo. Obteniendo estos datos podemos obtener el Empuje T.

$$\eta_o = \frac{THP}{DHP}$$

AE/AO 4.55

PROYECTO	Página 99 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

RPM (hélice)	Bp	δb	P/D b	η_0	THP(Kw)	T (kN)	T (kgf)
170	10,36	114	1,225	0,690	9986,166	879,807	89776,264
180	10,97	118,75	1,190	0,680	9841,439	867,057	88475,158
190	11,58	119,7	1,180	0,679	9826,966	865,781	88345,048
200	12,19	125,4	1,130	0,670	9696,712	854,306	87174,053

AE/AO 4.70

RPM (hélice)	Bp	δb	P/D b	η_0	THP(Kw)	T (kN)	T (kgf)
170	10,36	116,375	1,260	0,670	9696,712	854,306	87174,053
180	10,97	118,75	1,259	0,660	9551,984	841,555	85872,948
190	11,58	123,5	1,210	0,660	9551,984	841,555	85872,948
200	12,19	126,35	1,190	0,658	9523,039	839,005	85612,727

AE/AO 4.85

RPM (hélice)	Bp	δb	P/D b	η_0	THP(Kw)	T (kN)	T (kgf)
170	10,36	114	1,310	0,650	9407,257	828,804	84571,842
180	10,97	116,85	1,300	0,645	9334,894	822,429	83921,290
190	11,58	120,65	1,280	0,635	9190,167	809,678	82620,185
200	12,19	122,55	1,270	0,631	9132,276	804,577	82099,742

La relación AE/AO = 0,4 la hemos dejado afuera debido a que no va a cumplir los criterios de Keller. Esto lo veremos abajo.

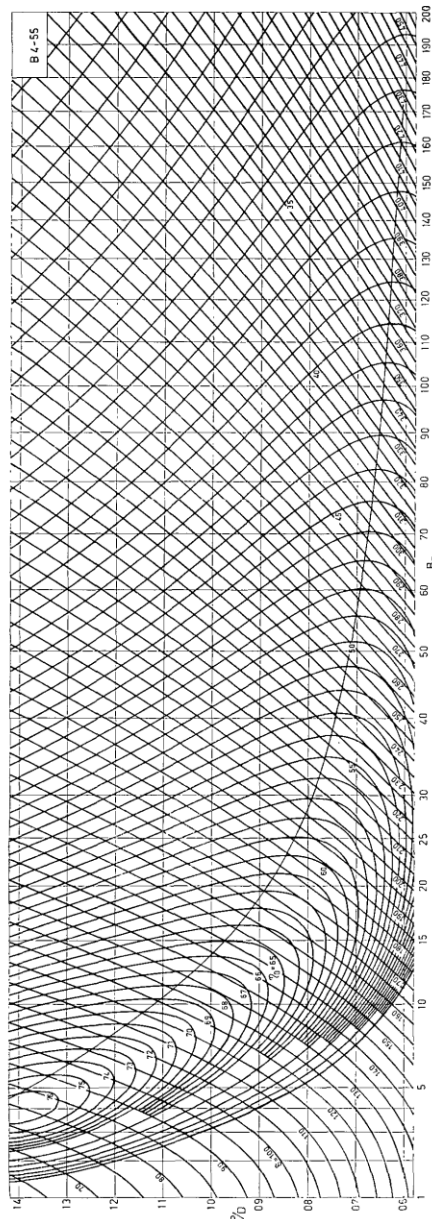


Fig. 19 Open-water test results of B 4-55 screw series

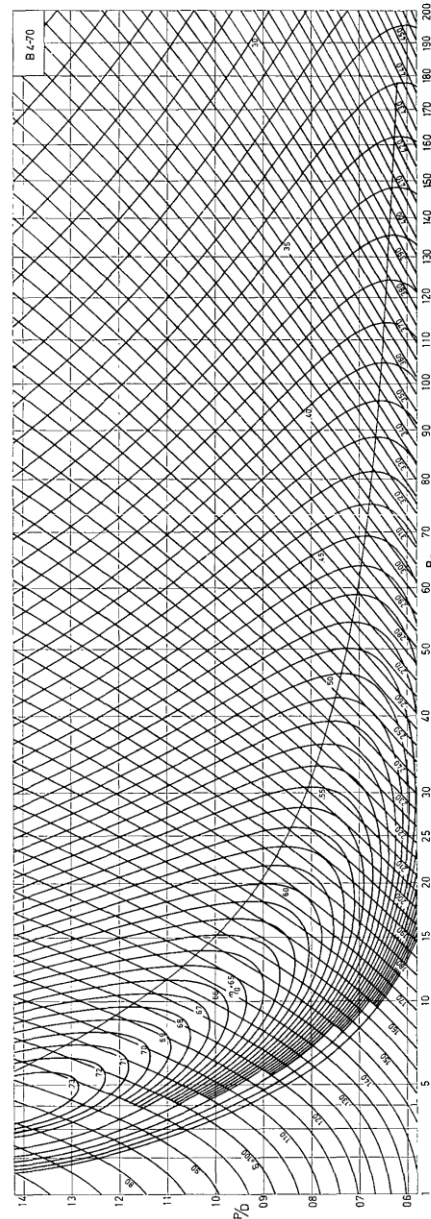


Fig. 20 Open-water test results of B 4-70 screw series

PROYECTO	Página 101 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

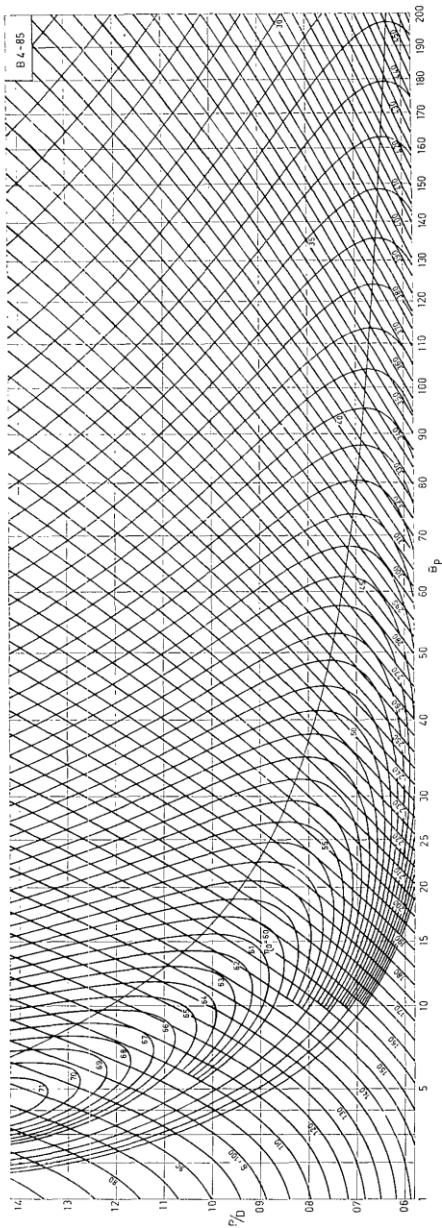


Fig. 21 Open-water test results of B 4-85 screw series

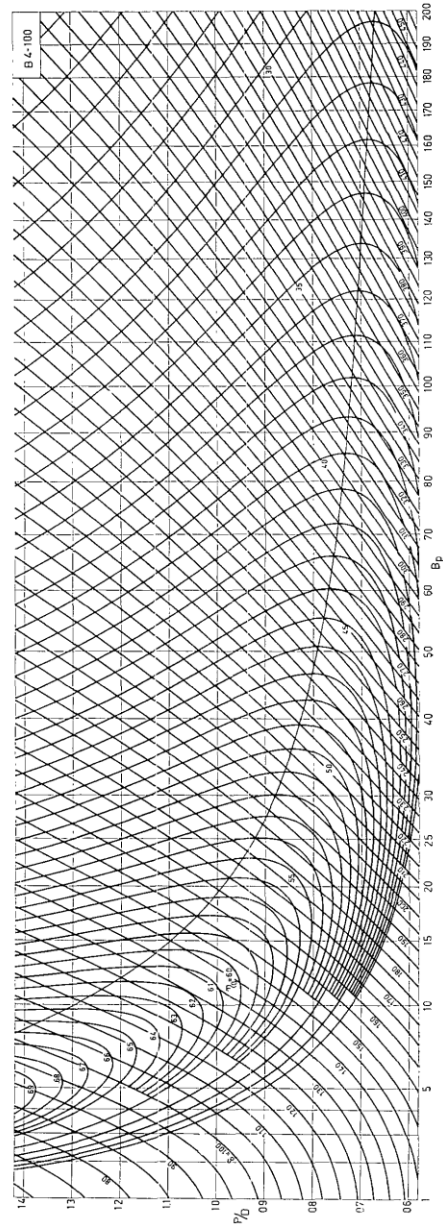


Fig. 22 Open-water test results of B 4-100 screw series

The Wageningen B-Screw Series

285

PROYECTO	Página 102 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

ESTUDIO DE LA CAVITACIÓN

Para un buen diseño de una hélice ha de procurarse que la relación de áreas AE/A_o sea la mínima posible, con tal que no exista cavitación peligrosa, pues el rendimiento de la hélice disminuye cuando AE/A_o aumenta, debido a la mayor superficie de la pala sujeta a fricción.

Recogiendo la experiencia del Canal de Wageningen, el método de Keller propone la siguiente expresión para el cálculo de la relación AE/A_o mínima necesaria:

$$\frac{AP}{AD} = \frac{(1,3 + 0,3 * Z) * T}{(p_0 - p_v) * D_h^2} + 0,2$$

Siendo:

$Z = 4$ número de palas de la hélice

$T =$ empuje de la hélice

$D_h =$ diámetro de la hélice (m)

$P_0 =$ presión en el eje de la hélice

$P_v =$ presión de vapor

$0 =$ coeficiente para buques rapidos de 2 hélices

$$p_o = p_{atm} + \rho gh$$

$h =$ Distancia entre L_w y el centro de la helice, a doptado en 7 m

$$p_o = 10332,27 \frac{kgf}{m^2} + \frac{9,8 \frac{m}{s^2} 1025 \frac{kg}{m^3} * h(m)}{9,8}$$

El 9,8 es para pasar de N a Kgf

$$p_o = 13151,02 \frac{kgf}{m^2}$$

$$p_v = 1,74 \frac{kgf}{m^2}$$

PROYECTO	Página 103 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

AE/AO													
4.55													
RPM (hélice)	Bp	Db (ft) 5%	Db (m) 5%	δb	P/D b	$\eta 0$	THP(Kw)	T (kN)	T (kgf)	AE/A O	¿cumple Keller	¿cumple Dmax	¿Es aceptable
170	10,3 6	14,795	4,510	114	1,225	0,69 0	9986,16 6	879,80 7	89776,26 4	0,850	No	Si	No
180	10,9 7	14,556	4,437	118,75	1,190	0,68 0	9841,43 9	867,05 7	88475,15 8	0,866	No	Si	No
190	11,5 8	13,900	4,237	119,7	1,180	0,67 9	9826,96 6	865,78 1	88345,04 8	0,948	No	Si	No
200	12,1 9	13,834	4,217	125,4	1,130	0,67 0	9696,71 2	854,30 6	87174,05 3	0,945	No	Si	No

AE/AO													
4.70													
RPM (hélice)	Bp	Db (ft) 5%	Db (m) 5%	δb	P/D b	$\eta 0$	THP(Kw)	T (kN)	T (kgf)	AE/A O	¿cumple Keller	¿cumple Dmax	¿Es aceptable
170	10,3 6	15,104	4,604	116,37 5	1,260	0,67 0	9696,71 2	854,30 6	87174,05 3	0,792	No	No	No
180	10,9 7	14,556	4,437	118,75	1,259	0,66 0	9551,98 4	841,55 5	85872,94 8	0,840	No	No	No
190	11,5 8	14,341	4,371	123,5	1,210	0,66 0	9551,98 4	841,55 5	85872,94 8	0,866	No	Si	No
200	12,1 9	13,939	4,248	126,35	1,190	0,65 8	9523,03 9	839,00 5	85612,72 7	0,914	No	Si	No

PROYECTO	Página 104 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

AE/AO													
4.85													
RPM (hélice)	Bp	Db (ft) 5%	Db (m) 5%	δb	P/D b	$\eta 0$	THP(Kw)	T (kN)	T (kgf)	AE/A O	¿cumple Keller	¿cumple Dmax	¿Es aceptable
170	10,3 6	14,795	4,510	114	1,310	0,65 0	9407,25 7	828,80 4	84571,84 2	0,801	No	No	No
180	10,9 7	14,323	4,366	116,85	1,300	0,64 5	9334,89 4	822,42 9	83921,29 0	0,848	Si	Si	Si
190	11,5 8	14,010	4,270	120,65	1,280	0,63 5	9190,16 7	809,67 8	82620,18 5	0,873	No	Si	Si
200	12,1 9	13,519	4,121	122,55	1,270	0,63 1	9132,27 6	804,57 7	82099,74 2	0,931	No	Si	No

PROYECTO	Página 105 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Seleccionamos las hélices que cumplen con el método de Keller.

PROPULSOR DEFINITIVO

Siguiendo el proceso descrito se ensayan varias hélices, variando las revoluciones para cada serie sistemática. Finalmente se obtienen hélice con su RPM.

	4.85
N(rpm)	180
Bp	10,97
η_o	0,645
P/D	1,3
D (m)	4,36
P (m)	5,668
T (kgf)	83921,29
Ae/Ao	0,84

Elegimos la hélice de la serie 4.85 a 190 RPM debido a que entra bien en el codaste.

COEFICIENTE DE LA HÉLICE

Si

$$K_t = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

$$K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$$

$$J = \frac{V_A}{nD}$$

Qmax (kN*m)	Tmax (kN)	J	Kt	Kq
712188,4	822,429	0,867768	0,23	0,049

RENDIMIENTO PROPULSIVO

Al comienzo del capítulo se presentaron los diferentes rendimientos que intervienen en la propulsión del buque. A continuación, se presentan los valores numéricos, de los cuales los rendimientos mecánicos de línea de ejes t rotativo fueron estimados, al presentar poca variabilidad entre buques existentes:

PROYECTO	Página 106 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

$$\eta_r = 0,9737 + 0,111(Cp - 0,02251l.c.b) - \frac{0,06325P}{D}$$

$$\eta_H = \frac{1 - t}{T - R}$$

$$t = \frac{1 - w}{T}$$

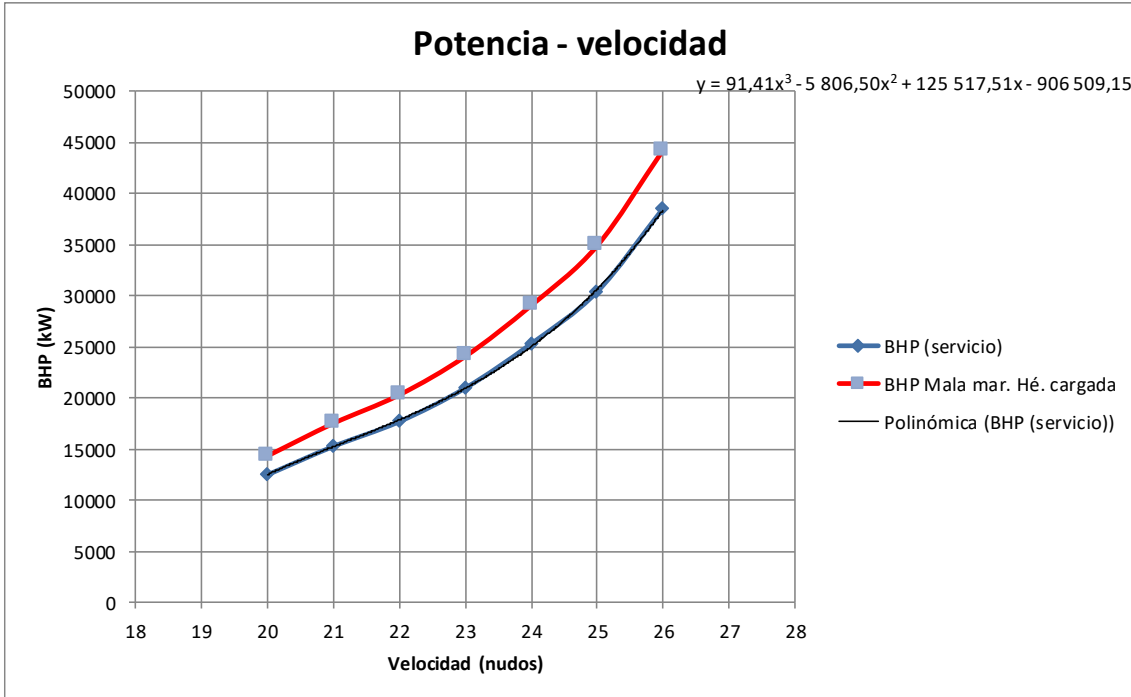
Rendimientos propulsivos	
η_m	0,95
η_{rr}	0,958
η_h	0,986
η_o	0,645
η_q	0,610
η_p	0,579

El valor obtenido para el rendimiento propulsivo (0,579) coincide en su totalidad al estimado previamente de 0,58. De no haber sido así, habríamos tenido que repetir el cálculo del propulsor con el último valor, en un proceso iterativo hasta conseguir un error aceptable.

CÁLCULO DE LA POTENCIA PROPULSORA. RELACIÓN DE REDUCCION Y ELECCIÓN DEL MOTOR.

Una vez determinado el rendimiento propulsivo para nuestro sistema propulsivo se puede proceder al cálculo de los distintos gráficos Potencia- velocidad. En el cual en la primera condición el buque navega en aguas tranquilas y con el casco limpio y la otra situación en la que el buque navega en mala mar y con el casco sucio, en este caso se aumentara un 15 % de carga a los motores

PROYECTO	Página 107 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Siendo en nuestro caso:

$$BHP_{servicio} = \frac{EHP}{\eta_p} = \frac{EHP}{0,579}$$

$$BHP_{M.mar \text{ y casco sucio}} = BHP_{pruebas} * 1,15$$

Speed (kn)	SERVICIO BHP (kW)	BHP (kW)
20	12532,35	14412,2
21	15297,27	17591,86
22	17715,86	20373,24
23	20981,46	24128,67
24	25306,3	29102,25
25	30364,15	34918,77
26	38480,47	44252,54

Como puede ver para la potencia de 25 nudos en servicios obtenemos 34918 kW en pruebas

Dividiendo esta cantidad por cuatro tendremos que cada motor tendrá que tener 8976,905 kW.
Se escoge el motor Wärtsila W 16V32 de 9280 kW (4 tiempos)

Respecto a la relación de reducción este motor según sus especificaciones girará a 750 rpm la hélice se quiere que gire a 190 rpm luego la relación de reducción será:

$$R. \text{reducción} = \frac{750}{190} = 4,16$$

Con estos datos mostramos los datos del motor acoplado a la hélice.

Si: $DHP = 2\pi nQ$

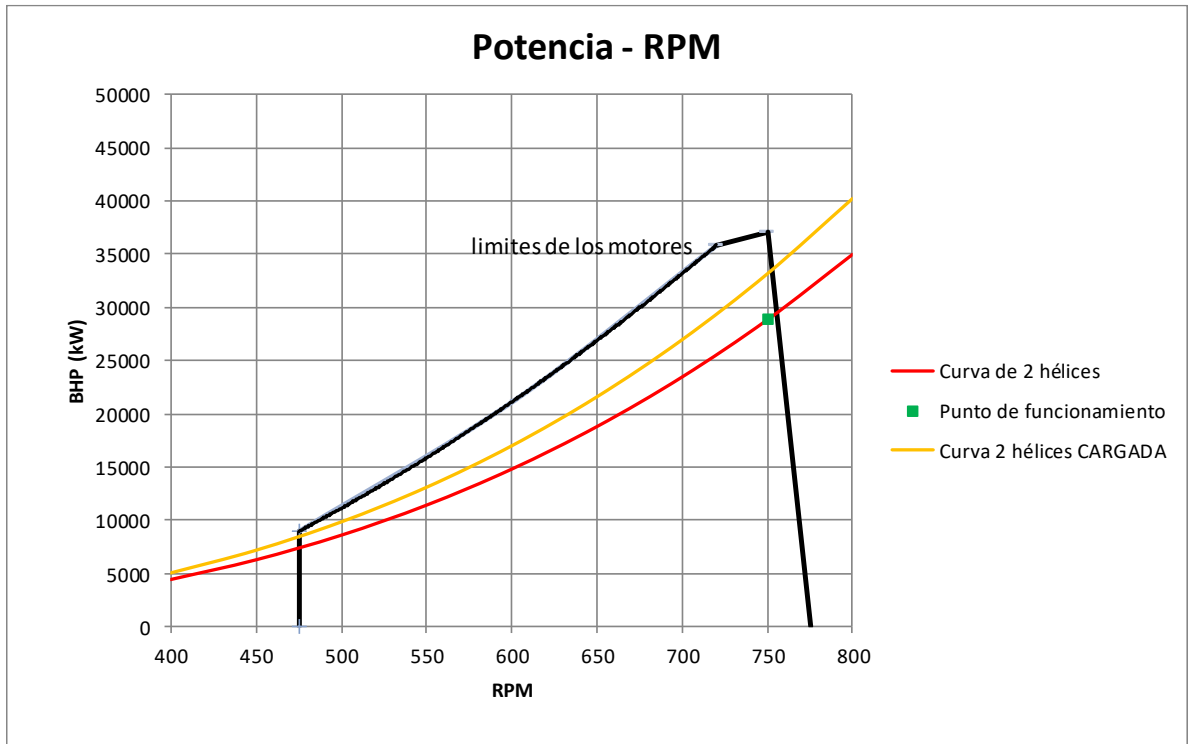
RPM (motor)	RPM (hélice)	n rps	Q (N*m)	DHP (kW)	BHP (kW) 2 motores	BHP 4 motores	Hélice cargada
400	96	1,6	206712,3	2077,045	2186,363	4372,726	5028,635
450	108	1,8	261620,2	2957,355	3113,005	6226,011	7159,912
500	120	2	322987,9	4056,729	4270,241	8540,481	9821,553
550	132	2,2	390815,4	5399,506	5683,69	11367,38	13072,49
600	144	2,4	465102,6	7010,027	7378,976	14757,95	16971,64
650	156	2,6	545849,6	8912,633	9381,719	18763,44	21577,95
700	168	2,8	633056,4	11131,66	11717,54	23435,08	26950,34
750	180	3	726722,9	13691,46	14412,06	28824,12	33147,74
800	192	3,2	826849,1	16616,36	17490,91	34981,81	40229,08

Motores (4)

Motor elegido RPM	2 motores	4 motores BHP
475	0	0
475	4480	8960
600	10560	21120
720	17920	35840

PROYECTO	Página 109 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

750	18560	37120
775	0	0



Vemos que tenemos suficiente potencia de reserva para cualquier condición que surja.

TIMON

En esta sección, en primera instancia se debe estimar el área de la pala del timón. Para ello, se investigaron 2 expresiones, y debido a que hay una dispersión considerable entre los valores que dan como resultado, se decidió hacer un promedio entre el valor de las 3.

-Relación como porcentaje del área del plano de deriva

$$AR = 1,75 * 0,01 * L_{pp} * T$$

$$AR_1 = 12,295 \text{ m}^2$$

-Cálculo de DNV

$$AR_2 = 0.01 * L_{pp} * T * (1 + 50C_b^2 * (B/L_{pp})^2)$$

$$AR_2 = 12,149$$

El promedio entre estos 2 métodos, nos da:

$$AR_{promedio} = 12,2 \text{ m}^2$$

Con este valor, se puede calcular el diámetro de giro que va a desarrollar el buque, cuya expresión (para buques de 1 hélice) es:

$$DG = L_{pp} * \left[0,727 - \frac{197 * C_b}{DEL R} + 41 \frac{TRI}{L_{pp}} - \frac{4,65B}{L_{pp}} + \frac{188}{DEL R} - \frac{218 * AR}{(L_{pp} * T) * (NTI - 1)} + \frac{25,66 * AB}{L_{pp} * T} + 1,77V/\sqrt{25} \right]$$

Siendo:

- DEL R (ángulo del timón para la máxima presión (grados)) = 35
- AR (m²) (área transversal del timón)
- AB (m²) (área transversal del bulbo) (ya calculada anteriormente)
- TRI (trimado) (m) = 0 (se supone el buque adrizado en esta etapa)
- V (velocidad de servicio) (nudos)

Con estos valores resulta:

$$DG = 401,68 \text{ m}$$

Obtenido el valor del diámetro de giro, pasamos ahora a la expresión del diámetro táctico:

PROYECTO	Página 111 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

$$DT = L_{pp} * (0.91 * \frac{DG}{L_{pp}} + 0.234 * \frac{V}{L_{pp}^{0,5}} + 0,675)$$

$$DT = 507,2 \text{ m}$$

La OMI requiere que el diámetro de evolución no exceda 5 Lpp

$$\begin{aligned} DT &\leq 5L_{pp} \\ 5 * L_{pp} &= 595,4 \\ DT &\leq 595,4 \end{aligned}$$

Cumple la reglamentación

Ahora verificamos que se cumpla la reglamentación para el avance (ADVC) del buque. La expresión a calcular es:

$$ADVC = L_{pp} * \left(0,519 * \frac{DT}{L_{pp}} + 1,33 \right)$$

$$ADVC = 421,61 \text{ m}$$

La OMI requiere que ADVC no exceda los 4,5 Lpp

$$\begin{aligned} ADVC &\leq 4,5L_{pp} \\ 4,5 * L_{pp} &= 535,72\text{m} \\ ADVC &\leq 535,72 \text{ m} \end{aligned}$$

El timón será de tipo Semi-espada

-Huelgos

Siendo,

Z (número de palas de la hélice) =4

R (radio de la hélice) =2,18m

Por regla, las dimensiones a cumplir son mediante el Lloyd's Register.

Buque de 2 Hélice

$$a = K_z * K * DP$$

PROYECTO	Página 112 de 326 2019	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$K = \left(0,1 + \frac{L_{pp}}{3050}\right) * \left(2,56C_b * \frac{MCO}{L_{pp}^2} + 0,3\right)$$

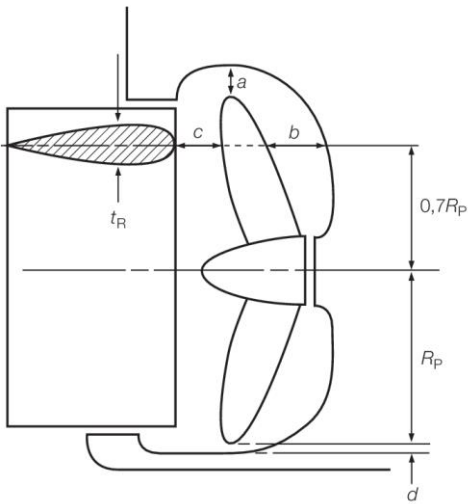
$$K = 0,302$$

Kz	Z
1,2	3
1	4
0,85	5
0,75	6

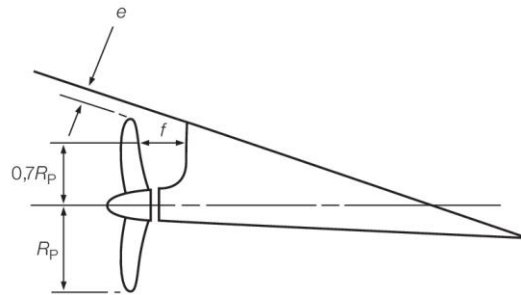
- $a = f = 1,321 \text{ m}$

Debido a que supera el valor 0,2 DP. Tenemos de huelgo mínimo de:

- $a = 0,2 \times 4,36 = 0,872 \text{ m}$



(a) Single screw



(b) Twin screw

PLANTA PROPULSORA Y SALA DE MÁQUINAS

PROYECTO	Página 114 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

INTRODUCCION

Este cuaderno se centrará en la descripción y diseño tanto de la planta propulsora como de la de generación de energía eléctrica que se va a disponer en el buque proyecto, así como los equipos auxiliares de las mismas para su correcto funcionamiento.

En el cuaderno anterior quedo establecido que se disponen dos líneas de ejes a cada una de ellas acoplamos dos motores a través de un embrague. La potencia requerida condujo al tipo de motor semi-rápidos que se eligió, Wärtsila W 16V32

Por otro lado, la planta eléctrica también es importante ya que se trata de un buque de pasaje y se dimensionara de acuerdo a las necesidades de potencia demandada que vendrán especificadas en otro capítulo.

Hay que destacar que tanto la configuración de la cámara de máquinas como la elección de los motores se ha tenido en cuenta desde las primeras fases del proyecto teniendo principalmente presente los siguientes factores:

- La cámara de motores y la de auxiliares se sitúan juntas dentro de la misma zona contraincendios, de forma que comparten los guarda calores para la salida de los gases de escape.
- La cámara de tratamiento de combustible irá situada a continuación de la cámara de motores auxiliares, cumpliendo con la normativa SOLAS de prohibición (Capitulo II-2; Parte B; Regla 4) de transporte de combustibles o tratamiento de los mismos espacios de máquinas de categoría A.
- El gran desembolso económico que se suponen los motores hace que se encarguen en las primeras fases de proyecto debido a su largo proceso de fabricación, y a la influencia que tienen en la configuración de la cámara de máquinas.
- Se eligen los motores de una marca de prestigio de la cual se conozca que sus motores han demostrado sus cualidades y fiabilidad en otras instalaciones similares.
- Los motores deben estar garantizados para el cumplimiento de los requisitos de contaminación atmosférica establecidos en el MARPOL.
- El empacho y montaje de los motores es importante y requiere del espacio necesario tanto en puntal, como en manga, como en eslora. La posibilidad de desmontar determinados elementos del motor, como los cilindros, las camisas, etc... es un condicionante importante para la situación de la cubierta principal.

Se debe mencionar que todas las características y casi todos los cálculos que se van a exponer de los motores o de sus servicios auxiliares se determinan basándose en las guías de proyecto del fabricante de los motores.

PROYECTO	Página 115 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

EQUIPO PROPULSOR

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MOTORES PROPULSORES

La potencia requerida para la propulsión del buque es de 34918,77kW. Como ya se ha establecido dispondremos de cuatro motores Wärtsila W 16V32 de 9280 kW (4 tiempos) cada uno.

Este motor de cuatro tiempos está proyectado para quemar HFO de hasta 700 cSt a 50 °C incluso al arranque y a la parada. El uso de combustible ligero quedara restringido a arranques en frio y estados transitorios de la planta.

El motor funcionará con el principio de cárter húmedo estando situados los tanques de aceite de retorno debajo de los motores, en el doble fondo.

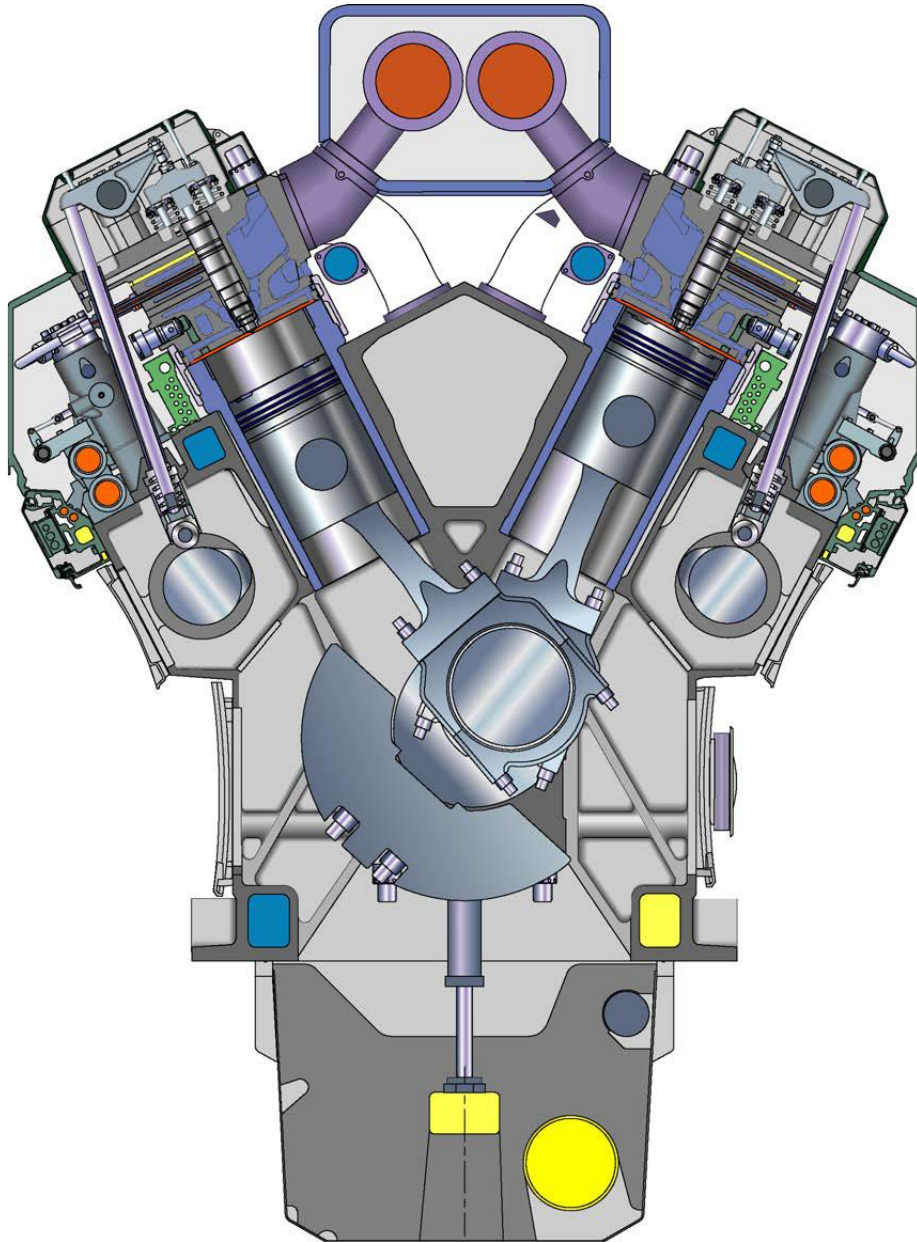
El bloque del motor seco de una pieza está hecho de hierro fundido. Incluye los cojinetes del cigüeñal, cojinetes de árbol de levas cojinetes, conducto de aire de carga, caja del amortiguador de vibraciones y caja de engranajes.

El turbosoplante ofrece una alta eficiencia tanto a plena carga como a carga parcial asegurando la completa combustión y minimizando tanto los residuos generados como los esfuerzos térmicos producidos en la cámara de combustión.

El sistema de inyección el VIT (variable injection timing) asegura una rápida y efectiva combustión con baja emisión de NOx conjugando un bajo consumo de combustible.

El motor dispone de un avanzado sistema para el manejo de todas las funciones de control, seguridad y monitorización de variables que estén relacionadas con su funcionamiento.

PROYECTO	Página 116 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Las características técnicas generales, dimensionamientos, sección transversal y curva interacción hélice motor de ellos se exponen a continuación siendo todos los valores medidos en condiciones ISO3046-1:

CONDICIONES ISO	
Presión (bar)	1
Temperatura (°C)	25
Humedad relativa (%)	30
Poder calorífico del combustible (kJ/Kg)	42700

Vee engine M 32 C

PROYECTO	Página 117 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

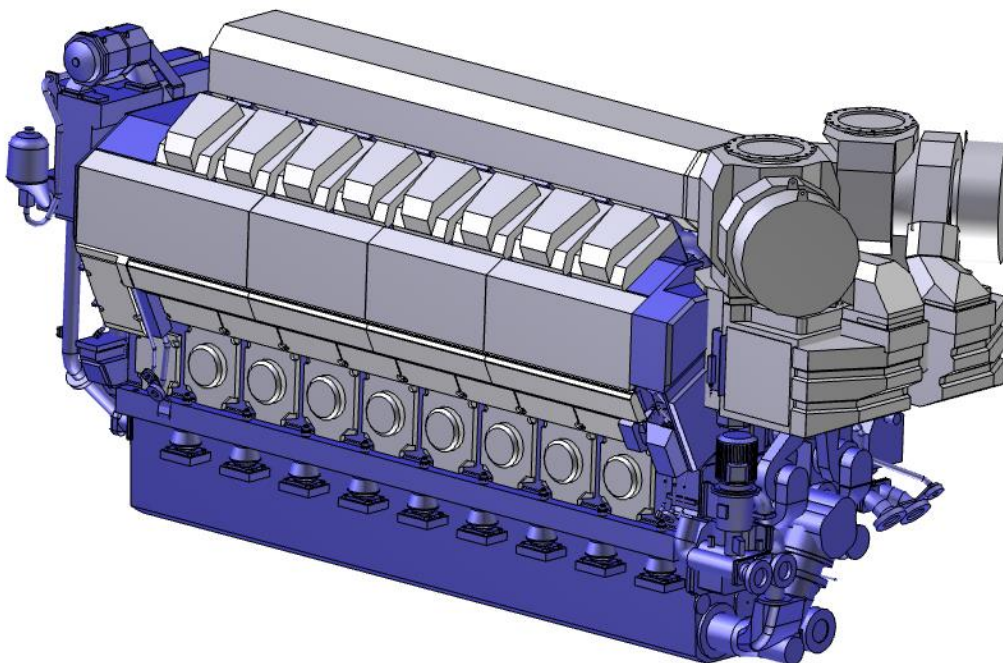
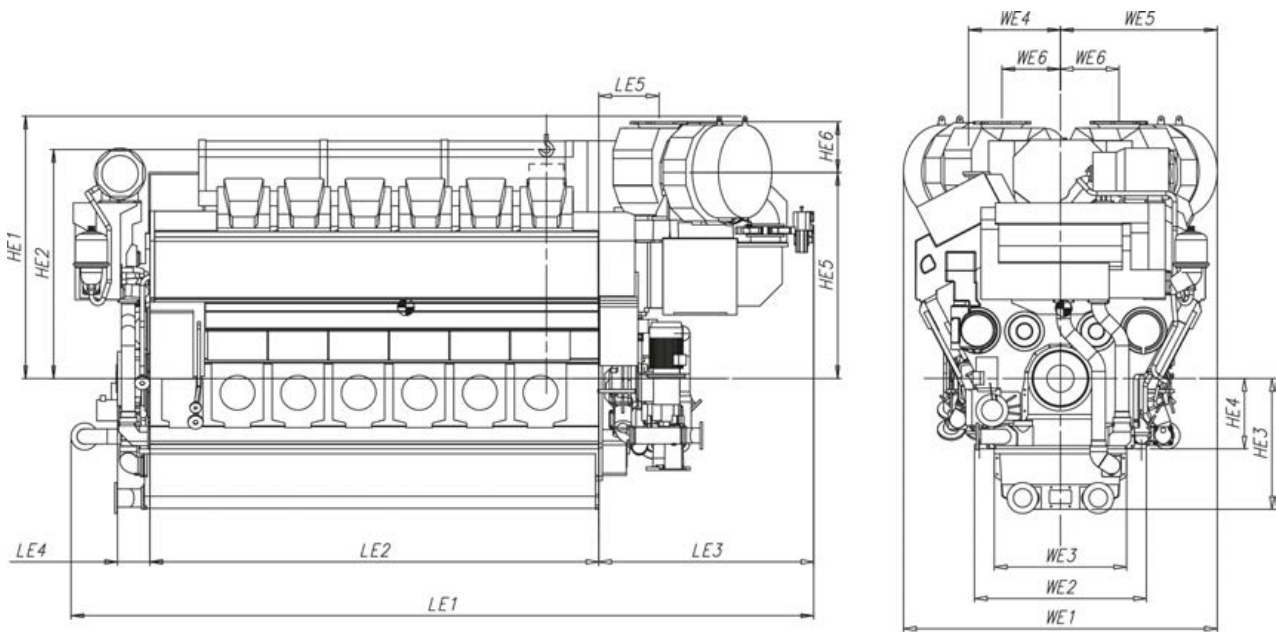
DATOS GENERALES

Cylinder configuration:	16 Vee
Bore:	320 mm
Stroke:	400 mm
Piston displacement	32,2 l/Cyl.
Output/cyl.:	580 kW
Revolutions:	750 rpm
Mean piston speed:	10 m/s
Turbocharging:	single-pipe system
Direction of rotation:	Clockwise, counterclockwise on request
Weight	71,1 TN
Consumo específico fuel oil	181,1 g/kWh a 100 MCR
Consumo específico fuel oil	179 g/kWh a 85 MCR

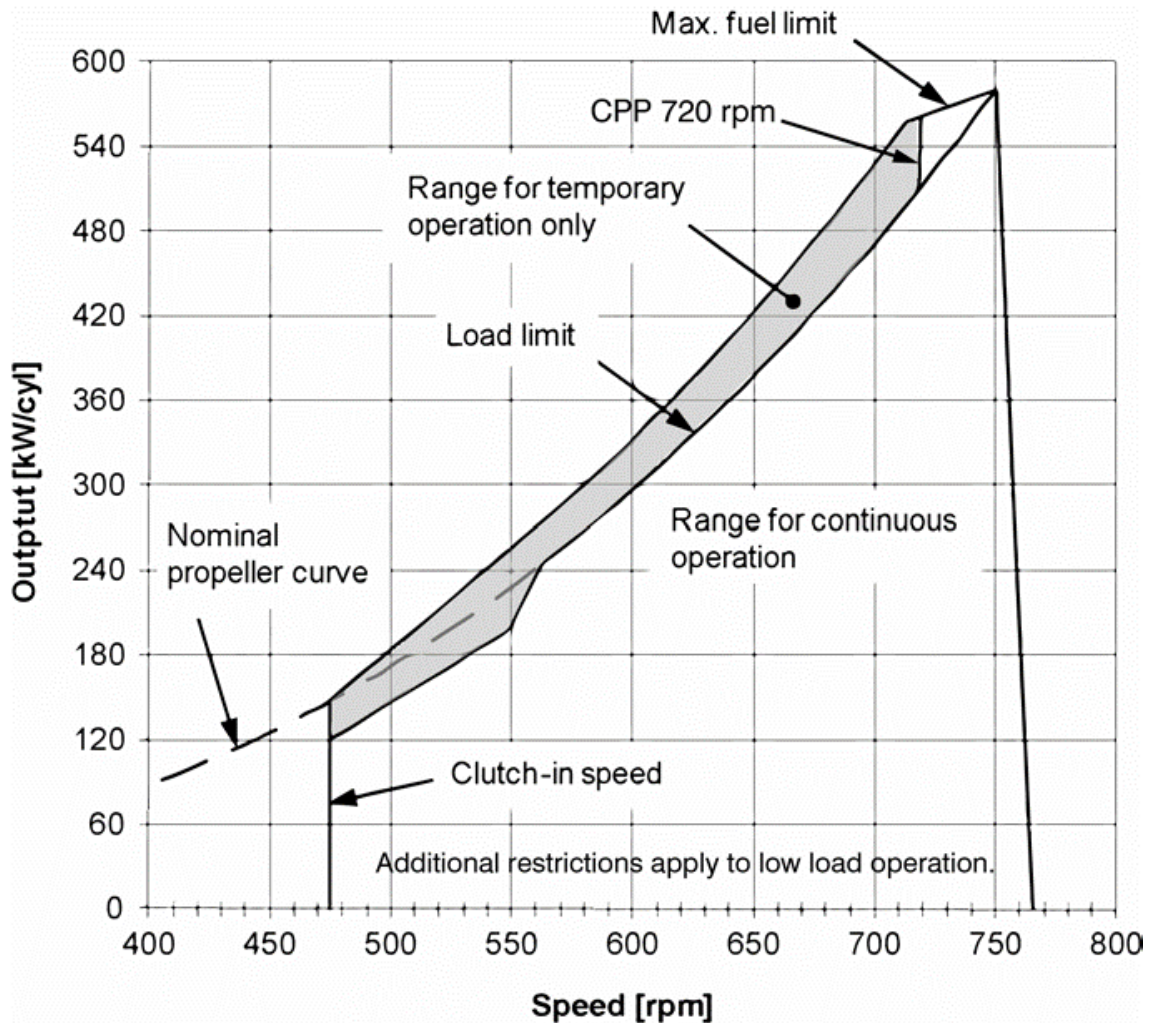
TURBOCHARGER AND FREE END

Engine	Dimensions (mm)							Weight
	WE5	LE3	WE4	HE5	HE6	WE6	LE5	
W 16V 32	1665	1925	850	2020	550	575	560	71,1

Engine	Dimensions (mm)								
	LE1	HE1	WE1	HE4	HE3	LE2	LE4	WE3	WE2
W 16V 32	7905	2595	2120	650	1210	5270	300	1225	1590



PROYECTO	Página 119 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



El área de diseño para el combinador debe estar al lado derecho de la curva de la hélice teórica y puede coincidir con la curva teórica de la hélice en el rango de velocidad superior.

Se debe evitar una carga sobre la curva límite de potencia por medio de dispositivos de control de carga o dispositivos de protección de sobre carga.

PROYECTO	Página 120 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

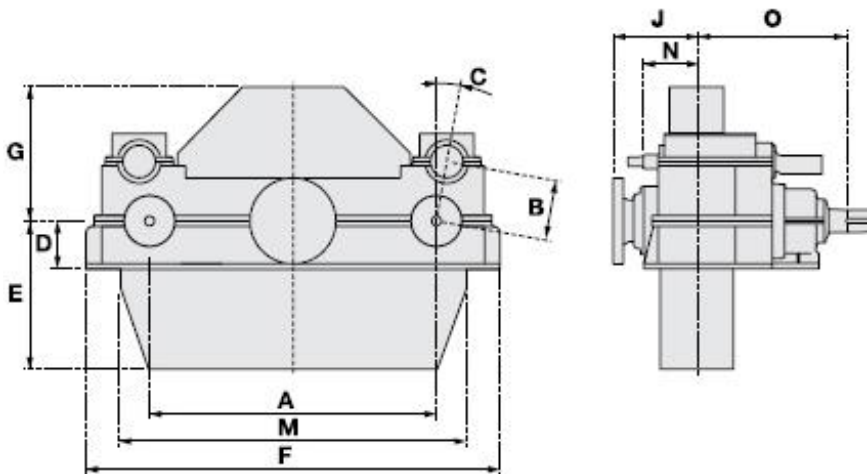
REDUCTORA

Los motores y líneas de ejes estarán conectados mediante una reductora con una relación de reducción de 4,16:1. La chumacera de empuje estará integrada en la propia reductora. Los motores quedan separados de pares, de eje a eje de 3800 mm. Esto los sacamos de la guida de proyecto de motor

Estas cajas reductoras son de la empresa Wäertsila con característica:

Double input Gears, dimensions

Gear type/size	A	B	C	D	E	F	G	J	M	N	O	Weight tonnes*
TCH190	1900	460	10	320	980	2750	890	555	2300	360	995	15
TCH240	2400	490	20	450	1315	3580	1455	730	3135	570	1220	20
TCH250	2500	530	12,5	450	1400	3700	1150	800	3230	570	1290	28
TCH270	2700	580	10	500	1330	3900	1690	880	3410	600	1560	28
TCH350	3500	580	10	700	1855	5370	1630	1270	4380	790	2140	50
TCH370	3700	630	10	700	1855	5565	1645	1270	4580	880	2140	60
TCH380	3800	630	0	700	1700	5600	2000	1270	4700	900	2200	55



Para nuestro motor necesitamos el TCH380 de dimensiones

Tipo	A	B	C	D	E	F	G	j	M	N	O	Peso (tn)
TCH380	3800	630	0	700	1700	5600	2000	1270	4700	900	2200	55

PROYECTO	Página 121 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

LÍNEAS DE EJES

Se dispondrá de dos líneas de ejes. Cada una estará acoplada a uno de los motores principales y se compone de bocina, eje de cola y eje intermedio. El eje intermedio estará acoplada a la reductora y el eje de cola a la hélice.

El eje estará sostenido en el interior del casco por chumaceras de apoyo, mientras que en el exterior estará sostenido por arbotantes.

La bocina estará lubricada por un tanque de compensación situada por encima de la flotación para vencer la presión del agua e impedir que entre por la bocina.

Ejes intermedios

El reglamento de la sociedad de clasificación establece el siguiente diámetro mínimo del eje intermedio:

$$d = F \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{R} \cdot \left(\frac{560}{\sigma_v + 160}\right)} mm$$

Donde:

- K: es un factor en función del tipo de eje, y que en nuestro caso vale 1,2, dado que instalaremos ejes chaveteados para facilitar su desmontaje.
- F: Factor dependiente del tipo de instalación propulsora. En nuestro caso, valdrá 100.
- P: Máxima potencia entregada al eje, en kW.
- R: Revoluciones por minuto del motor correspondiente al valor anterior
- σ_v : Resistencia mínima del material del eje, en N/mm². Se considerará un valor aproximado de 600 N/mm²

F	100
k	1,2
P (kW)	18560
R	180
σ_v	600

PROYECTO	Página 122 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

d(mm)

508,247

Ejes de cola

El registro nos proporciona el diámetro mínimo del eje de cola:

$$d = 101 \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{R} \cdot \left(\frac{400}{\sigma_v}\right)} \text{ mm}$$

d(mm)

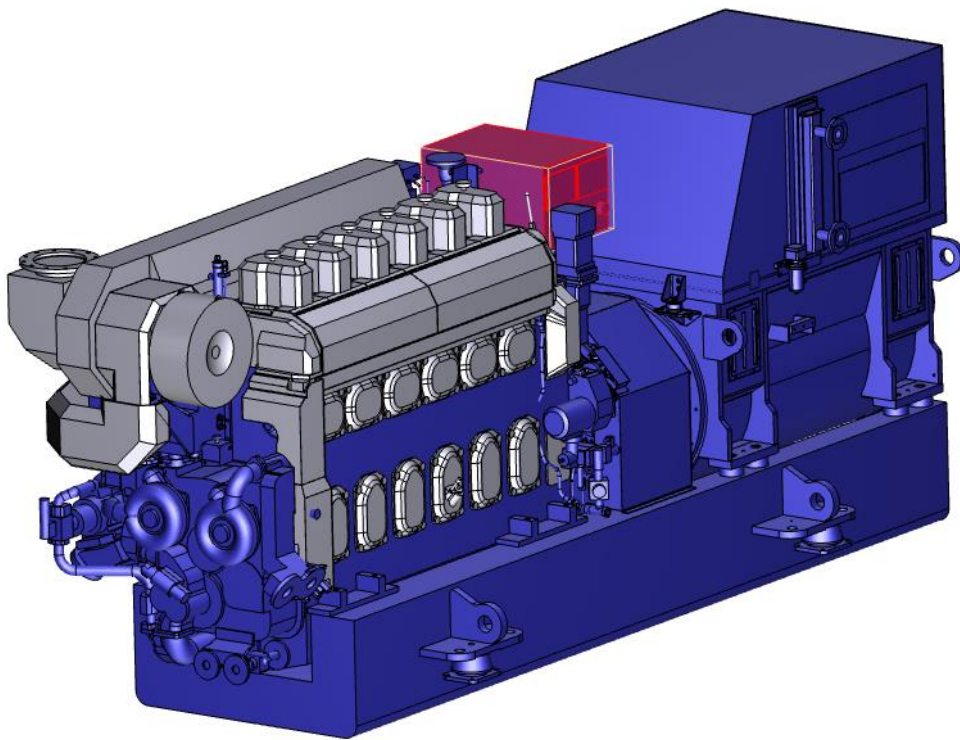
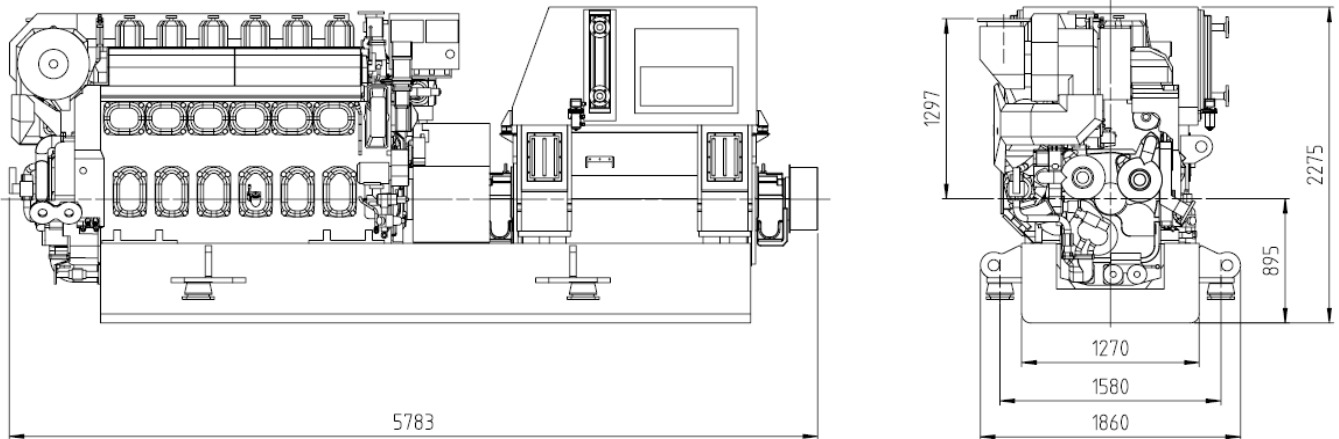
413,7381

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MOTORES AUXILIARES

Los motores auxiliares a elegir a bordo serán 4 Wärtsilä6L 20 de 1200 kW iguales. Se procura que el fabricante sea el mismo que el de los MMPP, con el fin de simplificar el soporte y mantenimiento. Características generales y dimensiones se exponen a continuación:

Datos generales	
N° cilindros	6
Potencia/cilindro (kW)	200
Revoluciones (rpm)	1000
Diámetro cilindro (mm)	200
Carrera (mm)	280
Peso (ton)	16,8
Presión media efectiva (bar)	24,6
Velocidad media del pistón (m/s)	9,3
Consumo al 85% MCR (g/kWh)	190
Masa de aire para la combustión (t/h)	11,6
Frecuencia (Hz)	50
P absorbida por generador (kW)	1200
P generada por alternador (kW)	1140
H nominal alternador	0,96
Factor de potencia	0,8

PROYECTO	Página 123 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 124 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

AUTONOMÍA Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Primero determinamos la capacidad necesaria para responder a las necesidades de los principales consumidores y posteriormente hallaremos la suma y añadiremos un 10% por ser la cantidad con la que debe llegarse a puerto.

CONSUMO DE HFO DE LOS MOTORES PRINCIPALES

Una vez especificado el consumo de los motores principales y auxiliares se está en disposición de calcular la cantidad de combustible necesaria para el buque con su autonomía dada.

El fabricante Wärtsilä asegura en condiciones ISO (combustible de poder calorífico 42,7 Mj/kg) y al 85% MCR un consumo de combustible para los motores principales de 179 g/kWh. Además, en los requisitos del buque se establece que debe tener una autonomía de 3000 millas al 85% MCR. Esto implica como se estableció en el capítulo anterior una velocidad de 25 nudos, y una potencia desarrollada de 34918,77kW.

$$HFO_{principales} = MCR_{servicio} * h * C_{MPHFO}$$

$$HFO_{principales} = 34918,77kW * 179 \frac{g}{kWh} * \frac{3000 \text{ millas}}{25 \text{ kn}}$$

$$HFO_{principales} = 750055179,6 \text{ gr} = 750,055Tn$$

Capacidad almacenamiento HFO debido a MMPP

750,055Tn

CONSUMO DE HFO DE LOS MOTORES AUXILIARES

Por otro lado, el consumo de combustible para los grupos auxiliares es de 196 g/kWh. Teniendo en cuenta que habrá 3 de los 4 motores funcionando a un régimen del 85 % tendremos que disponer de:

PROYECTO	Página 125 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

$$HFO_{auxiliares} = 190,3 \frac{g}{kWh} * \frac{3000 \text{ millas}}{25kn} * 1200 kW * 3 * 0,85$$

$$HFO_{auxiliares} = 190,3 \frac{g}{kWh} * \frac{3000 \text{ millas}}{24kn} * 1200 kW * 3 * 0,85$$

$$HFO_{auxiliares} = 92,363 Tn$$

Capacidad almacenamiento HFO debido a MMAA

72,78Tn

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE HFO

Sumando los valores obtenidos anteriormente y teniendo en cuenta que el buque debe llegar a puerto con el 10% aproximadamente de los consumos, determinamos que se precisa almacenar la siguiente cantidad de HFO

$$HFO_{capacidad \text{ m\u00ednima de almacenamiento total}} = 926,65 Tn$$

CONSUMO Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE MDF

El Marine Diesel Fuel es utilizado para limpiar los circuitos de combustible antes de realizar paradas prolongadas y para alimentar el generador de emergencia. A falta de informaci\u00f3n sobre la capacidad necesaria de MDF o DMB, partiremos de la capacidad del buque base, que es del orden del 10% de la capacidad de HFO.

En este caso se estima:

Capacidad de almacenamiento DMB	82,39 T
Capacidad de almacenamiento DMB	102,96 m3
Tank MDO Port	51,660m3
Tank MDO Starboart	51,660m3
Volumen total real	103,320m3
Peso total con permeabilidad de 96 %	89,268 T

Permeabilidad 96 %

SERVICIO DEL COMBUSTIBLE

PROPIEDADES DEL COMBUSTIBLE

Heavy Fuel Oil (HFO)

Los motores principales consumir\u00e1n combustible pesado, Heavy Fuel Oil, de 700 cSt de viscosidad a 50\u00b0C (HFO 700). El fabricante de los motores principales recomienda un HFO que sea acorde con las normas ISO 8217 y pertenezca a la categor\u00eda RMK 700.

En ciertas \u00e1reas dadas por la IMO, el contenido de azufre no podr\u00e1 superar el 1,5 %.

PROYECTO	P\u00e1gina 126 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Características:

Densidad a 15 °C	991/1010 kg/m ³
Viscosidad cinemática a 50°C	700 cSt
Punto de inflamación	60 °C
Punto de fluidificación	30 °C
Residuos de carbono, máx.	15...22% masa
Azufre, máx.	1,5...4,5% masa
Ceniza, máx.	0,05...0,15% masa
Vanadio, máx.	100...600 mg/kg
Aluminio y Silicio, máx.	30...80 mg/kg
Sedientos totales, máx.	0,1% masa

Marine Diesel Oil (MDO)

Dispondremos de MDO para limpiar y llenar el circuito de combustible antes de realizar una larga parada. Se utilizará del tipo ISO-F-DMA dado que permite cumplir con la normativa de emisiones de óxidos de azufre. Sus características son:

Densidad a 15 °C	900 kg/m ³
Viscosidad cinemática a 40°C	11 cSt
Punto de inflamación	60 °C
Punto de fluidificación	0 °C
Residuos de carbono, máx.	-
Azufre, máx.	1,5 masa
Ceniza, máx.	0,1% masa
Vanadio, máx.	-
Aluminio y Silicio, máx.	-
Sedientos totales, máx.	-

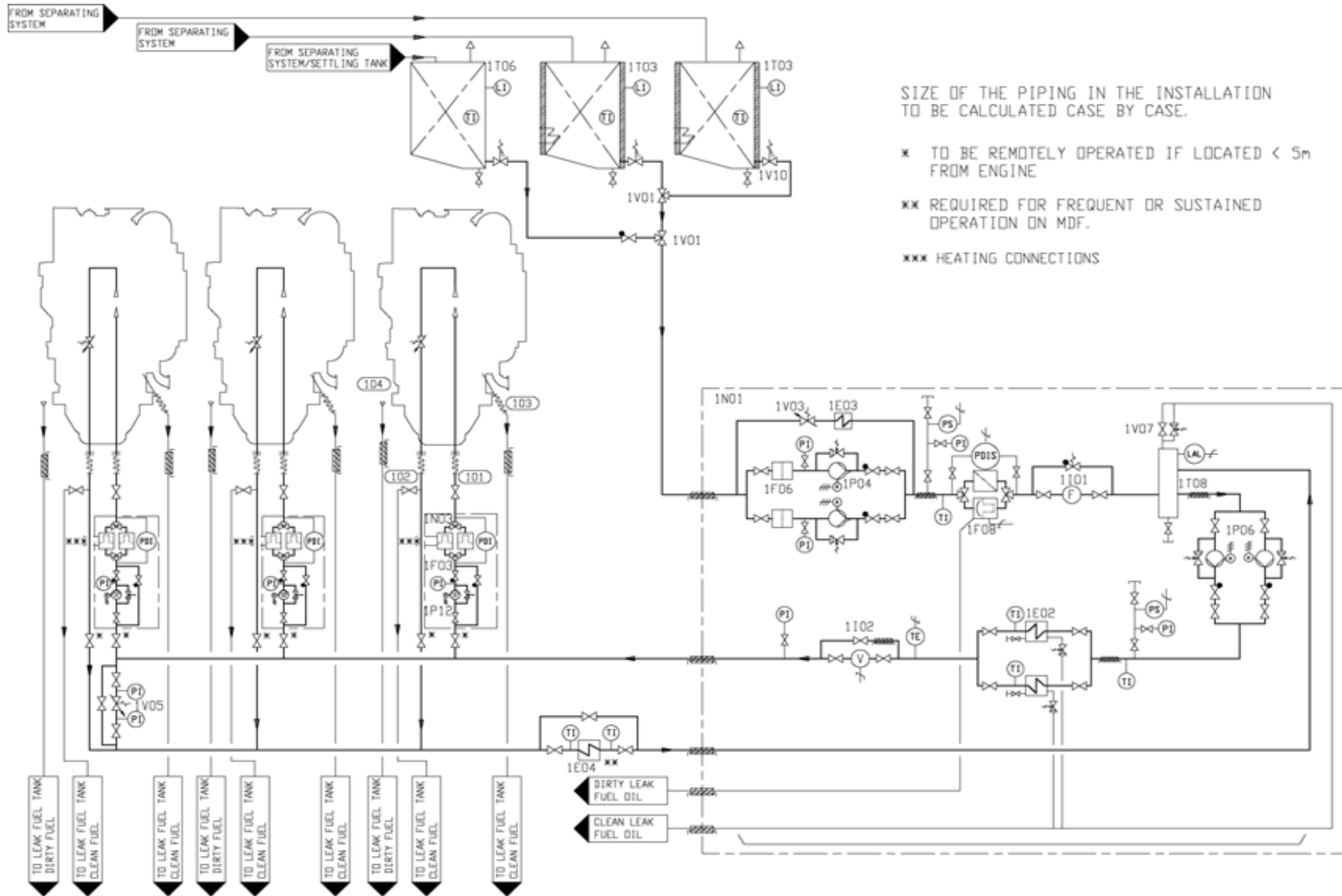
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES PRINCIPALES

Esquema y descripción del sistema

PROYECTO	Página 127 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

System components:			
1E02	Heater (booster unit)	1P06	Circulation pump (booster unit)
1E03	Cooler (booster unit)	1P12	Circulation pump (HFO/MDF)
1E04	Cooler (MDF)	1T03	Day tank (HFO)
1F03	Safety filter (HFO)	1T06	Day tank (MDF)
1F06	Suction filter (booster unit)	1T08	De-aeration tank (booster unit)
1F08	Automatic filter (booster unit)	1V01	Changeover valve
1I01	Flow meter (booster unit)	1V03	Pressure control valve (booster unit)
1I02	Viscosity meter (booster unit)	1V05	Overflow valve (HFO/MDF)
1N01	Feeder/booster unit	1V07	Venting valve (booster unit)
1N03	Pump and filter unit (HFO/MDF)	1V10	Quick closing valve (fuel oil tank)
1P04	Fuel feed pump (booster unit)		

Pipe connections:		L32	V32
101 / 102	Fuel inlet / outlet	DN25	DN32
1031	Leak fuel drain, clean fuel	OD28	
1032	Leak fuel drain, clean fuel	-	OD28
1033	Leak fuel drain, clean fuel	OD28	DN20
1034	Leak fuel drain, clean fuel	-	DN20
1041	Leak fuel drain, dirty fuel	OD18	
1042	Leak fuel drain, dirty fuel	-	OD18
1043	Leak fuel drain, dirty fuel	OD28	-
1044	Leak fuel drain, dirty fuel	-	DN32



SIZE OF THE PIPING IN THE INSTALLATION TO BE CALCULATED CASE BY CASE.

- * TO BE REMOTELY OPERATED IF LOCATED < 5m FROM ENGINE
- ** REQUIRED FOR FREQUENT OR SUSTAINED OPERATION ON MDF.
- *** HEATING CONNECTIONS

FERRY
CHARLY

2019

Sebastian Reyes Carlos. G

El sistema de alimentación llevará el combustible de los tanques de servicio diario a los motores en condiciones óptimas de presión, temperatura y viscosidad. El combustible se mantiene circulando continuamente, aunque el motor esté parado, para mantener la temperatura de funcionamiento.

Cada uno de los motores cuenta con su propio circuito de alimentación.

Según el fabricante de los motores principales, estos pueden ser arrancados y parados con HFO siempre y cuando el motor como el sistema de combustible estén precalentados a la temperatura de funcionamiento. Aunque tendremos esto en cuenta, como precaución siempre cambiaremos a MDO para arrancar y para parar el motor, y el sistema será limpiado y llenado con MDO antes de realizar una parada prolongada.

Unidad de alimentación

Cada conjunto de motores contará con una unidad de alimentación pre montada como la de la figura, la cual le proporcionará el combustible procedente de los tanques de servicio diario en óptimas condiciones para la inyección.

Se utilizará la misma unidad de alimentación para suministrar MDO.

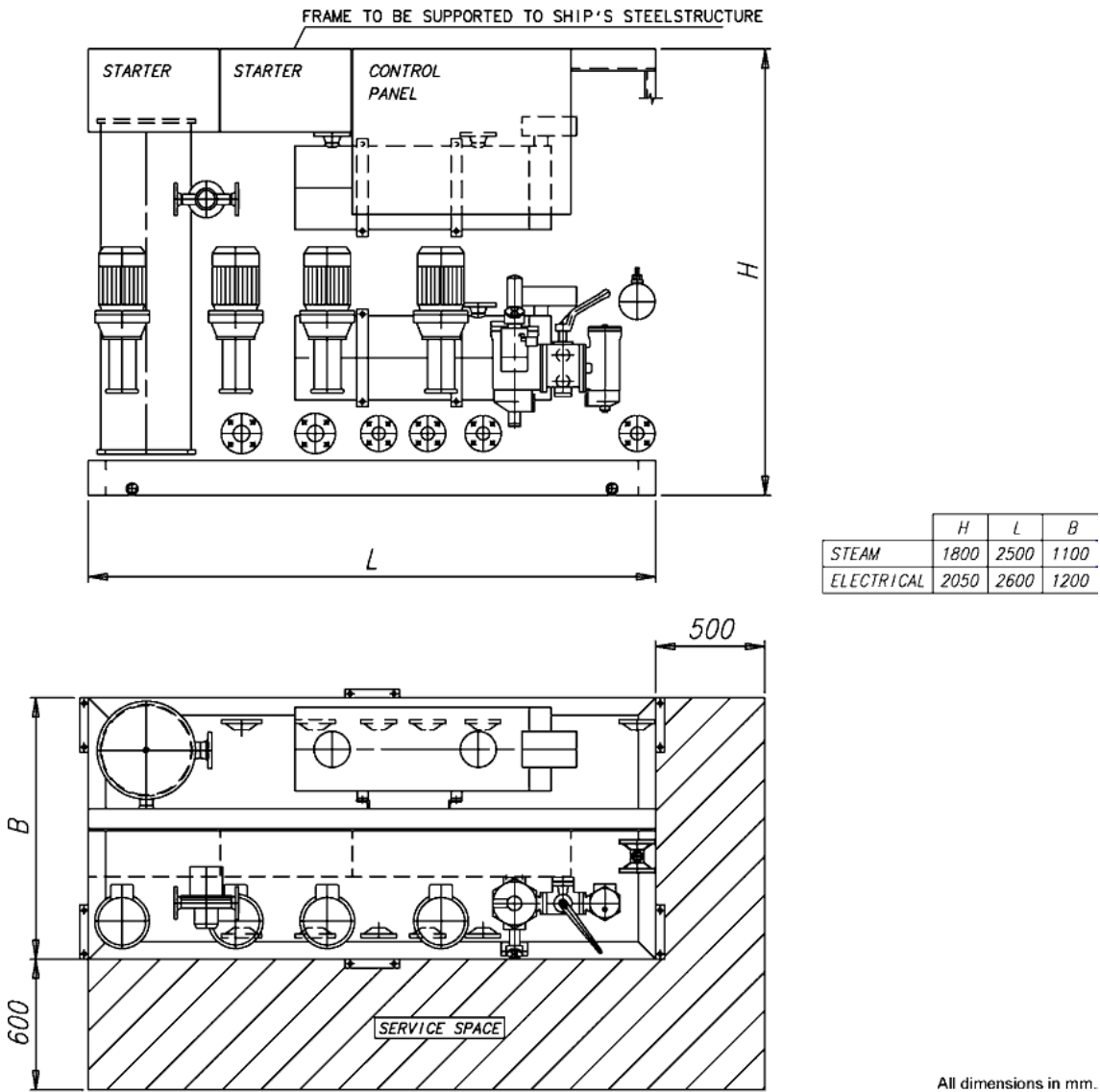
Cada unidad se compondrá de los siguientes elementos:

- Dos filtros de aspiración.
- Dos bombas de alimentación de tipo husillo, equipadas con válvulas de seguridad integradas y motores eléctricos. Una de las bombas estará de respeto.
- Una válvula de control de presión.
- Un tanque de desaireación presurizado, equipado con la válvula de venteo controlada por un sensor de nivel.
- Dos bombas de circulación del mismo tipo que las de alimentación. Una bomba esta de respeto.
- Dos calentadores de vapor. Uno de ellos estará de respeto.
- Un filtro automático.
- Un viscosímetro para control de los intercambiadores.
- Una válvula de control para los intercambiadores.
- Una válvula termostática para control de emergencia de los calentadores.
- Un panel de control que incluirá arrancadores para las bombas
- Un panel de alarmas.

PROYECTO	Página 130 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

El equipamiento irá montado en una estructura de metal que puede ser fijada a un polín en el barco. La unidad contará con toda la tubería montada, y todas las tuberías de HFO estarán aisladas y convenientemente calefactadas.

Abajo describimos los principales elementos de la unidad.



All dimensions in mm.

Bombas de alimentación de combustible

PROYECTO	Página 131 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

La bomba de alimentación mantiene la presión en el circuito de alimentación de combustible. Se utilizarán bombas de husillo capaces de proporcionar un caudal un 15% mayor que el consumo del motor y suficiente para evitar una caída de presión durante la limpieza del filtro automático.

Se instalará un filtro de aspiración con una rejilla de un tamaño de 5mm antes de cada bomba. Debe existir una sobrepresión estática de aproximadamente 30kPa en la aspiración de cada bomba

Cada grupo de motor que comparte una línea de eje consume $17459,385kW$ y el consumo específico es $179 g/kWh$, obtenemos una masa de consumo por hora de:

$$W_{bomba\ ali} = 17459,385\ kW * 179\ g/kWh$$

$$W_{bomba\ ali} = 3125,23\ kg$$

Obteniendo esto, calculamos el volumen del HFO

$$V = \frac{3125,23\ kg}{991\ kg/m^3}$$

$V = 3,15\ m^3$. Aplicando el 15 % de margen, obtenemos:

$$V = 3,62\ m^3$$

Capacidad	3,7 m3/h
Presión de diseño	16 bar
Presión máxima (válvula de seguridad)	7 bar
Temperatura de diseño	100 °C
Viscosidad para dimensionar el motor eléctrico	1000 cSt

Válvula de control de presión

Mantiene la presión en el tanque de desaireación dirigiendo el flujo excedente hacia la aspiración de la bomba de alimentación

Capacidad	3,7 m3/h
Presión de diseño	16 bar
Temperatura de diseño	100 °C
Punto de ajuste	3...5 bar

PROYECTO	Página 132 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Filtro automático

Se dispondrá de un filtro automático en paralelo con un filtro de limpiado manual. El filtro automático se instalará antes del intercambiador, entre la bomba de alimentación y el tanque de desaireación, y debe ir equipado con una camisa calefactora, aunque se evitará el sobrecalentamiento (temperaturas por encima de los 100 °C).

Viscosidad del combustible	De acuerdo a las especificaciones
Temperatura de diseño (°C)	100
Pre calentamiento	Si la viscosidad es mayor que 25 cSt
Caudal de diseño (m ³ /h)	Igual a la capacidad de la bomba
Presión de diseño (bar)	16
Tolerancia tamiz (micras)	
-Filtro automático	35
-Filtro bypass	35
Caída máxima permitida de presión (bar)	
-Filtro	0,2
-Alarma	0,8

Caudalímetro

Se instalarán dos caudalímetros por motor, con objeto de monitorizar el consumo de combustible de cada motor por separado. Uno se instalará en la línea de alimentación y el otro en la de retorno. Existirá una línea en bypass alrededor de cada caudalímetro que se abrirá automáticamente en caso de una excesiva caída de presión.

Tanque de desaireación

Deberá estar equipado con una alarma de bajo nivel y con una válvula de venteo. La tubería de venteo deberá conducir, cuando sea posible, al tanque de reboses, que estará situado a menor altura.

El tanque de desaireación estará aislado y equipado con un serpentín de calefacción. El tanque será de 100 L.

Bomba de circulación

También llamada bomba de alta. Esta bomba hace circular el combustible por el sistema y mantiene la presión necesaria a la entrada de las bombas de inyección. De este modo, también mantiene la viscosidad y permite a las bombas de inyección funcionar a la temperatura de operación.

PROYECTO	Página 133 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

El fabricante nos dice que cuando más de un motor es conectado a la misma unidad de alimentación, una bomba de circulación individual debe ser instalada para cada motor. Y esta debe ser 5 veces más grande que el caudal de las bombas de baja (bombas de alimentación de combustible)

Capacidad	18,5 m3/h
Presión de diseño	16 bar
Presión máxima (válvula de seguridad)	10 bar
Temperatura de diseño	150 °C
Viscosidad para dimensionar el motor eléctrico	500 cSt

Pre calentador

Debe ser capaz de mantener la viscosidad del combustible a un valor máximo de 14 cSt en la condición de consumo máximo del motor. La potencia del calentador será controlada por el viscosímetro.

Vamos a suponer unas temperaturas de entrada y de salida de 90 °C (temperatura de los tanques de servicio diario) y 135 °C (temperatura máxima permitida a la entrada del motor), respectivamente. Lo dimensionaremos para un caudal igual al consumo del motor a plena carga más un 15% de margen.

Con objeto de evitar el cracking del combustible. La temperatura de la superficie de termo transferencia no deberá ser demasiado alta. Se evitará que la transmisión de calor supere 1,5 W/cm²

La capacidad del calentador requerida se puede estimar con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

Donde:

P: capacidad del calentador (kW)

Q: consumo total de todas las salidas + 15 % de margen (L/h)

ΔT : diferencia de la temperatura a calentar (°C)

Capacidad 0,49 kW

Temperatura de entrada 90 °C

PROYECTO	Página 134 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Temperatura de salida 135 °C

Viscosímetro

Va a controlar el funcionamiento del intercambiador. El punto de ajuste será ligeramente menor que la viscosidad requerida en las bombas de inyección para compensar pérdidas de calor en las tuberías. El viscosímetro será de Soportar los picos de presión ocasionados por las bombas de inyección.

Rango de operación 0...50 cSt

Temperatura de diseño 180 °C

Presión de diseño b 40

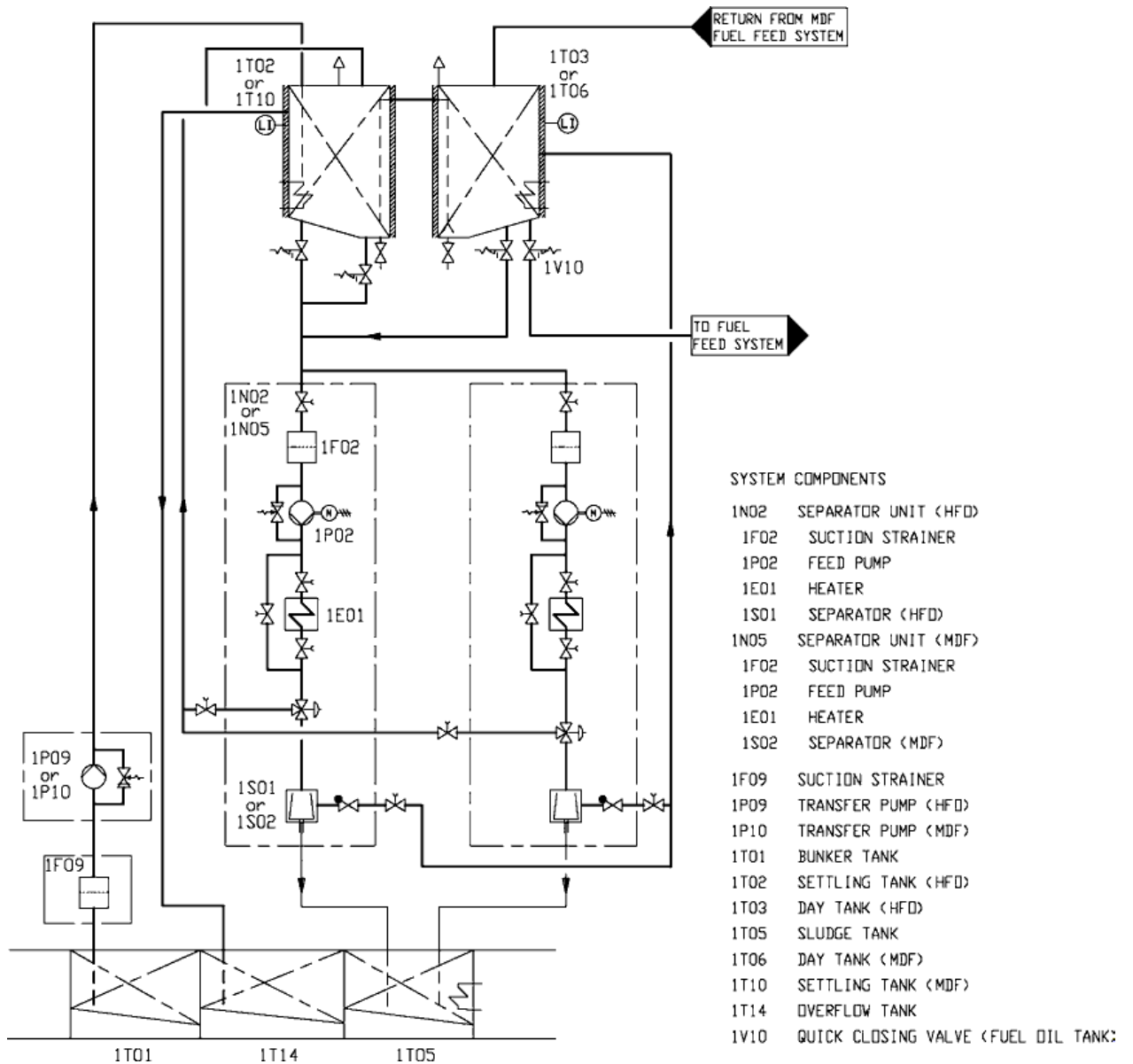
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES AUXILIARES

El sistema será equivalente al de los MMPP.

SISTEMA DE TRASVASE Y PURIFICACIÓN

Esquema y descripción del sistema

PROYECTO	Página 135 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



La función de este sistema es suministrar combustible a los tanques de servicio diario en las condiciones óptimas de pureza, viscosidad y presión. El combustible almacenado en los tanques almacén es transferido al tanque de sedimentación cuando baja el nivel de este. De ahí, y pasando por las separadoras de combustible, es transferido al tanque de servicio diario, desde donde es llevado al motor.

El MARPOL establece en el anexo I, Capítulo 3, Regla 12ª que aquellos buques de construcción posterior a agosto del 2010 con una capacidad de combustible mayor o igual a 600m³, como es nuestro caso, deben situar sus tanques de combustible a una determinada distancia del costado y del fondo. Esta regla nos obliga a situar todos nuestros tanques de combustible a una altura

PROYECTO	Página 136 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

superior a 0,76 m sobre la línea base. Debido a esto los tanques de combustible se situarán por encima de la cubierta de doble fondo. Menos los tanques de reboses de combustibles, que están en el doble fondo.

TANQUE DE SERVICIO DIARIO

El volumen mínimo de los tanques de servicio diario y decantación de fuel oil se suele establecer para 8 horas de autonomía ya que las guardias de la tripulación en el buque suelen ser de 4 horas. Las necesidades de combustible de los motores principales y los auxiliares durante 8 horas son:

Para 6 horas de autonomía de MMPP necesitaremos:

$$HFO_{MMPP\text{uso diario}} = 179 \frac{gr}{kWH} * 34918,77k kW * 8 h$$

$$HFO_{usodiario} = 50 Tn$$

$$HFO_{usodiario} = 50,454 m^3$$

Para moto generadores:

$$HFO_{MMPP\text{uso diario}} = 196 \frac{gr}{kWH} * 1540 kW * 8 h * 3 * 0,85$$

$$HFO_{uso diario} = 6,157 TN$$

$$HFO_{uso diario} = 6,213 m^3$$

$$\rho_{HFO} = 0,991 \frac{T}{m^3}$$

Por lo que precisaremos un volumen de 56,67 m³ o 56,16 T

La guía de proyecto del motor los pide dos tanques diarios, 56,16 T*2.

Considerando unos suplementos del 2 % debido a refuerzos y serpentines y del 2% debido a dilataciones, se precisará 58,936 m³ por tanque.

Permeabilidad 96 %

Estos tanques dispondrán de aislamiento térmico y su temperatura será mantenida mediante serpentines de vapor a 90 °C

Capacidad almacenamiento HFO	112,32Tn
Capacidad almacenamiento HFO	114,36m ³
Volumen necesario por tanque	58,935 m ³
Volumen real Service T. Port	61,152 m³
Volumen real Service T. Starboard	61,152 m³
Volumen real total	122,304 m³
Peso total con permeabilidad de 96 %	116,355 T

PROYECTO	Página 137 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

TANQUES DE SEDIMENTACIÓN DE HFO

Dispondremos de dos tanques de sedimentación. Con el fin de disponer de suficiente tiempo para la sedimentación (es decir, separación de agua y sedimentos), el fabricante recomienda que la capacidad de cada tanque sea suficiente para almacenar la cantidad de HFO durante 24 hs

Su temperatura deberá mantenerse en torno a los 60 °C y su nivel, lo más alto posible. Debido a ello contarán con serpentines y dispondrán de una alarma de alto nivel de agua.

$$HFO_{sedimentación} = 179 \frac{gr}{kWH} * 34918,77kW * 24 h$$

$$FO_{sedimentación} = 150 Tn$$

$$V_{HFOsedi} = 151,37 m^3$$

Para moto generadores:

$$HFO_{MMPsedimentacion} = 196 \frac{gr}{kWH} * 1540 kW * 24 h * 3 * 0,85$$

$$HFO_{MMPsedimentacion} = 18,47 Tn$$

$$HFO_{MMPsedimentacion} = 18,64 m^3$$

Precisaremos un volumen de 170 m³ por cada tanque.

A diferencia de los tanques de servicio diario, dimensionaremos estos tanques considerando unas correcciones de 2 % debidos a hierros, 2% debido a dilataciones y un 10% adicional debido a lodos que se acumulen. Se precisará 176,8 m³ por cada tanque

Permeabilidad 96 %

Capacidad almacenamiento HFO

336,95Tn

Capacidad almacenamiento HFO	353,6 m ³
Volumen necesario por cada tanque	176,8 m ³
V. real tanques Sentlling T.Port	178,08 m³
V. real tanques Sentlling T. Starboard	178,08 m³
Volumen real total	356,160m³
Peso total con permeabilidad de 96 %	338,836 T

TANQUE DE ALMACEN DE HFO

Se disponen dos tanques de almacén de fuel oil para satisfacer la autonomía del buque. Los dos son simétricos respecto a crujía y se sitúan a proa de la cámara tratamiento de combustible.

PROYECTO	Página 138 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Se calculo un peso total de HFO de 926,65 Tn, restándole los volúmenes reales con sus respectivas permeabilidades de tanques de servicios diarios y de sedimentación nos queda:

$$P_{totalalmacenamiento\ HFO} = 926,65tn - 116,355tn - 338,836\ tn$$

$$P_{totalalmacenamiento\ HFO} = 471,459\ Tn$$

$$V_{totalalmacenamiento\ HFO} = 475,74\ m^3$$

Consideraremos correcciones del 2% debido a hierros y del 2 % debido a dilataciones.

Se precisará 247,384 m3 por tanque. (Dos tanques de almacenamiento)

Capacidad almacenamiento HFO	471,46 T
Capacidad almacenamiento HFO	494,769 m3
Volumen necesario por tanque	247,384 m3
Storage T. Port	248,640 m3
Storage T. Starboard	248,640 m3
Volumen total real	497,280 m3
Peso total con permeabilidad de 96 %	473,092 T

Bombas de trasvase de HFO

El trasiego consiste en la transferencia de combustible a baja presión desde los tanques almacén a los de sedimentación. Se dispondrá de dos bombas centrífugas auto cebadas, dispuestas en paralelo (una de ellas de stand-by), de funcionamiento discontinuo y automático, dado que la operación de trasiego sólo tendrá lugar cuando naje el nivel en el tanque de sedimentación (abajo de 70 %).

Las bombas tienen que ser capaces de llenar los tanques de sedimentación en menos de dos horas.

Para llenar los dos tanques de sedimentación necesitamos:

$$Q = \frac{V_t}{2} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

ρ (Tn/m3)	0,991
Pt (Tn)	338,836
Vt (m3)	341,9132

Capacidad	171 m3/h
Presión de diseño	5bar

PROYECTO	Página 139 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Temperatura de diseño	100 °C
Viscosidad para dimensionar el motor eléctrico	1000 cSt

UNIDAD SEPARADORA DE COMBUSTIBLE

Con el objetivo de minimizar en el combustible la presencia de impurezas que puedan afectar al funcionamiento del motor, el combustible debe ser limpiado en una separadora centrífuga antes de ser transferido al tanque de servicio diario.

Las sociedades de clasificación exigen que la disposición de la separadora sea redundante de modo que la capacidad de purificación requerida se mantenga, aunque una unidad no esté operativa. El mejor rendimiento de purificación se alcanza cuando también está en funcionamiento la separadora de respeto, dado que el caudal que fluye por cada una es menor.

En la mayoría de los casos las separadoras son suministradas ya ensambladas por el fabricante de la separadora. El conjunto se compone de:

- Filtro de aspiración.
- Bomba de alimentación.
- Precalentador.
- Separadora.
- Bomba de lodos.
- Cuadros de control. Incluyen arrancadores del motor y monitorización.

Describimos estos elementos.

Filtro de aspiración

Estará situado en la aspiración de la bomba de alimentación para protegerla de la entrada de elementos extraños. Será del tipo dúplex, por lo que se podrá continuar con el servicio cuando se limpia una de las unidades, contará con válvula de cambio y estará diseñado de forma que pueda evitarse la aspiración de aire que pueda descebar la bomba. El mallado será de 0,5 mm.

Bomba de alimentación de la separadora

Será dimensionada para la calidad real del combustible utilizado y para el caudal recomendado de la separadora, que se calcula abajo en SEPARADORA HFO. Estas bombas descargarán a 5 bar, con el fin de que, a la salida del precalentador, en el que suponemos una caída de presión de 1,5 bar, tengamos 3 bar de presión.

Tenemos:

PROYECTO	Página 140 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Caudal de diseño	7,8 m ³ /h
Presión de diseño	5bar
Temperatura de diseño	100 °C
Viscosidad para dimensionar el motor eléctrico	1000 cSt

Ahora se determina la potencia absorbida por la bomba y la potencia del motor eléctrico asociado a partir de las siguientes expresiones, suponiendo un rendimiento volumétrico del 60 % y un rendimiento del motor eléctrico del 80 %:

$$P_{absorbida} = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta_{BBA}} \qquad P_{eléctrica} = \frac{P_{absorbida}}{\eta_{eléctrico}}$$

Tenemos en cuenta las unidades a usar.

P (bar)	5
P (N/m ²)	500000
Q (m ³ /h)	7,8
Q (m ³ /s)	0,00218
η_{BBA}	0,6
$\eta_{eléctrico}$	0,8

Pabsorbida (kW)	1,82	Peeléctrica (kW)	1,37
------------------------	------	-------------------------	------

Precaentador de la separadora de HFO

Se dimensiona considerando la capacidad de la bomba de alimentación y una temperatura dada del tanque de sedimentación. La temperatura de la superficie de transferencia en el precaentador no debe ser demasiada alta para evitar el cracking del fue oil. El control de temperatura será capaz de mantener la temperatura del fuel dentro de un intervalo de ± 2 °C.

Se dimensionará para el caudal de la depuradora, que se calcula más adelante.

Suponemos un incremento de temperatura en el interior de 30 °C, ya que deseamos mantener unas temperaturas entre 65 °C en los tanques de sedimentación y de 90 °C en los tanques de servicio. Consideramos una caída de 5 °C en la depuradora.

PROYECTO	Página 141 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Q	7,5 m ³ /h
Te	65 °C
Ts	95 °C

Separadora de HFO

Suponemos que tiene un funcionamiento de 23 horas al día, el caudal de servicio que atravesará el separador puede ser estimado:

$$Q = \frac{P \cdot b \cdot 24}{\rho \cdot t} \left(\frac{L}{h} \right)$$

Donde:

- P: Potencia máxima de los motores Diesel, en kW. Consideraremos la suma de las potencias de los motores principales y los auxiliares, 9280 kW*4 + 1540 *3.
- b: consumo específico de combustible, incluyendo un margen de seguridad del 15 % en g/kWh. Tomaremos el valor proporcionado por el fabricante al 100% MCR para los MMPP.
- ρ : densidad del fuel, 991 kg/m³
- T: tiempo de funcionamiento de la separadora, igual a 23 h.

P	41740
b	179
ρ	991
t	23
Q (m³/h)	7,8

Este valor no debe pasarse. Debe tener en cuenta que cuanto menor sea mejor será el rendimiento de la separadora. Se disponen dos separadoras, una activa y la otra de respeto.

TANQUE DE LODOS

Este tanque recogerá los lodos extraídos de los tanques de sedimentación y servicio diario, así como los residuos del proceso de depuración. Debe ser colocado bajo las separadoras y la más cenca posible, de modo que puedan caer por gravedad.

PROYECTO	Página 142 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Como no se cuenta con incinerador a bordo, deberá ser capaz de albergar todos los residuos de un viaje. El MARPOL (Anexo I, regla 12) nos proporciona una expresión para determinar el volumen:

$$V = k.C.D$$

Donde:

- $k = 0,01$, porque el combustible requiere un proceso de purificación.
- C : Consumo diario de HFO
- D : Duración máxima del viaje, en días.

Se le suma a este volumen las correcciones debidos a hierros (2%) y a dilataciones (2%).

k	0,01
C (kg)	150011
D (días)	6
P (kg)	9000,66
V (m3)	9,08
Vcorrecciones (m3)	9,44

Se instala una bomba de lodos tipo husillo o tornillo que permita vaciar el tanque. Los lodos deben ser calentados hasta 80 °C para permitir su bombeo.

LISTA DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
Sistema	Familia	Tipo	N°ins t.	N°ser v.	Bombas		
					Caudal (m3/h)	Salto presión (bar)	Rend.Mecánico
SISTEMA DE TRASVACE Y PURIFICACIÓN HFO							
<i>Bomba de trasvase HFO</i>	Bomba	Centrifugas y auto cebadas	2	1	171	3	1
<i>Unidades separadoras HFO</i>	Otros		2	1			
<i>-Bombas de alimentación de separadoras HFO</i>	Bomba		2	1	7,8	5	0,6
<i>-Bombas de lodos de separadora HFO</i>	Bomba		2	1			
<i>-Separadoras de HFO</i>	Separadora		2	1			
<i>-Filtro de aspiración bombas alimentaciones separadoras HFO</i>	Acce. Tubería		2	1			
<i>-Precalentadores separadoras HFO</i>	Intercambiador		2	1			
<i>Bomba de lodos (vaciado tanque de lodos)</i>	Bomba		1	1			
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN HFO MMPP							
<i>Unidades de alimentación de combustible MMPP</i>	Otros		2	2			
<i>- Bombas alimentación de combustible MMPPv (bomba de baja)</i>	Bombas	Tornillo o husillo	4	2	3,7	16	
<i>- Bombas de circulación de combustible MMPP</i>	Bombas		4	2	18,5	16	
<i>- Filtro automático</i>	Acc. Tubería		2	2			
<i>- Caudalímetro</i>	Acc. Tubería		2	2			

PROYECTO	Página 144 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

-Precalentadores HFO alimentación	Intercambiador	2	2			
-Viscosímetros	Acc. Tubería	2	2			

PROYECTO	Página 145 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

SERVICIO DE ACEITE LUBRICANTE

PROPIEDADES DEL ACELITE LUBRICANTE

La clase de viscosidad del aceite requerida es SAE 40.

El desgaste y por lo tanto la vida útil del motor dependen de la cualidad del aceite a usar. Por lo tanto, requisitos altos son impuestos para los lubricantes:

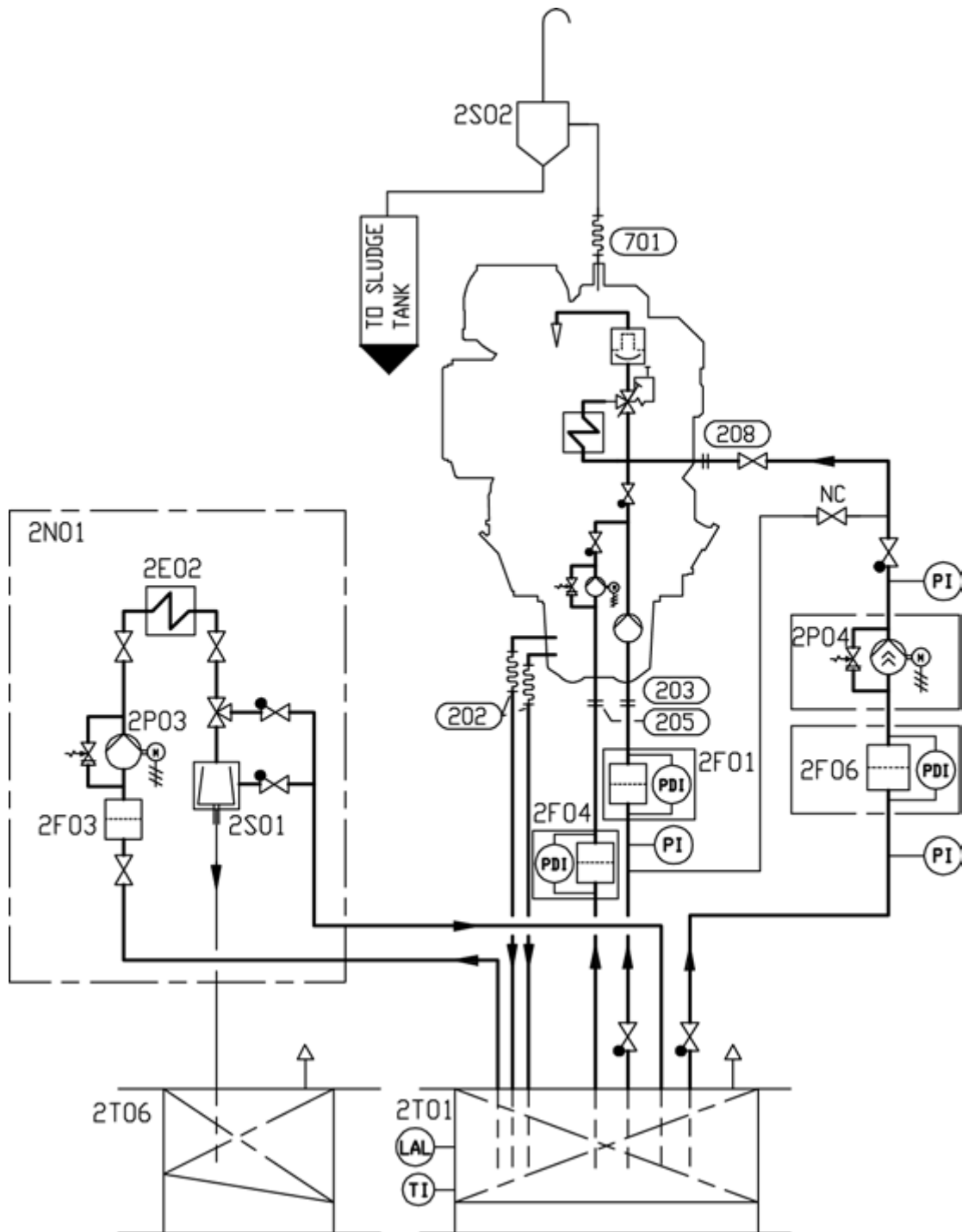
Distribución uniforme constante de los aditivos en todas las condiciones de funcionamiento. Limpieza perfecta y poder dispersante, prevención de depósitos de procesos de combustión in el motor. Alcalinidad suficiente para neutralizar los residuos de la combustión ácida. El TBN debe ser entre 30 y 40 KOH/ en operaciones con HFO. Para operaciones de MDO el TBN es entre 12 y 20 dependiendo el contenido de sulfuro.

SISTEMA DE ACEITE DE LUBRICACIÓN DE LOS MOTORES PRINCIPALES

Sistema de lubricación externa

System components:			
2E02	Heater (separator unit)	2P03	Separator pump (separator unit)
2F01	Suction strainer (main lubricating oil pump)	2P04	Stand-by pump
2F03	Suction filter (separator unit)	2S01	Separator
2F04	Suction strainer (Prelubricating oil pump)	2S02	Condensate trap
2F06	Suction strainer (stand-by pump)	2T01	System oil tank
2N01	Separator unit	2T06	Sludge tank

Pipe connections:		Size L32	Size V32
202	Lubricating oil outlet	DN150	DN150
203	Lubricating oil to engine driven pump	DN200	DN250
205	Lubricating oil to priming pump	DN80	DN125
208	Lubricating oil from electric driven pump	DN100	DN125
701	Crankcase air vent	DN100	DN125



BOMBA DE LUBRICACIÓN

Esta bomba también llamada, stand by, es encargada de brindar aceite al motor para su lubricación, limpieza y refrigeración.

Será una bomba de tornillo o husillo, movida por el motor, y equipada por una válvula reguladora de presión. Estará dimensionada para proporcionar suficiente caudal incluso a bajas velocidades

Capacidad	135 m ³ /h
Presión de diseño	8 bar
Temperatura de diseño	100°C
Viscosidad para dimensionar el motor eléctrico	500 cSt

UNIDAD SEPARADORA

Cada motor debe tener un separador de aceite lubricante dedicado y los separadores deben ser dimensionado para la separación continua. Pero cuando se trata de 4 motores o más, dos motores pueden usar un separador de aceite.

Las unidades separadoras de aceite lubricante típicas, son equipados con:

- Bomba de alimentación con filtro de aspiración y válvula de seguridad
- Precalentador.
- Separador.
- Control de cabina.

Bomba de alimentación

Absorberá aceite del tanque de servicio y lo hará pasar por la separadora en funcionamiento. Cumplirá con el caudal recomendado para la separadora.

Caudal de operación	5,44 m ³ /h
Presión de diseño	8 bar

Precalentador

PROYECTO	Página 149 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Se dimensionará de acuerdo a la capacidad de la bomba y la temperatura del tanque de aceite del sistema. Cuando el motor está en marcha, la temperatura del tanque de aceite se mantendrá entre 65 °C y 75 °C. Con el fin de facilitar la separación incluso con el motor parado, la capacidad del calentador deberá ser suficiente para mantener esa temperatura sin aporte de calor del motor.

La temperatura a la salida del precalentador y, antes de llegar a la separadora, será de 95 °C. La temperatura de la superficie de termo transferencia del precalentador no superará los 150 °C para evitar el cooking del aceite.

Tendrá válvulas de seguridad y tuberías de drenaje conectadas con un tanque para permitir detectar posibles fugas.

Caudal de operación	5,44 m ³ /h
Salto térmico en el interior del precalentador	65 a 95 °C

Separadora de aceite

Será de tipo centrífugo. Es deseable que posea una descarga controlada del bol con el fin de minimizar las fugas de aceite. El caudal a través de la separadora se estima por:

$$Q = \frac{0,00135 \cdot P \cdot n}{t}$$

Donde

- Q: Caudal en m³/h
- P: Potencia del motor, en kW.
- n: Número de renovaciones de aceite por día: Se recomienda 5 para HFO.
- t: Tiempo de operación diario de la separadora: 23 h

P (2 motores)	18560
N	5
t	23

Q (m³/h)	5,44
----------------------------	-------------

TANQUES DE SERVICIO DE ACEITE

Disponemos de cuatro tanques de servicio de aceite, uno por motor de capacidad de 12,5 m³ (dado por el fabricante), situados en el doble fondo y debajo de los motores. La tubería entre el cárter del motor y el tanque será flexible para evitar daños debidos a dilataciones.

El nivel de los tanques deberá disponer se mantendrá alrededor del 80 % en servicio. Cuando baje por debajo del 60%, se accionarán las bombas de trasiego, que transferirán aceite de los tanques de almacén a los tanques de servicio.

Los tanques deben de disponer de serpentines de calefacción con objeto de levantar la temperatura del aceite después de una larga parada o mantener la temperatura del tanque en unas condiciones que aseguren la posibilidad de bombeo. La temperatura a mantener en el interior será de 40 °C.

El aceite a elegir es el CASTROL TLX PLUS 304, sus características se detallan abajo:

Nombre	Método	Unidades	TLX PLUS 304
SAE Number			40
Viscosidad cinemática 100°C	ASTM D445	Mm ² /s	14
Valor básico total, TBN	ASTM D2896	Mg KOH/g	30
Densidad relativa 15°C	ASTM D4052	g/ml	0,906
Punto de inflamabilidad	ASTM D93	°C	>200
Punto de fluidez	ASTM D97	°C	-6
FZG Gear Test A/8,3/90	DIN 354	FLS	12

El fabricante de nuestro motor principal nos recomienda **un volumen de aceite de 12,5 m³**. Por otra parte, nos da el cálculo del volumen del tanque de servicio: 1,2...1,5 l/kW. Tomamos el valor máximo.

$$V = 1,5 \frac{l}{kW} * P_{eng}(kW)$$

Usamos el MCR al 100%

$$V = 13920 l$$

$$V = 13,92 m^3$$

PROYECTO	Página 151 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Notamos una leve diferencia entre los volúmenes. Adoptamos el volumen recomendado de **12,5 m³** por motor.

La densidad del aceite CASTROL es 0,906 T/m³ por lo que el peso será:

$$P_{aceiteservicio} = 0,906 \frac{T}{m^3} * 12,5 m^3$$

$$P_{aceiteser.1motor} = 11,325 T$$

El peso total de servicio será:

$$P_{aceiteser.1motor} = 45,3 Tn$$

Considerando correcciones por hierros del 2 % y por dilataciones del 2 %, el volumen de cada tanque deberá ser como mínimo 13 m³

Permeabilidad 96 %

Capacidad almacenamiento SERVICIO LO	45,3 T
Capacidad almacenamiento SERVICIO LO	52 m ³
Volumen necesario SERVICIOLO por tanque	13 m ³
Volumen necesario SERVICIOLO total	52 m ³
Volumen real Lubeoil T.1 Port	13,670 m ³
Volumen real Lubeoil T.3 Starboard	14,151 m ³
Volumen real Lubeoil T.2 Port	14,151 m ³
Volumen real Lubeoil T.4 Starboard	13,670 m ³
Volumen real total	55,642 m ³
Peso total con permeabilidad de 96 %	48,579 T

TANQUES DE ALMACÉN DE ACEITE

Estará dimensionado para hacer frente a una sustitución del volumen total de los tanques de servicio diario. Por tanto, se ha considerado el volumen de los tanques de servicio diario, para hallar el del tanque almacén, todos los volúmenes fueron calculados en capítulos anteriores.

Capacidad almacenamiento Lubeoil	45,3 tn
Capacidad almacenamiento Lubeoil	55,642 m ³
Volumen necesario por tanque Lubeoil	55,642 m ³
Volumen real Storage Lubeoil	62,767 m ³
Peso total con permeabilidad de 96 %	54,59 T

BOMBAS DE TRASVASE

Se dispone dos bombas idénticas, manteniéndose una de ellas en stand-by. Se encargarán de transferir aceite de los tanques almacén a los tanques de servicio. Su funcionamiento estará automatizado y controlado mediante un sensor de nivel en los tanques de servicio de aceite.

Cada una será dimensionada para ser capaces de llenar un tanque de servicio diario en dos horas:

PROYECTO	Página 152 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

- V: Capacidad de aceite en el tanque de servicio (m3)
- t: intervalo de tiempo.

P (tn)	12,14475
t (h)	2
ρ (kg/m3)	906
V (m3)	13,40480132

Q (m3/h)	6,70
-----------------	-------------

TANQUES DE ACEITE SUCIO

Habr  un tanque de aceite sucio, el cual tendrá la misma capacidad que el almacén. Cuando por algún inconveniente o contaminación del total del aceite de servicio, este aceite se pasar  al tanque de aceite sucio mediante bombas de trasvase para luego pasar por la separadora de aceite.

Capacidad almacenamiento DirtyLubeoil	55,642 m3
Capacidad almacenamiento DirtyLubeoil	48,579
Volumen real total	53,41 m3
Peso total con permeabilidad de 96 %	47,859 T

PROYECTO	Página 153 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

LISTA DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE

<i>Sistema</i>	Famili a	Tipo	N°ins t.	N°ser v.	Caudal (m3/h)	Salto presión (bar)
<i>Bomba de lubricación</i>	Bomb a	Tornill o	4	2	135	10
<i>Separadoras LO MMPP</i>	Separadora		2	2	5,44	
<i>-Bombas de alimentación MMPP</i>	Bomb a		4	2	5,44	
<i>-Precalentadores separadoras</i>	Intercambiado r		2			
<i>Bomba de trasvase de aceite</i>	Bomb a		2	1	6,7	3

SISTEMA AGUA DE REFRIGERACIÓN

Se instalará un sistema de refrigeración centralizado. Esto significa que existirá un único intercambiador de calor central, refrigerado por agua de mar, que se encargará de enfriar el agua dulce que circula por el resto de intercambiadores.

Ventajas de esta instalación son:

- Abaratamiento de los conductos.
- Regular con facilidad el caudal del sistema.

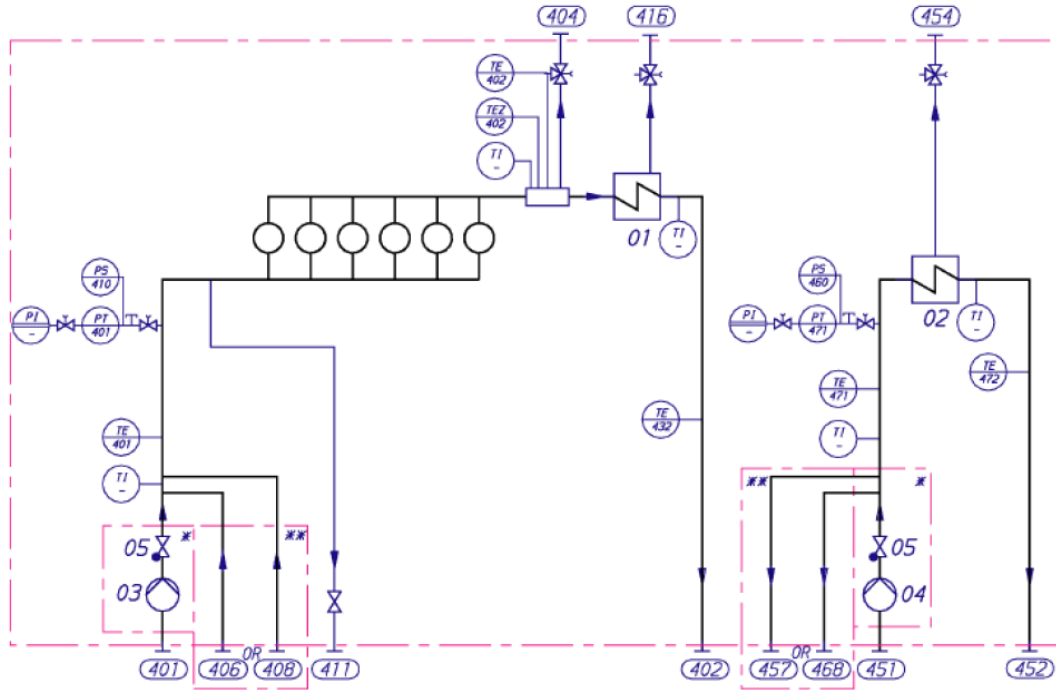
Este sistema de agua de refrigeración nos permitirá refrigerar:

- Las camisas de los MMPP y MMAA.
- El aire de carga y el aceite lubricante de los MMPP y MMAA.
- Los compresores de aire comprimido.
- Los compresores de aire acondicionado.
- Reductoras.

A continuación, mostramos los distintos sistemas de refrigeración.

PROYECTO	Página 154 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Subsistema interno de refrigeración de los MMPP



* OPTIONAL ENGINE DRIVEN PUMP
 ** ALTERNATIVE CONNECTIONS WITH ENGINE DRIVEN PUMP

System components	Pipe connections	Size	Pressure class	Standard
01 Charge air cooler (HT)	401 HT-water inlet	DN150	PN16	ISO 7005-1
02 Charge air cooler (LT)	402 HT-water outlet	DN150	PN16	ISO 7005-1
03 HT-water pump	404 HT-water air vent	OD12		
04 LT-water pump	406 Water from pre-heater to HT-circuit	DN40	PN40	ISO 7005-1
05 Non return valve	408 HT-water from stand-by pump	DN150		
	411 HT-water drain	OD48		
	416 HT-water air vent from air cooler	OD12		
	451 LT-water inlet	DN150	PN16	ISO 7005-1
PI Manometer	452 LT-water outlet	DN150	PN16	ISO 7005-1
TI Thermometer	454 LT-water air vent from air cooler	OD12		
	457 LT-water from stand-by pump	DN125	PN16	ISO 7005-1
	468 LT-water, air cooler by-pass	DN125	PN16	ISO 7005-1

El agua de circuito de alta temperatura (HT) pasa a través de las camisas de los cilindros, las culatas y de la primera etapa del enfriador de aire de carga. El enfriador de aire de carga será en dos etapas.

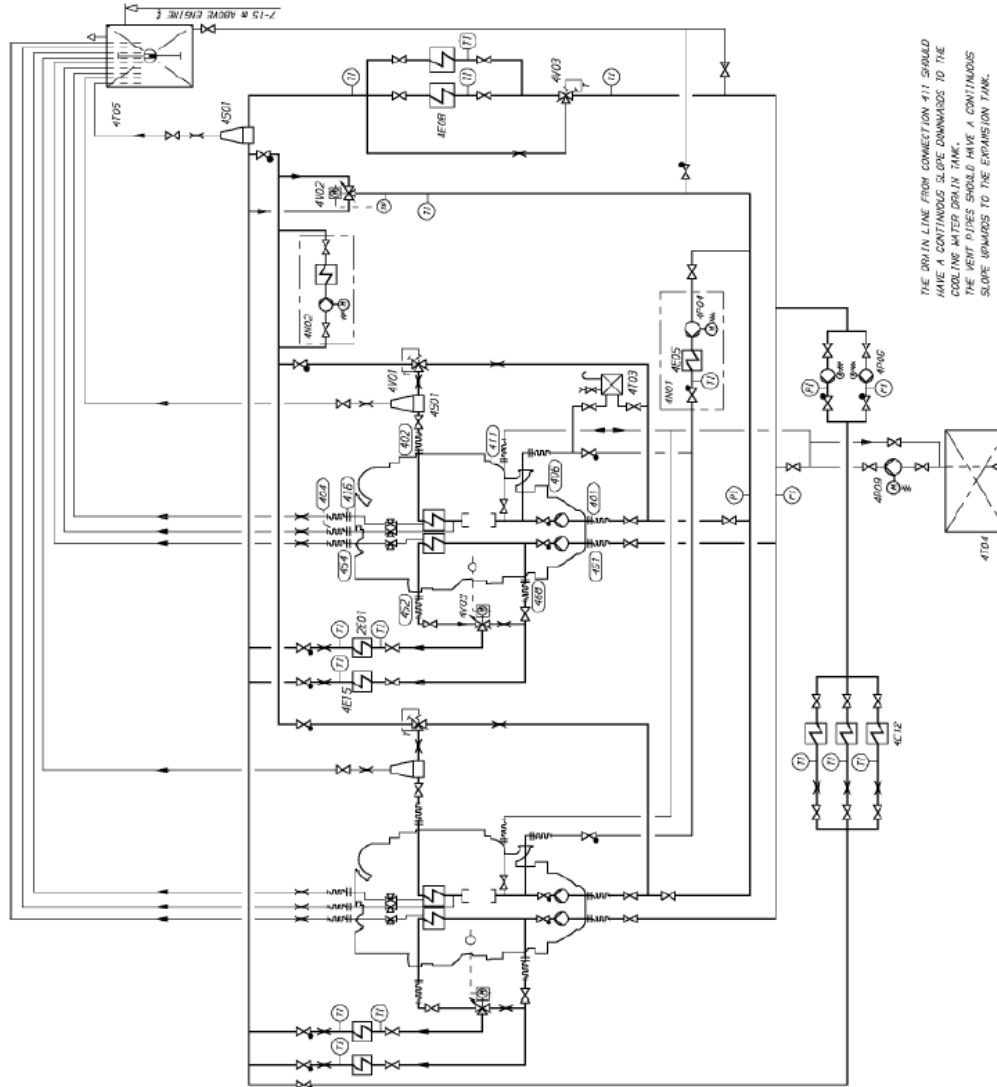
El agua del circuito de baja temperatura (LT) pasa a través del enfriador de aceite lubricante, externo al motor, y de la segunda etapa del enfriador de aire de carga.

Cada circuito de los mencionados arriba existirá para cada par de motores principales

PROYECTO	Página 155 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Hay válvulas termostáticas que regulan la temperatura de la salida del agua del motor, obligando a parte del agua a ser recirculado por bombas de circulación.

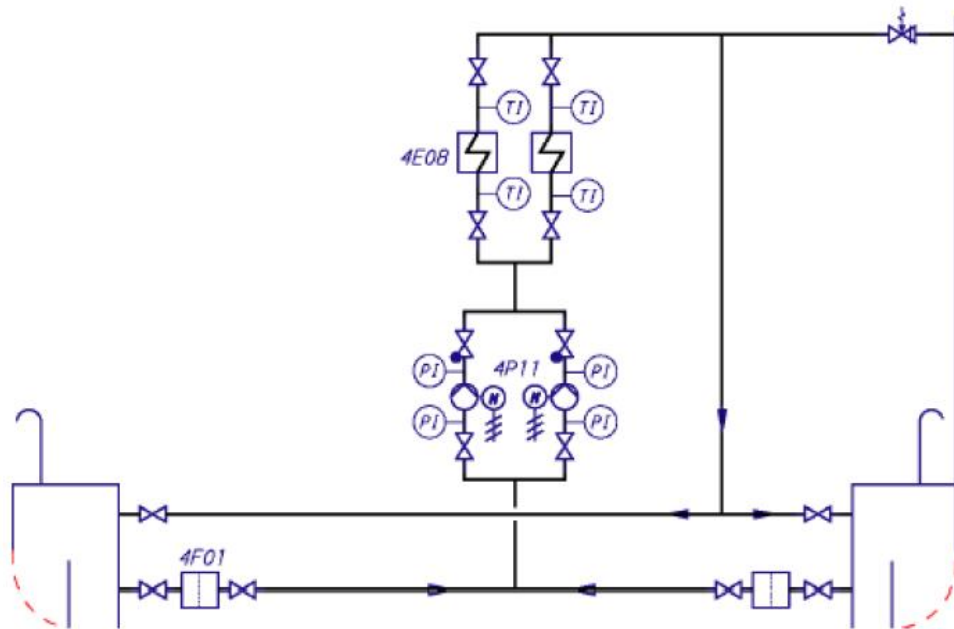
SUBSISTEMA EXTERNO DE REFRIGERACIÓN



PROYECTO	Página 156 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

System components		Pipe connections			
2E01	Lubricating oil cooler	4P09	Transfer pump	401	HT-water inlet
4E05	Heater (pre-heating unit)	4S01	Air venting	402	HT-water outlet
4E08	Central cooler	4T03	Additive dosing tank	404	HT-water air vent
4E12	Cooler (installation parts)	4T04	Drain tank	406	Water from pre-heater to HT-circuit
4E15	Cooler (generator)	4T05	Expansion tank	411	HT-water drain
4N01	Pre-heating unit	4V01	Temperature control valve (HT)	416	HT-water air vent from air cooler
4N02	Evaporator unit	4V02	Temperature control valve (heat recovery)	451	LT-water inlet
4P04	Circulating pump (pre-heating unit)	4V03	Temperature control valve (LT)	452	LT-water outlet
4P06	Circulating pump	4V09	Temperature control valve (charge air)	454	LT-water air vent from air cooler
				468	LT-water, air cooler by-pass

CIRCUITO DE AGUA SALADA



System components	
4E08	Central cooler
4F01	Suction strainer (sea water)
4P11	Circulating pump (sea water)

En el circuito de agua dulce, las bombas de circulación impulsan el agua a través del intercambiador de calor central, donde se enfría. Después circula por el circuito de baja temperatura, dirigiéndose a las camisas, a enfriadores tales como el de aceite lubricante del aire de barrido del motor principal, y a otros componentes (compresores de aire comprimido, condensador de vapor, compresores de aire acondicionado, reductoras, chumaceras y bocinas).

PROYECTO	Página 157 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Los tanques de expansión se encargarán de compensar los cambios de volumen y las fugas que se produzcan en el circuito. A demás permiten ventilar el circuito.

Bombas de agua dulce. 4 unidades instaladas y dos se encuentran en servicio

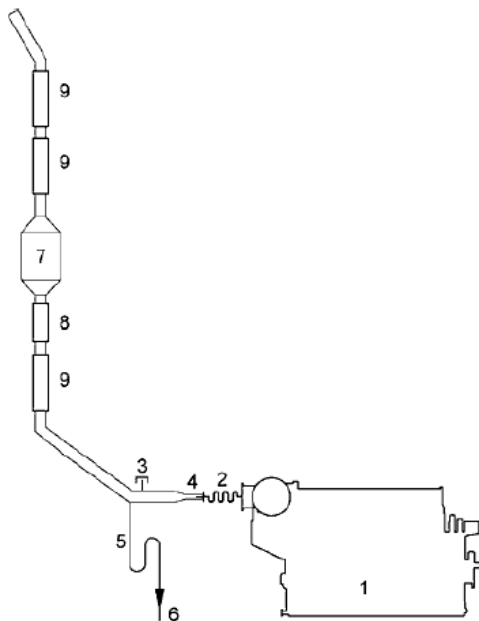
<i>Circuito HT</i>	
<i>Presión nominal de descarga</i>	<i>2,5 bar + estática</i>
<i>Presión máxima de descarga</i>	<i>4,8 bar</i>
<i>Capacidad nominal</i>	<i>140 m3/h</i>

<i>Circuito LT</i>	
<i>Presión nominal de descarga</i>	<i>2,5 bar + estática</i>
<i>Presión máxima de descarga</i>	<i>4,8 bar</i>
<i>Capacidad nominal</i>	<i>140 m3/h</i>

Bombas de circulación de agua salada. Cuenta con 6 bombas y dos de respeto

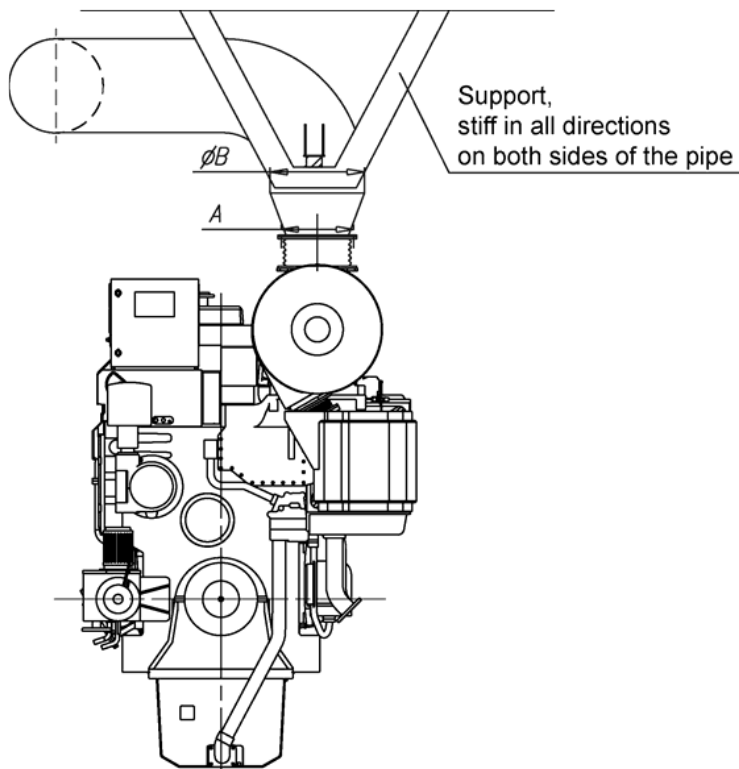
SISTEMA DE EXHAUSTACIÓN

Cada motor tiene su propio conducto de exhaustación.



- 1 Diesel engine
- 2 Exhaust gas bellows
- 3 Connection for measurement of back pressure
- 4 Transition piece
- 5 Drain with water trap, continuously open
- 6 Bilge
- 7 SCR
- 8 Urea injection unit (SCR)
- 9 CSS silencer element

PROYECTO	Página 158 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY	2019	



De la guía de proyecto del motor obtenemos el diámetro de la salida del turbo soplante del conducto

ϕ mm	1000
-----------	------

CONDUCTO DE EXHAUSTACIÓN

El conducto de exhaustación debe ser lo más corto posible y los codos y expansiones deben diseñarse y situarse de modo que se logre minimizar las pérdidas de carga. El fabricante de los motores nos recomienda que la velocidad de los gases de escape sea aproximadamente de 35... 40 m/s a plena carga.

PROYECTO	Página 159 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

El diámetro del conducto (D) se incrementa justo después de la turbo soplante. En los codos, el radio de curvatura no debe ser menor de 1,5D. Obtenemos un valor del diámetro necesario con la expresión que nos da el fabricante.

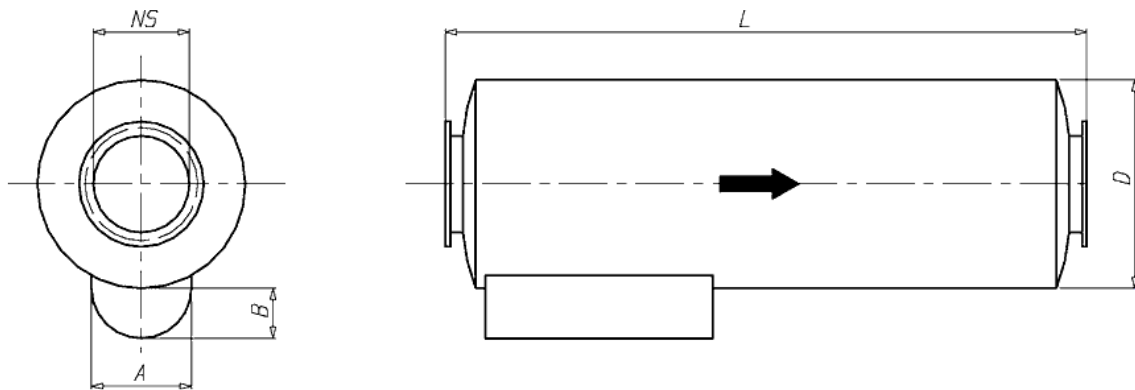
$$V = \frac{4\dot{m}}{1,3 \cdot \left(\frac{273}{273+T}\right) \cdot \pi \cdot D^2}$$

- V: velocidad de los gases de escape, m/s. 35 m/s
- M: flujo másico de los gases de escape. 11,0 kg/s a plena carga
- T: temperatura de los gases de escape. 380 °C a plena carga.

D(m)	1,15
------	------

SILENCIADORES

El silenciador consiste en amortiguar la transmisión de ruidos a la zona de habitación. Se instala lo recomendado por el fabricante.



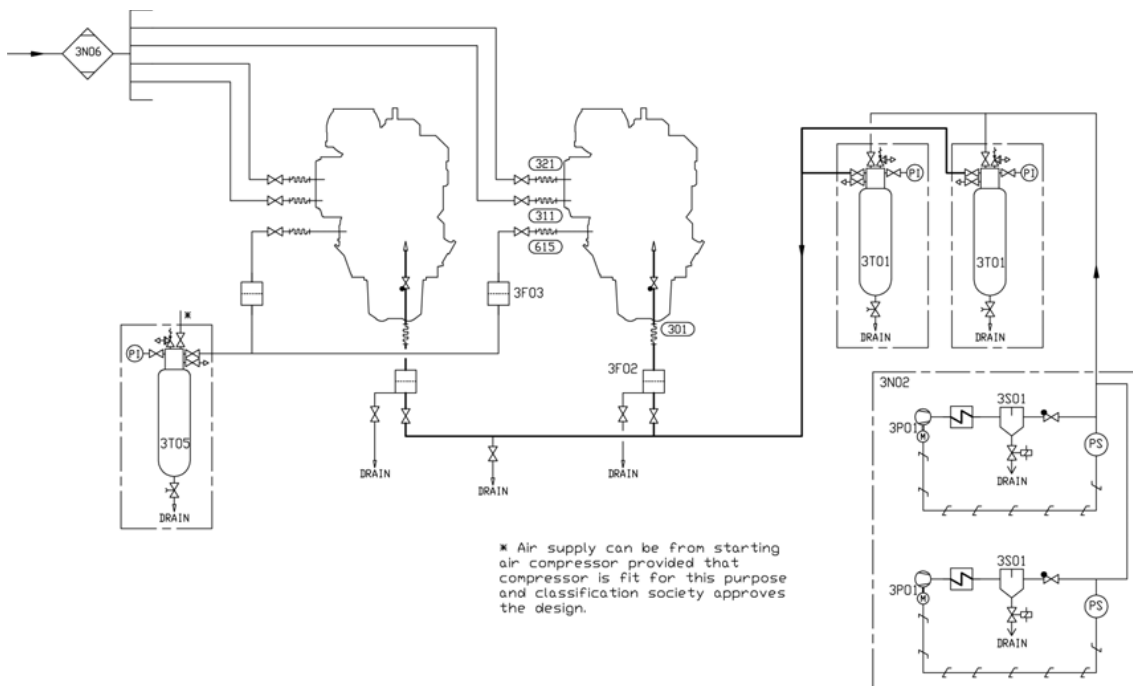
NS (mm)	1000
D (mm)	1900
A (mm)	870
B (mm)	330
Atenuación (dB)	35
L (mm)	7620
Peso (kg)	3730

PROYECTO	Página 160 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido se emplea para arrancar los motores y para proporcionar energía de arranque a dispositivos de seguridad y control. Por esto mediante unos compresores se llena unas botellas con aire comprimido a unos 30 bares. De las botellas parten varias tuberías a diferentes espacios del buque. Para accionar estos compresores se utilizan motores eléctricos alimentados por la propia corriente que general los moto generadores, cuyo arranque precisa de que exista aire comprimido en la botella.

El aire comprimido debe estar libre de partículas sólidas y de aceite.



PROYECTO	Página 161 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

System components:		Pipe connections:		Size L32	Size V32
3F02	Air filter (starting air inlet)	301	Starting air inlet	DN32	
3F03	Air filter (air assist inlet)	311	Control air to wastegate valve	OD08	OD10
3N02	Starting air compressor unit	321	Control air for pressure reducing device	OD08	OD10
3N06	Air dryer unit	615	Air inlet to air assist system	OD28	
3P01	Compressor (starting air compressor unit)				
3S01	Separator (starting air compressor unit)				
3T01	Starting air vessel				
3T05	Air bottle				

BOTELLAS DE AIRE DE ARRANQUE

Las botellas de aire de arranque se dimensionarán para una presión nominal de 30 bar. Su capacidad, que lo define el Lloyd's Register, deberá ser suficiente para permitir 6 arrancadas de los motores principales y 3 de los moto generadores.

El volumen total de aire de arranque requerido por los motores principales puede ser estimado:

$$V_R = \frac{p_E \cdot V_E \cdot n_{START} \cdot n_{MMPP}}{p_{R MAX} - p_{E MÍN}}$$

Donde:

V_{RMMPP} : Volumen requerido (30 bar)

p_E : presión atmosférica (en condiciones NTP, condiciones normales de presión y temperatura), 1,01 bar.

V_E : Consumo de aire por arranque, medido en condiciones normales de presión y temperatura. Cada motor consume 3,6 m3 por arranque

n_{START} : n° de arranques requerido por la sociedad de clasificación, 6.

n_{MMPP} : n° de MMPP, 4

$p_{R MAX}$: Máxima presión de arranque, 30 bar.

$p_{E MÍN}$: Mínima presión de arranque, 18 bar.

De igual manera se calcula el volumen necesario para los MMAA, pero se tiene en cuenta lo siguiente:

PROYECTO	Página 162 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

V_E : Consumo de aire por arranque, medido en condiciones normales de presión y temperatura.
Cada motor consume 0,4 m3 por arranque

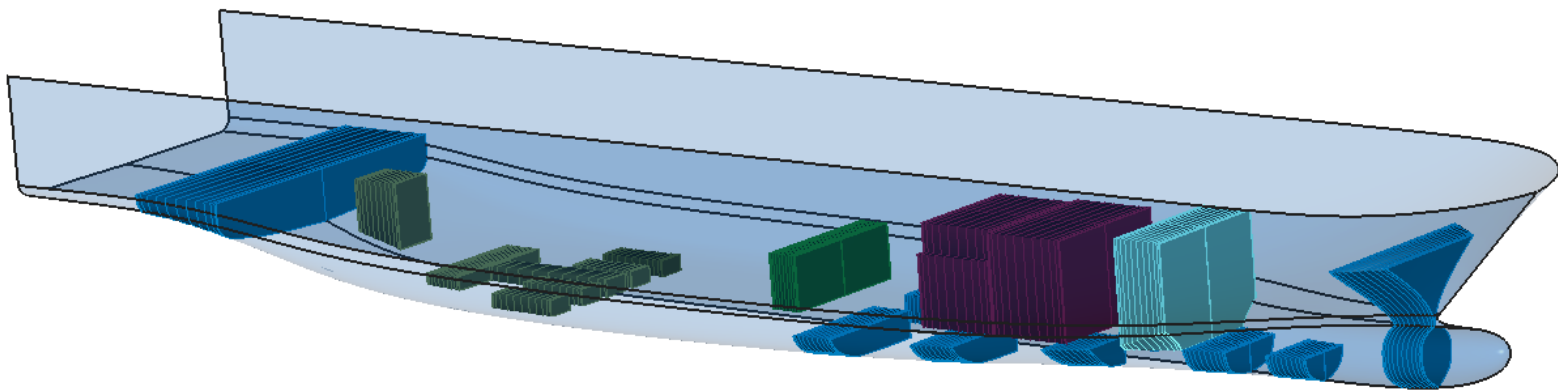
n_{START} : n° de arranques requerido por la sociedad de clasificación, 6.

n_{MMAA} : n° de MMAA, 4

Volumen requerido por los MMPP	7,27 m3
Volumen requerido por MMAA	0,404 m3
Volumen requerido total	7,67 m3
Volumen por botella	1 m3

El Lloyd's dispone en Pt.5, Cap.2, Sec. 8, que debe existir dos compresores con una capacidad conjunta talque sean capaces de llenar las botellas de aire comprimido en 1 hora a partir de aire a la presión atmosférica.

PROYECTO	Página 163 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 164 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

RESISTENCIA ESTRUCTURAL

PROYECTO	Página 165 de 326 2019	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a proceder a realizar el escantillonado de la Cuaderna Maestra, para lo cual se determina la disposición de la estructura del buque proyecto, que viene condicionada por los esfuerzos a los que se verá sometida durante su actividad, así como por los espacios de carga, el aprovechamiento de los mismos y el manejo de la carga.

Los esfuerzos que maneja un buque son debidos, principalmente, a la carga que transporta, la distribución de su propio peso, la acción de las olas y el viento y las inercias que aparecen debido a los movimientos del buque en la mar. Los efectos sobre la estructura deben evaluarse desde dos puntos de vista:

- ❖ Global, como buque-viga que debe resistir esfuerzos de flexión vertical, horizontal, transversal y de torsión.
- ❖ Local, centrándose en las cargas locales que deben soportar los elementos.

En el proceso de cálculo se seguirán las reglas y recomendaciones de la sociedad de clasificación, Lloyd's Register of shipping, que establece unos valores mínimos de espesores e inercias para los elementos estructurales.

PROYECTO	Página 166 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

CONCEPTOS

CUADERNA MAESTRA

La cuaderna maestra debe ser una cuaderna representativa de la estructura del buque. En nuestro caso, tomamos la **Cuaderna 74** como cuaderna maestra.

CUBIERTA RESISTENTE

La cubierta resistente es la cubierta continua más alta. En nuestro buque proyecto se ha considerado tomar la cubierta 5, situada a 13 m sobre la línea base, como cubierta resistente. Las cubiertas superiores no muestran continuidad a lo largo de toda la manga porque deben disponer de espacio a los costados para los botes salvavidas.

CALADO DE ESCANTILLONADO

La estructura del buque se va a determinar para un calado superior al de proyecto, llamado **calado de escantillonado**. Procediendo de este modo jugamos con un margen de error que nos es de utilidad, dado que el peso en rosca y la posición exacta del centro de gravedad no son conocidos hasta que se lleva a cabo la experiencia de estabilidad, una vez construido el buque.

Si cuando el buque ha sido construido el peso en rosca resulta superior al estimado durante el proyecto, puede aumentarse el calado para alcanzar el peso muerto contratado. En esta situación, si la estructura hubiera sido diseñada para trabajar al calado de proyecto, sería necesario reforzar todos los elementos estructurales para que fueran capaces de resistir las sollicitaciones originadas por el nuevo calado, lo que podría suponer un incumplimiento de contrato.

Considerando lo anterior, se decide tomar un calado de escantillonado 100 mm mayor que el calado de proyecto, es decir, 6000 mm. Teniendo en cuenta que se dispone de 24.919tons/cm de inmersión, esto supone 250 tns de margen para el peso en rosca resultante.

Este calado y su coeficiente de bloque correspondiente son los utilizados en los cálculos de resistencia estructural.

PROYECTO	Página 167 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

TIPO DE ESTRUCTURA EMPLEADA

DOBLE FONDO

El doble fondo tendrá estructura longitudinal para responder adecuadamente a la flexión del buque-viga y para facilitar la revisión de los tanques. Sus elementos primarios estructurales son **carlingas y varengas**.

Las varengas son planchas transversales y se situarán cada 4 claras de cuadernas, coincidiendo con una bulárcama, es decir, cada 3200 mm. Cuando coincidan con un mamparo estanco serán estancas, y aligeradas en caso contrario.

Las carlingas son planchas situadas en el sentido longitudinal. Serán situadas coincidiendo con los mamparos longitudinales de los tanques dispuestos en el doble fondo. Dependiendo de si coinciden o no con un mamparo estanco irán aligerados o no.

La estructura secundaria estará compuesta por los longitudinales de refuerzo de las planchas de fondo y doble fondo.

PANTOQUE

En esta zona se ha decidido optar por una **estructura transversal** para evitar los problemas que supondrían los esfuerzos longitudinales, dado que estos deberían seguir el afinamiento de formas a proa.

COSTADOS

Como en el caso anterior, el uso de elementos longitudinales se ve condicionado por las formas. Debido a ello se ha optado por una **estructura transversal hasta la cubierta principal**. Los elementos primarios serán los **palmejares**, dispuestos longitudinalmente, que irán apoyados en los mamparos. La estructura secundaria la compondrán las **cuadernas** (cada 800 mm), y las **bulárcamas** (cada 3200 mm).

CUBIERTAS

La estructura será del tipo **longitudinal**, porque ofrece un comportamiento muy efectivo frente a la flexión del buque-viga, y porque además facilitará el tendido de tuberías, conductos de aire acondicionado y el cableado eléctrico.

La estructura primaria está formada por los **baos reforzados**, que estarán soportados en ocasiones por puntales, y la secundaria, por los **longitudinales**. Los baos proporcionan apoyo a los cables, tuberías y conductos que van por los techos. Existirán además esloras, que permitirán distribuir las cargas de los baos.

PROYECTO	Página 168 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

A priori el único material a considerar será el acero. Aunque utilizar aluminio en la superestructura supondría un ahorro de peso, las complicaciones que conlleva su soldadura con el acero o la posibilidad de aluminotermia en caso de incendio, lo que obliga a aislarlo convenientemente, desechan por ahora esa posibilidad.

El reglamento de Lloyd's Register of Shipping proporcionara una relación de los diferentes tipos de acero por resistencia y grado, viniendo determinado el tipo a utilizar dependiendo de la categoría de la parte de la estructura y del espesor de chapa requerido.

La decisión del acero a seleccionar corresponde al proyectista. Este deberá tener en cuenta las ventajas e inconvenientes que reporta utilizar aceros de alta resistencia. Si bien permiten ahorrar hasta un 30% del peso, suponen:

- ❖ Un mayor coste.
- ❖ Menores espesores, lo que se supone unas flechas mayores en comparación con el acero normal, y que el porcentaje del espesor que debe dejarse para prevenir pérdidas por corrosión es mayor que en el caso de otros aceros de menor resistencia.
- ❖ La necesidad de una soldadura más cuidadosa.
- ❖ La posibilidad de no encontrar planchas del material requerido en algún lugar del mundo donde surja la necesidad

Considerando estos inconvenientes, se decide optar por hacer uso del acero **ASTM A131 de 235 N/mm² grado A**

PROYECTO	Página 169 de 326 2019	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

MOMENTOS FLECTORES Y ESFUERZOS CORTANTES

SOLICITACIONES DEBIDO A LA OLA

Momento flector debidos a la ola

El reglamento del Lloyd's Register of Shipping proporciona la siguiente ley de distribución de momentos flectores máximos producidos por el oleaje (Pt. 3, Cap. 4, Sec. 5.2) Esta sección se aplica a buques con formas simples. Para Ferries aplicamos. (Pt. 4, Cap. 2, Sec. 2.4)

$$M_W = f_1 \cdot f_2 \cdot C_2 M_{W0} (kNm)$$

Donde:

$$M_{W0} = 0,1 \cdot C_1 \cdot L^2 \cdot B_{WL} \cdot (C_b + 0,7) (kNm)$$

- L (m) es la distancia al nivel de la flotación del calado de verano, desde la cara de proa de la roda a la cara de la popa del codaste, o al eje de la mecha del timón si no hay codaste popel.
- B (m) es la manga de trazado.
- $C_1 = 10,75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{1,5}$, debido a que nuestra eslora está entre 90 y 300 m.
- C_2 , factor de distribución longitudinal, al cual depende de la posición de la sección: 1 entre el 40 % y el 65% de la eslora y 0 en los extremos. En posiciones intermedias se debe interpolar.
- C_b , es el coeficiente de bloque calculado con el valor de L que acabamos de determinar, con el calado de escantillonado definido previamente y con el desplazamiento correspondiente a ese calado.

Parámetro	Valor
L (m)	122,374
B(m)	23,552
T (m) (calado de escantillonado)	6
Desplazamiento (tons) (para el calado de escantillonado)	10676
Cb	0,616
C1	8,382

$$M_{W0} = 389084,6 \text{ kNm}$$

- f_1 es el factor de servicio del buque. Dado que no se especifica ninguna restricción en la navegación de nuestro buque proyecto, se tomará el valor de 1.
- f_2 es un factor de corrección de pendiente de las formas a popa y a proa:
 - Para arrufo: $f_{fS} = -1,10$ cuando $R_A \leq 1,0$

PROYECTO	Página 170 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- Para arrufo: $f_{fS} = -1,10 \cdot R_A^{0,3}$ cuando $R_A > 1,0$
- Para quebranto: $f_{fH} = \frac{1,9 \cdot C_B}{C_B + 0,7}$

Donde $R_A = \frac{30 \cdot (A_{BF} + 0,5A_{SF})}{L \cdot B_{WL}}$

R_A es el factor de relación de area

A_{BF} = es area flare de proa en m²

A_{SF} = es area flare de popa en m²

Si

$$A_{BF} = A_{UB} - A_{LB} \text{ m}^2$$

Donde

A_{UB} = son las areas que se marcan en el gráfico de abajo

A_{LB} = son las areas que se marcan en el gráfico de abajo
forward of 0,8L from the AP

$$T_{C,U} = T + \left(\frac{C_1}{2}\right)m$$

$$T_{C,U} = 10,15805 \text{ m}$$

$$A_{BF} = 112,6 \text{ m}^2$$

Si

$$A_{SF} = A_{US} - A_{LS} \text{ m}^2$$

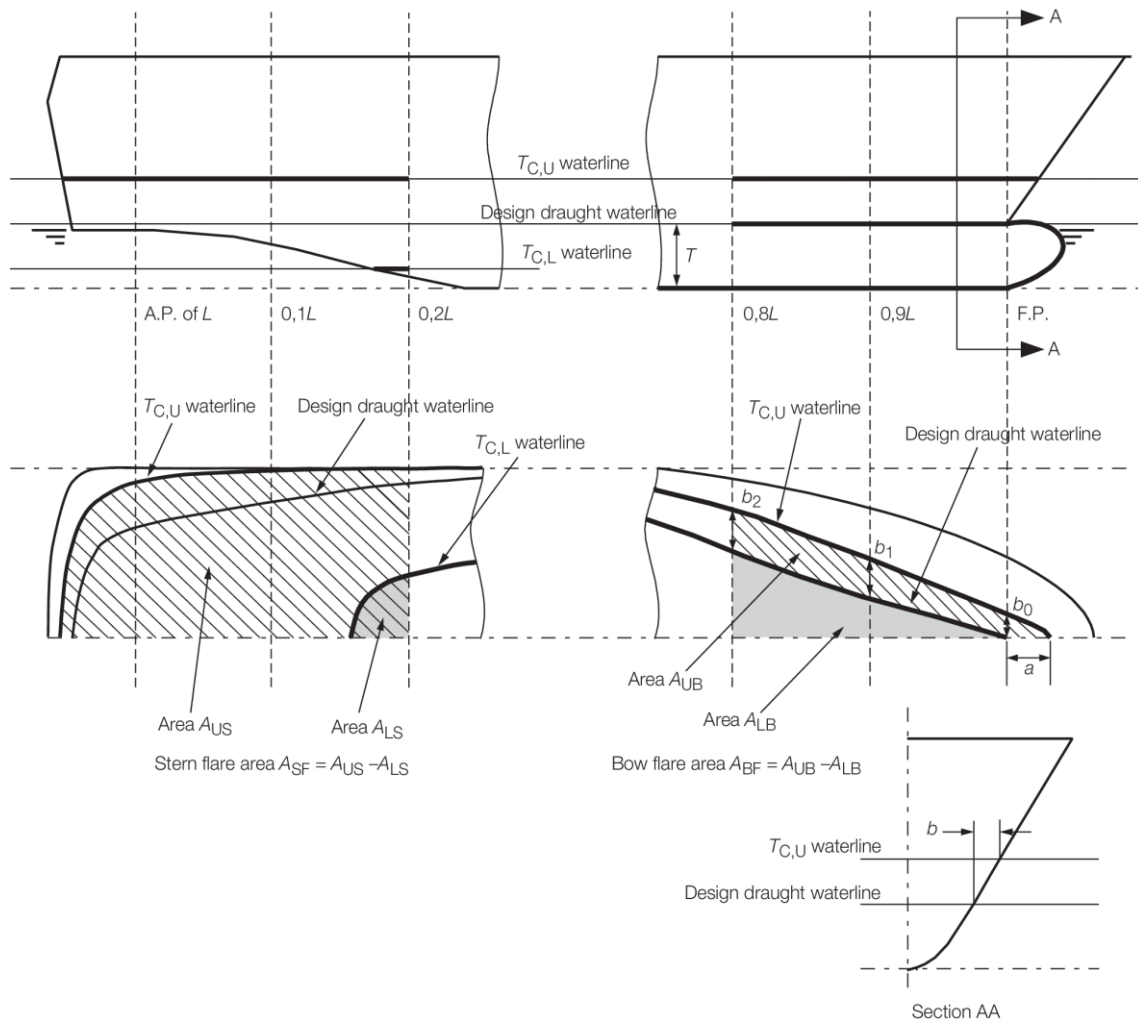
A_{US} = son las areas que se marcan en el gráfico de abajo

A_{LS} = son las areas que se marcan en el gráfico de abajo

$$T_{C,L} = T - \left(\frac{C_1}{2}\right)m$$

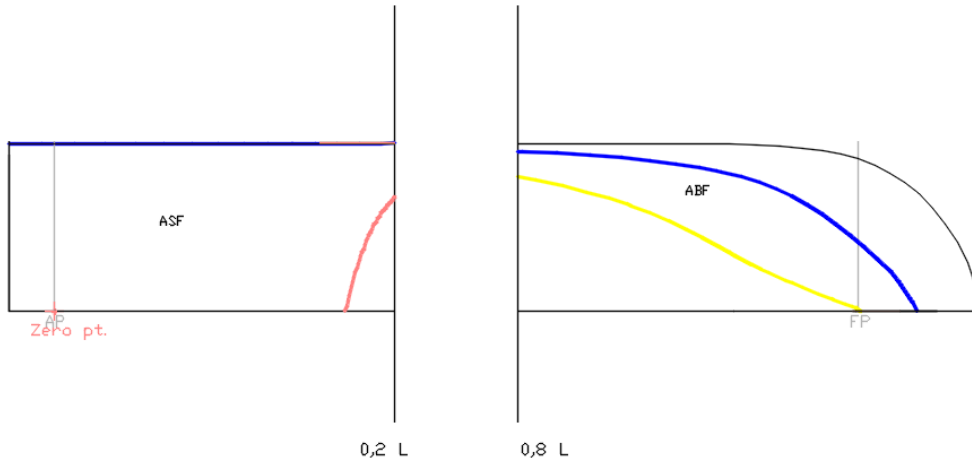
$$A_{SF} = 300,07 \text{ m}^2$$

PROYECTO	Página 171 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Dibujamos la diferencias de area

PROYECTO	Página 172 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Obtenemos:

$$R_A = 2,809$$

C2

$$0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,4 \quad \text{Se interpola}$$

$$0,4 \leq \frac{x}{L} \leq 0,65 \quad 1$$

$$0,65 \leq \frac{x}{L} \leq 1 \quad \text{Se interpola}$$

Parámetro	Valor
Mwo	365372,1
f1	1
f2(Arrufo)	-1,49967
f2(quebranto)	0,88936
Mw máximo (kNm)(arrufo)	-547938,9
Mw máximo (kNm)(quebranto)	324948

Ahora hay que encontrar la función de C2 interpolando

Para arrufo

$$C_2 = 2,5 \cdot \frac{X}{L} \quad \text{para} \quad \frac{X}{L} \leq 0,4$$

PROYECTO	Página 173 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$M_W = f_1 \cdot f_2 \cdot C_2 M_{W0} (kNm)$$

$$M_W = -547938,9 \cdot C_2 (kNm)$$

$$M_W = -547938,9 \cdot 2,5 \cdot \frac{X}{L} (kNm)$$

$$M_W = -1369847,35 \cdot \frac{X}{L} (kNm)$$

$$C_2 = -2,857 \cdot \frac{X}{L} + 2,857 \text{ para } \frac{X}{L} \geq 0,65 \quad (\text{Ecuación de la recta de } c_2)$$

$$M_W = -547938,9 \cdot \left(-2,857 \cdot \frac{X}{L} + 2,857 \right) (kNm)$$

$$M_W = 1565461,437 \frac{X}{L} - 1565461,437 (kNm) \text{ para } \frac{X}{L} \geq 0,65$$

Para quebranto

El coeficiente C2 es el mismo. Solo varia el momento

$$C_2 = 2,5 \cdot \frac{X}{L} \text{ para } \frac{X}{L} \leq 0,4$$

$$M_W = f_1 \cdot f_2 \cdot C_2 M_{W0} (kNm)$$

$$M_W = 324948 \cdot C_2 (kNm)$$

$$M_W = 324948 \cdot 2,5 \cdot \frac{X}{L} (kNm)$$

$$M_W = 812370 \frac{X}{L} (kNm) \text{ para } \frac{X}{L} \leq 0,4$$

$$C_2 = -2,857 \cdot \frac{X}{L} + 2,857 \text{ para } \frac{X}{L} \geq 0,65 \quad (\text{Ecuación de la recta de } c_2)$$

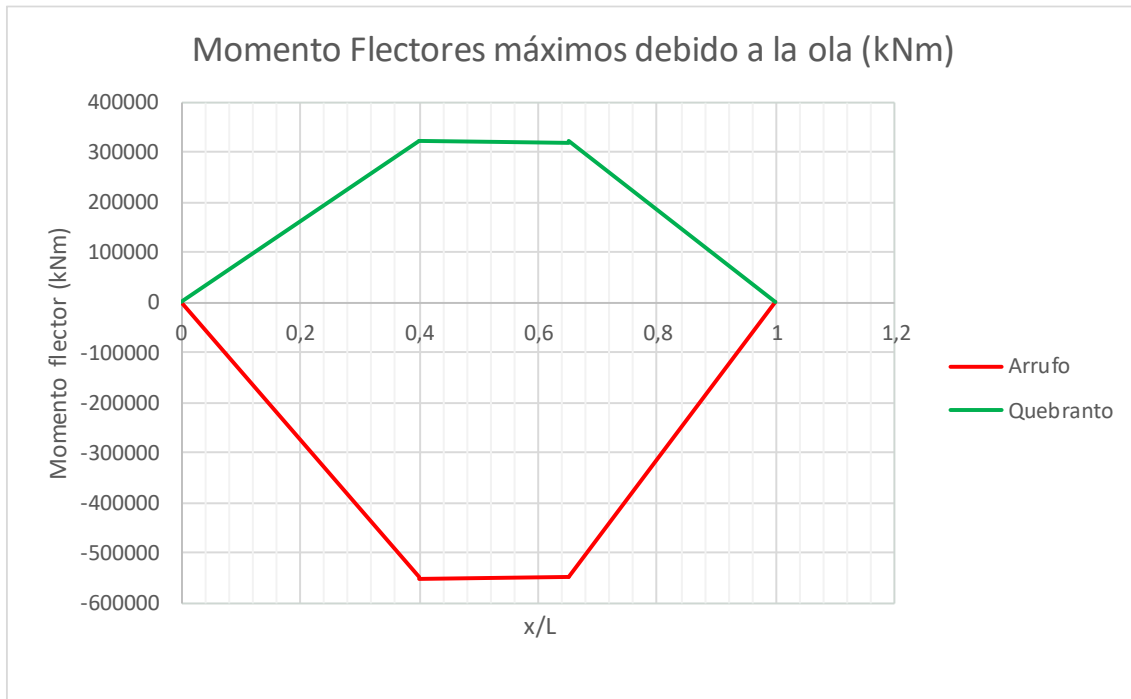
$$M_W = 324948 \cdot \left(-2,857 \cdot \frac{X}{L} + 2,857 \right) (kNm)$$

$$M_W = -928376,436 \frac{X}{L} + 928376,436 (kNm) \text{ para } \frac{X}{L} \geq 0,65$$

Arrufo	Quebranto
Mw	Mw
0	0
-136984,735	81237
-273969,47	162474
-410954,205	243711
-547938,94	324948
-547911,503	324931,753

PROYECTO	Página 174 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

	-
156546,1437	92837,6436
0	0



Esfuerzos cortantes debido a la ola

Se obtiene a partir de la expresión (Pt. 4, Cap. 2, Sec. 2.5)

$$Q_W = K_f \cdot K_2 \cdot Q_{W0} \text{ (kN)}$$

Si:

$$\text{➤ } Q_{W0} = 0,3 \cdot C_1 \cdot L \cdot B \cdot (C_B + 0,7)$$

$$Q_{W0} = \mathbf{30688,0655 \text{ kN}}$$

➤ K_f es función de la posición respecto del extremo de popa de L:

- Para esfuerzos cortantes positivos:

Kf	
0	$\frac{X}{L} = 0$
$0,836 \cdot f_{fH}$	$0,2 < \frac{X}{L} < 0,3$
0,7	$\frac{X}{L} = 0,4$
$-0,65 \cdot f_{fS}$	$\frac{X}{L} = 0,6$
$-0,914 \cdot f_{fS}$	$0,7 < \frac{X}{L} < 0,85$
0	$\frac{X}{L} = 1$

- Para esfuerzos negativos:

Kf	
0	$\frac{X}{L} = 0$

$$0,836 \cdot f_{fS} \quad 0,15 < \frac{X}{L} < 0,3$$

$$0,65 \cdot f_{fS} \quad \frac{X}{L} = 0,4$$

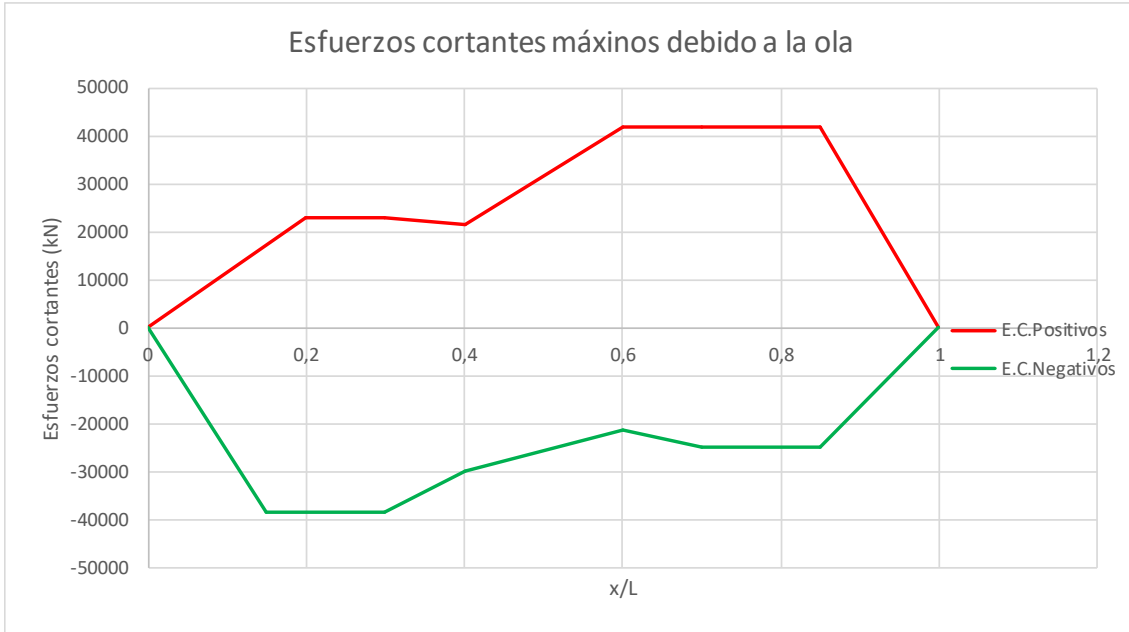
$$-0,7 \quad \frac{X}{L} = 0,6$$

$$-0,91 \cdot f_{fH} \quad 0,7 < \frac{X}{L} < 0,85$$

$$0 \quad \frac{X}{L} = 1$$

- K_2 toma el valor de 1,0 pues nuestro buque proyecto puede navegar en aguas no restringidas.

Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
Kf	Kf	X/L	X/L	Qw	Qw
0	0	0	0	0	0
0,743506	-1,253727114	0,2	0,15	22816,77	-38474,5
0,743506	-1,253727114	0,3	0,3	22816,77	-38474,5
0,7	-0,974787828	0,4	0,4	21481,65	-29914,4
1,364703	-0,7	0,6	0,6	41880,09	-21481,6
1,364703	-0,809319149	0,7	0,7	41880,09	-24836,4
1,364703	-0,809319149	0,85	0,85	41880,09	-24836,4
0	0	1	1	0	0



CONDICIÓN EN AGUAS TRANQUILAS

MOMENTOS FLECTOR EN AGUAS TRANQUILAS

El momento flector en aguas tranquilas es el máximo momento flector obtenido en las condiciones de carga, y debe satisfacer la siguiente condición. Pt. 3, Cap.4, Sec. 5.3

$$|M| \leq \overline{|M_s|}$$

Donde $\overline{|M_s|}$ tiene que ser tomado como el menor de los siguientes valores:

- $\overline{|M_s|} = F_D \cdot \sigma \cdot Z_D \times 10^3 - \overline{|M_W|} \text{ kNm}$ para la cubierta.
- $\overline{|M_s|} = F_B \cdot \sigma \cdot Z_B \times 10^3 - \overline{|M_W|} \text{ kNm}$ para el fondo.

Si:

- $\overline{|M_W|}$: momento flector máximo producido por el oleaje.

PROYECTO	Página 178 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $\sigma \left(\frac{N}{mm^2} \right)$: esfuerzo permisible combinado (de aguas tranquilas y oleaje), el valor depende de la posición a lo largo de la eslora:

❖ Dentro del 40% central de la eslora: $\sigma = \frac{175}{k_L} \left(\frac{N}{mm^2} \right)$:

Donde x es la posición de la sección transversal respecto de la perpendicular que convenga y KI es un factor que expresa el grado de alta resistencia del acero, tomando en nuestro caso un valor igual a 1

- Z_B y Z_D son los módulos resistentes de las secciones de las cubiertas y del fondo que determinamos en breve abajo.

- $Z_B = 45,31 m^3$

- $Z_D = 18,27 m^3$

Zb (m3)	45,31	Fd	0,67
Zd (m3)	18,27	Fb	0,67
σ /N/mm2)	175		
Mw máximo (kNm)(arrufo)	-547938,897		
Mw máximo (kNm)(quebranto)	324947,9597		

Arrufo		Quebranto	
/Ms/ kNm	1594218,603 Para la cubierta	/Ms/ kNm	1817210 Para la cubierta
/Ms/ kNm	4764658,603 Para en el fondo	/Ms/ kNm	4987650 Para en el fondo

Entonces el momento flector mínimo permitido debe ser menor que :

Arrufo		Quebranto	
/Ms/ kNm	1594218,603	/Ms/ kNm	1817210

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA RESISTENCIA LONGITUDINAL

MÓDULO RESISTENTE MÍNIMO DE LA SECCIÓN MAESTRA

El módulo resistente según el eje neutro transversal de la sección maestra no debe ser menor que el siguiente valor. Pt. 3, Cap.4, Sec. 5.5

- $Z_{min} = f_1 \cdot k_L \cdot C_1 \cdot L^2 \cdot B \cdot (Cb + 0,7) \times 10^{-6} \text{ m}^3$

Donde:

L (m)	119,06
B (m)	23,552
Cb	0,616
k	1
C1	8,316104773
f1	1
Z_{MÍN1} (m3)	2,54316755

COMPROBACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA SECCIÓN MAESTRA

Para determinar los valores propios de la cuaderna maestra se determina para cada elemento que forma parte de ella su área y su momento de inercia con respecto al eje neutro inicial, el cual tomamos como una línea horizontal que pasa por la mitad del espesor de la quilla. Dada la simetría de la sección, sólo se ha considerado la mitad de la cuaderna y se han multiplicado por dos los resultados que no se calcula la otra banda, para obtener los resultados finales de la sección.

En los cálculos he considerado para cada elemento los siguientes valores:

- ❖ Área transversal de cada elemento estructural
- ❖ Distancia del centro de gravedad del elemento al eje neutro inicial
- ❖ Los momentos estaticos
- ❖ El momento de inercia de cada elemento respecto al eje horizontal que pasa por su centro de gravedad.
- ❖ El momento de inercia de cada elemento respecto al eje neutro inicial, $I_T = I_{cm} + AD^2$. Aplicamos el Teorema de Steiner

PROYECTO	Página 180 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

A partir de estos datos se obtienen los siguientes resultados:

- ❖ Área de la cuaderna maestra
- ❖ Distancia del eje neutro al eje neutro tomado inicialmente, D.
- ❖ Momento de inercia de la sección respecto al eje neutro inicial
- ❖ Momento de inercia de la sección respecto al eje neutro real, obtenido mediante la aplicación del Teorema de Steiner
- ❖ Módulos resistentes de la cubierta resistente y del fondo.

CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA SECCION MEDIA DEL BUQUE

ÚLTIMA CUBIERTA

Area total	Centro de gravedad respecto a crujía	Centro de gravedad respecto a la línea base	Momento de inercia total respecto al eje neutro	Distancia de la chapa mas alejada al eje neutro	Módulo resistente total de la sección media	
At	KZ	KG	Itzz	Ymax	Wzz	Wzz
<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>cm4</i>	<i>cm</i>	<i>cm3</i>	<i>m3</i>
1751396	0	10706,46	1,96E+10	1331,87	14690086	14,69009

CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA SECCION MEDIA DEL BUQUE

CUBIERTA RESISTENTE

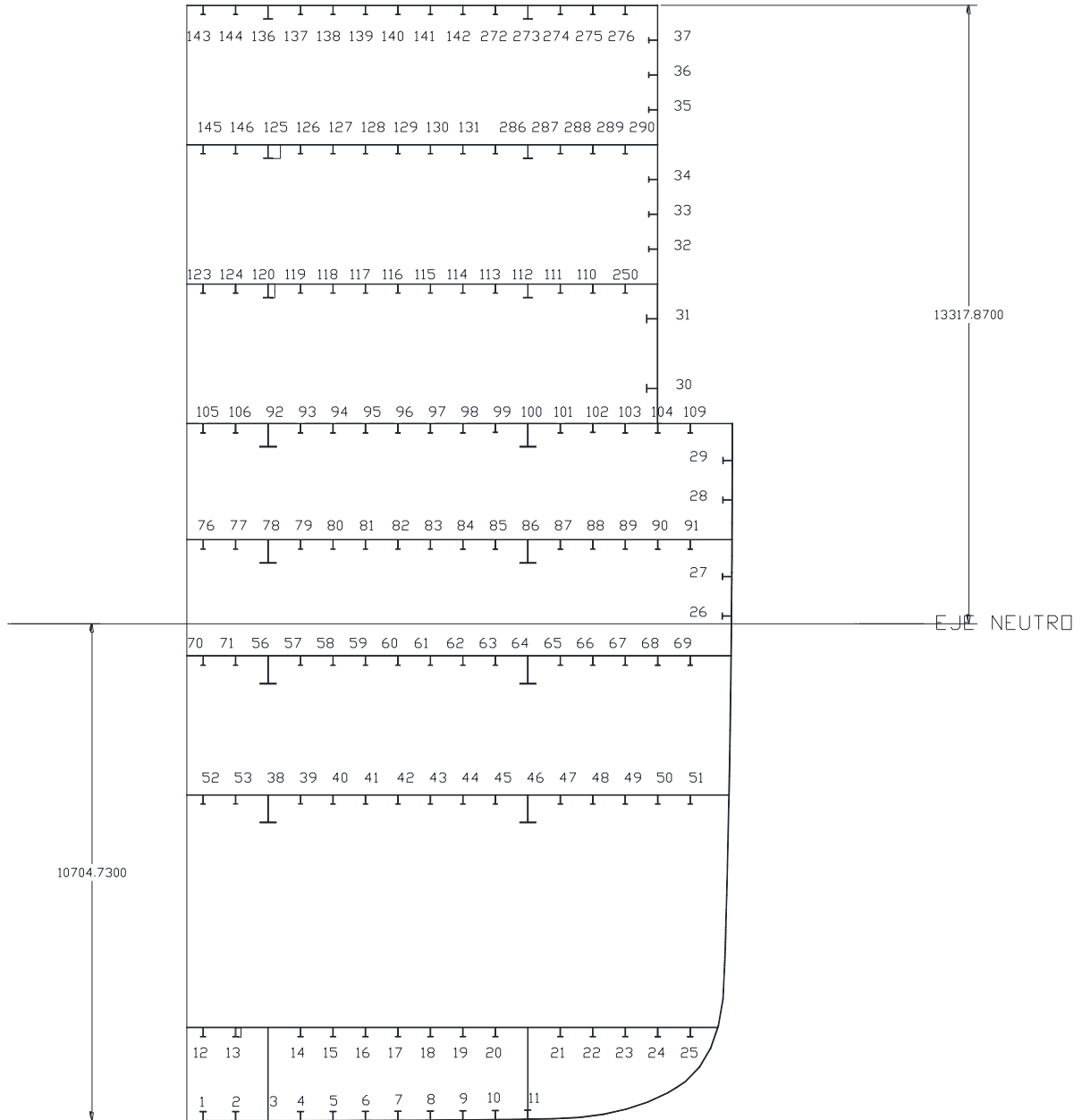
Area total	Centro de gravedad respecto a crujía	Centro de gravedad respecto a la línea base	Momento de inercia total respecto al eje neutro	Distancia de la chapa mas alejada al eje neutro	Módulo resistente total de la sección media	
At	KZ	KG	Itzz	Ymax	Wzz	Wzz
<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>cm4</i>	<i>cm</i>	<i>cm3</i>	<i>m3</i>
1751396	0	10706,46	1,96E+10	431,8	45310988,4	45,31

CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA SECCION MEDIA DEL BUQUE

FONDO

Area total	Centro de gravedad respecto a crujía	Centro de gravedad respecto a la línea base	Momento de inercia total respecto al eje neutro	Distancia de la chapa mas alejada al eje neutro	Módulo resistente total de la sección media	
At	KZ	KG	Itzz	Ymax	Wzz	Wzz
<i>m</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>cm4</i>	<i>cm</i>	<i>cm3</i>	<i>m3</i>
1751396	0	10706,46	1,96E+10	1070,47	18277284,6	18,27

Comprobamos que el MODULO RESISTENTE DE LA SECCIÓN MEDIA cumple con lo previamente calculado.



CALCULO Del MÓDULO RESISTENTE TOTAL DE LA SECCIÓN MEDIA
Cálculo de los elementos longitudinales

REFUERZOS	AREA	CG Crujía	CG altura	CG Crujía	CG altura	AREA x KG	Izz CM	D	AxD2	Itotalzz
Estribor	mm2	KZ (m)	KY (m)	KZ (mm)	KY (mm)	mm2*mm	cm4	mm	cm4	cm4
Stringer 1	4750	0,35	1,4736	350	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 2	4750	1,05	1,4736	1050	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 4	4750	1,75	1,4736	1750	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 5	4750	2,45	1,4736	2450	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 6	4750	3,15	1,4736	3150	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 7	4750	3,85	1,4736	3850	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 8	4750	4,55	1,4736	4550	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 9	4750	5,25	1,4736	5250	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 10	4750	5,95	1,4736	5950	1473,6	6999600	1958,801	9232,863	40491733	40493692
Stringer 12	4470	0,35	1,876	350	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 13	4470	1,05	1,876	1050	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 14	4470	2,45	1,876	2450	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 15	4470	3,15	1,876	3150	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 16	4470	3,85	1,876	3850	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 17	4470	4,55	1,876	4550	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 18	4470	5,25	1,876	5250	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 19	4470	5,95	1,876	5950	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 20	4470	6,65	1,876	6650	1876	8385720	1855,692	8830,463	34855751	34857606
Stringer 21	4470	8,05	1,872	8050	1872	8367840	1855,692	8834,463	34887336	34889191

PROYECTO	Página 183 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

<i>Stringer 22</i>	4470	8,75	1,872	8750	1872	8367840	1855,692	8834,463	34887336	34889191
<i>Stringer 23</i>	4470	9,45	1,872	9450	1872	8367840	1855,692	8834,463	34887336	34889191
<i>Stringer 24</i>	4470	10,15	1,872	10150	1872	8367840	1855,692	8834,463	34887336	34889191
<i>Stringer 25</i>	4470	10,85	1,872	10850	1872	8367840	1855,692	8834,463	34887336	34889191
<i>Stringer 52</i>	2900	0,35	6,873	350	6873	19931700	1227,589	3833,463	4261676	4262904
<i>Stringer 53</i>	2900	1,05	6,873	1050	6873	19931700	1227,589	3833,463	4261676	4262904
<i>Stringer 39</i>	2900	2,45	6,876	2450	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 40</i>	2900	3,15	6,876	3150	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 41</i>	2900	3,85	6,876	3850	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 42</i>	2900	4,55	6,876	4550	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 43</i>	2900	5,25	6,876	5250	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 44</i>	2900	5,95	6,876	5950	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 45</i>	2900	6,65	6,876	6650	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 47</i>	2900	8,05	6,876	8050	6876	19940400	1227,589	3830,463	4255009	4256236
<i>Stringer 48</i>	2900	8,75	6,875	8750	6875	19937500	1227,589	3831,463	4257231	4258458
<i>Stringer 49</i>	2900	9,45	6,875	9450	6875	19937500	1227,589	3831,463	4257231	4258458
<i>Stringer 50</i>	2900	10,15	6,875	10150	6875	19937500	1227,589	3831,463	4257231	4258458
<i>Stringer 51</i>	2900	10,85	6,874	10850	6874	19934600	1227,589	3832,463	4259453	4260681
<i>Stringer 70</i>	2900	0,35	9,873	350	9873	28631700	1227,589	833,4627	201451,4	202679
<i>Stringer 71</i>	2900	1,05	9,873	1050	9873	28631700	1227,589	833,4627	201451,4	202679
<i>Stringer 57</i>	2900	2,45	9,877	2450	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 58</i>	2900	3,15	9,877	3150	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 59</i>	2900	3,85	9,877	3850	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 60</i>	2900	4,55	9,877	4550	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 61</i>	2900	5,25	9,877	5250	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750

<i>Stringer 62</i>	2900	5,95	9,877	5950	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 63</i>	2900	6,65	9,877	6650	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 65</i>	2900	8,05	9,877	8050	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 66</i>	2900	8,75	9,877	8750	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 67</i>	2900	9,45	9,877	9450	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 68</i>	2900	10,15	9,877	10150	9877	28643300	1227,589	829,4627	199522,4	200750
<i>Stringer 69</i>	2900	10,85	9,874	10850	9874	28634600	1227,589	832,4627	200968,3	202195,9
<i>Stringer 76</i>	2900	0,35	12,373	350	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 77</i>	2900	1,05	12,373	1050	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 79</i>	2900	2,45	12,373	2450	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 80</i>	2900	3,15	12,373	3150	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 81</i>	2900	3,85	12,373	3850	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 82</i>	2900	4,55	12,373	4550	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 83</i>	2900	5,25	12,377	5250	12377	35893300	1227,589	1670,537	809301,5	810529,1
<i>Stringer 84</i>	2900	5,95	12,375	5950	12375	35887500	1227,589	1668,537	807364,9	808592,5
<i>Stringer 85</i>	2900	6,65	12,373	6650	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 87</i>	2900	8,05	12,375	8050	12375	35887500	1227,589	1668,537	807364,9	808592,5
<i>Stringer 88</i>	2900	8,75	12,375	8750	12375	35887500	1227,589	1668,537	807364,9	808592,5
<i>Stringer 89</i>	2900	9,45	12,375	9450	12375	35887500	1227,589	1668,537	807364,9	808592,5
<i>Stringer 90</i>	2900	10,15	12,379	10150	12379	35899100	1227,589	1672,537	811240,5	812468,1
<i>Stringer 91</i>	2900	10,85	12,373	10850	12373	35881700	1227,589	1666,537	805430,5	806658,1
<i>Stringer 105</i>	2900	0,35	14,875	350	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 106</i>	2900	1,05	14,875	1050	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 93</i>	2900	2,45	14,872	2450	14872	43128800	1227,589	4165,537	5031993	5033221
<i>Stringer 94</i>	2900	3,15	14,875	3150	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472

<i>Stringer 95</i>	2900	3,85	14,872	3850	14872	43128800	1227,589	4165,537	5031993	5033221
<i>Stringer 96</i>	2900	4,55	14,875	4550	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 97</i>	2900	5,25	14,872	5250	14872	43128800	1227,589	4165,537	5031993	5033221
<i>Stringer 98</i>	2900	5,95	14,875	5950	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 99</i>	2900	6,65	14,875	6650	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 101</i>	2900	8,05	14,875	8050	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 102</i>	2900	8,75	14,875	8750	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 103</i>	2900	9,45	14,875	9450	14875	43137500	1227,589	4168,537	5039244	5040472
<i>Stringer 104</i>	2900	10,15	14,872	10150	14872	43128800	1227,589	4165,537	5031993	5033221
<i>Stringer 109</i>	2900	10,85	14,872	10850	14872	43128800	1227,589	4165,537	5031993	5033221
<i>Stringer 123</i>	2900	0,35	17,872	350	17872	51828800	1227,589	7165,537	14890028	14891256
<i>Stringer 124</i>	2900	1,05	17,872	1050	17872	51828800	1227,589	7165,537	14890028	14891256
<i>Stringer 113</i>	2900	6,625	17,62	6625	17620	51098000	1227,589	6913,537	13861130	13862357
<i>Stringer 114</i>	2900	5,989	17,615	5989	17615	51083500	1227,589	6908,537	13841088	13842315
<i>Stringer 115</i>	2900	5,357	17,617	5357	17617	51089300	1227,589	6910,537	13849103	13850330
<i>Stringer 116</i>	2900	4,741	17,886	4741	17886	51869400	1227,589	7179,537	14948269	14949497
<i>Stringer 117</i>	2900	4,13	17,887	4130	17887	51872300	1227,589	7180,537	14952434	14953661
<i>Stringer 118</i>	2900	3,15	17,944	3150	17944	52037600	1227,589	7237,537	15190765	15191992
<i>Stringer 119</i>	2900	2,45	17,944	2450	17944	52037600	1227,589	7237,537	15190765	15191992
<i>Stringer 110</i>	2900	8,846	17,893	8846	17893	51889700	1227,589	7186,537	14977432	14978660
<i>Stringer 111</i>	2900	8,205	17,887	8205	17887	51872300	1227,589	7180,537	14952434	14953661
<i>Stringer 250</i>	2900	9,45	17,873	9450	17873	51831700	1227,589	7166,537	14894185	14895412
<i>Stringer 145</i>	2900	0,35	23,873	350	23873	69231700	1227,589	13166,54	50273735	50274962
<i>Stringer 146</i>	2900	1,05	23,873	1050	23873	69231700	1227,589	13166,54	50273735	50274962
<i>Stringer 126</i>	2900	2,45	20,873	2450	20873	60531700	1227,589	10166,54	29973960	29975187

PROYECTO	Página 186 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

<i>Stringer 127</i>	2900	3,276	20,878	3276	20878	60546200	1227,589	10171,54	30003450	30004677
<i>Stringer 128</i>	2900	3,939	20,878	3939	20878	60546200	1227,589	10171,54	30003450	30004677
<i>Stringer 129</i>	2900	4,607	20,57	4607	20570	59653000	1227,589	9863,537	28213917	28215144
<i>Stringer 130</i>	2900	5,282	20,614	5282	20614	59780600	1227,589	9907,537	28466196	28467423
<i>Stringer 131</i>	2900	5,95	20,609	5950	20609	59766100	1227,589	9902,537	28437471	28438699
<i>Stringer 286</i>	2900	6,888	20,719	6888	20719	60085100	1227,589	10012,54	29072762	29073990
<i>Stringer 288</i>	2900	8,23	20,889	8230	20889	60578100	1227,589	10182,54	30068379	30069607
<i>Stringer 289</i>	2900	8,75	20,874	8750	20874	60534600	1227,589	10167,54	29979856	29981084
<i>Stringer 290</i>	2900	9,45	20,873	9450	20873	60531700	1227,589	10166,54	29973960	29975187
<i>Stringer 143</i>	2900	0,35	23,88	350	23880	69252000	1227,589	13173,54	50327205	50328432
<i>Stringer 144</i>	2900	1,05	23,88	1050	23880	69252000	1227,589	13173,54	50327205	50328432
<i>Stringer 137</i>	2900	2,45	23,873	2450	23873	69231700	1227,589	13166,54	50273735	50274962
<i>Stringer 138</i>	2900	3,276	23,878	3276	23878	69246200	1227,589	13171,54	50311925	50313152
<i>Stringer 139</i>	2900	3,939	23,88	3939	23880	69252000	1227,589	13173,54	50327205	50328432
<i>Stringer 140</i>	2900	4,943	23,887	4943	23887	69272300	1227,589	13180,54	50380704	50381931
<i>Stringer 141</i>	2900	5,56	23,884	5560	23884	69263600	1227,589	13177,54	50357772	50359000
<i>Stringer 142</i>	2900	6,172	23,88	6172	23880	69252000	1227,589	13173,54	50327205	50328432
<i>Stringer 272</i>	2900	6,963	23,889	6963	23889	69278100	1227,589	13182,54	50395994	50397222
<i>Stringer 274</i>	2900	8,05	23,873	8050	23873	69231700	1227,589	13166,54	50273735	50274962
<i>Stringer 275</i>	2900	8,75	23,874	8750	23874	69234600	1227,589	13167,54	50281371	50282599
<i>Stringer 276</i>	2900	9,45	23,873	9450	23873	69231700	1227,589	13166,54	50273735	50274962
<i>Stringer 26</i>	4750	11,4	10,85	11400	10850	51537500	325,4697	143,5373	9786,408	10111,88
<i>Stringer 27</i>	4750	11,4	11,7	11400	11700	55575000	325,4697	993,5373	468880,3	469205,8
<i>Stringer 28</i>	4750	11,4	13,35	11400	13350	63412500	325,4697	2643,537	3319438	3319763
<i>Stringer 29</i>	4750	11,4	14,2	11400	14200	67450000	325,4697	3493,537	5797281	5797607

PROYECTO	Página 187 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

<i>Stringer 30</i>	6150	10,15	15,75	10150	15750	96862500	735,4687	5043,537	15643920	15644656
<i>Stringer 31</i>	6150	10,15	17,25	10150	17250	1,06E+08	735,4687	6543,537	26332997	26333732
<i>Stringer 32</i>	4470	10,15	18,75	10150	18750	83812500	206,8312	8043,537	28920226	28920433
<i>Stringer 33</i>	4470	10,15	19,5	10150	19500	87165000	206,8312	8793,537	34564856	34565062
<i>Stringer 34</i>	4470	10,15	20,25	10150	20250	90517500	206,8312	9543,537	40712360	40712567
<i>Stringer 35</i>	4470	10,15	21,75	10150	21750	97222500	206,8312	11043,54	54515993	54516200
<i>Stringer 36</i>	4470	10,15	22,5	10150	22500	1,01E+08	206,8312	11793,54	62172123	62172329
<i>Stringer 37</i>	4470	10,15	23,25	10150	23250	1,04E+08	206,8312	12543,54	70331127	70331334
<i>Eslora 38</i>	14025	1,75	6,613	1750	6613	92747325	54597,88	4093,463	23500902	23555500
<i>Eslora 56</i>	14025	1,75	9,616	1750	9616	1,35E+08	54597,88	1090,463	1667725	1722323
<i>Eslora 46</i>	14025	7,35	6,613	7350	6613	92747325	54597,88	4093,463	23500902	23555500
<i>Eslora64</i>	14025	7,35	9,616	7350	9616	1,35E+08	54597,88	1090,463	1667725	1722323
<i>Eslora 78</i>	12525	1,75	12,164	1750	12164	1,52E+08	33329,12	1457,537	2660830	2694159
<i>Eslora 86</i>	12525	7,35	12,177	7350	12177	1,53E+08	33329,12	1470,537	2708506	2741835
<i>Eslora 92</i>	12525	1,75	14,664	1750	14664	1,84E+08	33329,12	3957,537	19616782	19650111
<i>Eslora 100</i>	12525	7,35	14,659	7350	14659	1,84E+08	33329,12	3952,537	19567246	19600575
<i>Eslora 120</i>	7275	1,75	17,797	1750	17797	1,29E+08	6865,761	7090,537	36575586	36582452
<i>Eslora 112</i>	7275	7,35	17,8	7350	17800	1,29E+08	6865,761	7093,537	36606543	36613408
<i>Eslora 125</i>	7275	1,75	20,796	1750	20796	1,51E+08	6865,761	10089,54	74058600	74065466
<i>Eslora 287</i>	7275	7,35	20,799	7350	20799	1,51E+08	6865,761	10092,54	74102648	74109514
<i>Eslora 136</i>	7275	1,75	23,797	1750	23797	1,73E+08	6865,761	13090,54	1,25E+08	1,25E+08
<i>Eslora 273</i>	7275	7,35	23,799	7350	23799	1,73E+08	6865,761	13092,54	1,25E+08	1,25E+08
<i>Carlinga 3</i>	19995	1,75	1,012	1750	1012	20234940	661675,8	9694,463	1,88E+08	1,89E+08
<i>Carlinga 11</i>	19995	7,35	1,012	7350	1012	20234940	661675,8	9694,463	1,88E+08	1,89E+08
<i>Fondo</i>	95485	3,6725	0,016	3672,5	16	1527760	951,9383	10690,46	1,09E+09	1,09E+09

PROYECTO	Página 188 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

<i>Forro del casco</i>	233441	11,132	6,333	11132	6333	1,48E+09	5,34E+08	4373,463	4,47E+08	9,8E+08
<i>Cubierta 1</i>	148682	5,7185	2,016	5718,5	2016	3E+08	209,3934	8690,463	1,12E+09	1,12E+09
<i>Cubierta 2</i>	105106	5,8392	7,018	5839,2	7018	7,38E+08	70,9463	3688,463	1,43E+08	1,43E+08
<i>Cubierta 3</i>	93789	5,862	10,018	5862	10018	9,4E+08	50,0207	688,4627	4445419	4445469
<i>Cubierta 4</i>	93947	5,871	12,518	5871	12518	1,18E+09	50,1052	1811,537	30830282	30830332
<i>Cubierta 5</i>	117499	5,875	15,017	5875	15017	1,76E+09	97,9158	4310,537	2,18E+08	2,18E+08
<i>Cubierta 6</i>	81087	5,068	18,018	5068	18018	1,46E+09	43,2465	7311,537	4,33E+08	4,33E+08
<i>Cubierta 7</i>	81135	5,071	21,018	5071	21018	1,71E+09	43,2721	10311,54	8,63E+08	8,63E+08
<i>Cubierta 8</i>	81135	5,071	24,018	5071	24018	1,95E+09	43,2721	13311,54	1,44E+09	1,44E+09
Total	1751396					1,88E+10				9,78E+09

REFUERZOS	AREA	CG Crujía	CG altura	AREA x KG	lzz CM	AxD2	Itotalzz	
Babor	mm2	KZ (mm)	KY (mm)	mm2*mm	cm4	cm4	cm4	
<i>Stringer 1</i>		4750	-350	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 2</i>		4750	-1050	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 4</i>		4750	-1750	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 5</i>		4750	-2450	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 6</i>		4750	-3150	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 7</i>		4750	-3850	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 8</i>		4750	-4550	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 9</i>		4750	-5250	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 10</i>		4750	-5950	1473,6	6999600	1958,801	40491733	40493692
<i>Stringer 12</i>		4470	-350	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606

<i>Stringer 13</i>	4470	-1050	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 14</i>	4470	-2450	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 15</i>	4470	-3150	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 16</i>	4470	-3850	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 17</i>	4470	-4550	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 18</i>	4470	-5250	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 19</i>	4470	-5950	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 20</i>	4470	-6650	1876	8385720	1855,692	34855751	34857606
<i>Stringer 21</i>	4470	-8050	1872	8367840	1855,692	34887336	34889191
<i>Stringer 22</i>	4470	-8750	1872	8367840	1855,692	34887336	34889191
<i>Stringer 23</i>	4470	-9450	1872	8367840	1855,692	34887336	34889191
<i>Stringer 24</i>	4470	-10150	1872	8367840	1855,692	34887336	34889191
<i>Stringer 25</i>	4470	-10850	1872	8367840	1855,692	34887336	34889191
<i>Stringer 52</i>	2900	-350	6873	19931700	1227,589	4261676	4262904
<i>Stringer 53</i>	2900	-1050	6873	19931700	1227,589	4261676	4262904
<i>Stringer 39</i>	2900	-2450	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 40</i>	2900	-3150	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 41</i>	2900	-3850	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 42</i>	2900	-4550	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 43</i>	2900	-5250	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 44</i>	2900	-5950	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 45</i>	2900	-6650	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 47</i>	2900	-8050	6876	19940400	1227,589	4255009	4256236
<i>Stringer 48</i>	2900	-8750	6875	19937500	1227,589	4257231	4258458
<i>Stringer 49</i>	2900	-9450	6875	19937500	1227,589	4257231	4258458

PROYECTO	Página 190 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

<i>Stringer 50</i>	2900	-10150	6875	19937500	1227,589	4257231	4258458
<i>Stringer 51</i>	2900	-10850	6874	19934600	1227,589	4259453	4260681
<i>Stringer 70</i>	2900	-350	9873	28631700	1227,589	201451,4	202679
<i>Stringer 71</i>	2900	-1050	9873	28631700	1227,589	201451,4	202679
<i>Stringer 57</i>	2900	-2450	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 58</i>	2900	-3150	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 59</i>	2900	-3850	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 60</i>	2900	-4550	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 61</i>	2900	-5250	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 62</i>	2900	-5950	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 63</i>	2900	-6650	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 65</i>	2900	-8050	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 66</i>	2900	-8750	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 67</i>	2900	-9450	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 68</i>	2900	-10150	9877	28643300	1227,589	199522,4	200750
<i>Stringer 69</i>	2900	-10850	9874	28634600	1227,589	200968,3	202195,9
<i>Stringer 76</i>	2900	-350	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 77</i>	2900	-1050	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 79</i>	2900	-2450	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 80</i>	2900	-3150	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 81</i>	2900	-3850	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 82</i>	2900	-4550	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 83</i>	2900	-5250	12377	35893300	1227,589	809301,5	810529,1
<i>Stringer 84</i>	2900	-5950	12375	35887500	1227,589	807364,9	808592,5
<i>Stringer 85</i>	2900	-6650	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1

PROYECTO	Página 191 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

<i>Stringer 87</i>	2900	-8050	12375	35887500	1227,589	807364,9	808592,5
<i>Stringer 88</i>	2900	-8750	12375	35887500	1227,589	807364,9	808592,5
<i>Stringer 89</i>	2900	-9450	12375	35887500	1227,589	807364,9	808592,5
<i>Stringer 90</i>	2900	-10150	12379	35899100	1227,589	811240,5	812468,1
<i>Stringer 91</i>	2900	-10850	12373	35881700	1227,589	805430,5	806658,1
<i>Stringer 105</i>	2900	-350	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 106</i>	2900	-1050	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 93</i>	2900	-2450	14872	43128800	1227,589	5031993	5033221
<i>Stringer 94</i>	2900	-3150	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 95</i>	2900	-3850	14872	43128800	1227,589	5031993	5033221
<i>Stringer 96</i>	2900	-4550	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 97</i>	2900	-5250	14872	43128800	1227,589	5031993	5033221
<i>Stringer 98</i>	2900	-5950	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 99</i>	2900	-6650	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 101</i>	2900	-8050	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 102</i>	2900	-8750	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 103</i>	2900	-9450	14875	43137500	1227,589	5039244	5040472
<i>Stringer 104</i>	2900	-10150	14872	43128800	1227,589	5031993	5033221
<i>Stringer 109</i>	2900	-10850	14872	43128800	1227,589	5031993	5033221
<i>Stringer 123</i>	2900	-350	17872	51828800	1227,589	14890028	14891256
<i>Stringer 124</i>	2900	-1050	17872	51828800	1227,589	14890028	14891256
<i>Stringer 113</i>	2900	-6625	17620	51098000	1227,589	13861130	13862357
<i>Stringer 114</i>	2900	-5989	17615	51083500	1227,589	13841088	13842315
<i>Stringer 115</i>	2900	-5357	17617	51089300	1227,589	13849103	13850330
<i>Stringer 116</i>	2900	-4741	17886	51869400	1227,589	14948269	14949497

PROYECTO	Página 192 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

<i>Stringer 117</i>	2900	-4130	17887	51872300	1227,589	14952434	14953661
<i>Stringer 118</i>	2900	-3150	17944	52037600	1227,589	15190765	15191992
<i>Stringer 119</i>	2900	-2450	17944	52037600	1227,589	15190765	15191992
<i>Stringer 110</i>	2900	-8846	17893	51889700	1227,589	14977432	14978660
<i>Stringer 111</i>	2900	-8205	17887	51872300	1227,589	14952434	14953661
<i>Stringer 250</i>	2900	-9450	17873	51831700	1227,589	14894185	14895412
<i>Stringer 145</i>	2900	-350	23873	69231700	1227,589	50273735	50274962
<i>Stringer 146</i>	2900	-1050	23873	69231700	1227,589	50273735	50274962
<i>Stringer 126</i>	2900	-2450	20873	60531700	1227,589	29973960	29975187
<i>Stringer 127</i>	2900	-3276	20878	60546200	1227,589	30003450	30004677
<i>Stringer 128</i>	2900	-3939	20878	60546200	1227,589	30003450	30004677
<i>Stringer 129</i>	2900	-4607	20570	59653000	1227,589	28213917	28215144
<i>Stringer 130</i>	2900	-5282	20614	59780600	1227,589	28466196	28467423
<i>Stringer 131</i>	2900	-5950	20609	59766100	1227,589	28437471	28438699
<i>Stringer 286</i>	2900	-6888	20719	60085100	1227,589	29072762	29073990
<i>Stringer 288</i>	2900	-8230	20889	60578100	1227,589	30068379	30069607
<i>Stringer 289</i>	2900	-8750	20874	60534600	1227,589	29979856	29981084
<i>Stringer 290</i>	2900	-9450	20873	60531700	1227,589	29973960	29975187
<i>Stringer 143</i>	2900	-350	23880	69252000	1227,589	50327205	50328432
<i>Stringer 144</i>	2900	-1050	23880	69252000	1227,589	50327205	50328432
<i>Stringer 137</i>	2900	-2450	23873	69231700	1227,589	50273735	50274962
<i>Stringer 138</i>	2900	-3276	23878	69246200	1227,589	50311925	50313152
<i>Stringer 139</i>	2900	-3939	23880	69252000	1227,589	50327205	50328432
<i>Stringer 140</i>	2900	-4943	23887	69272300	1227,589	50380704	50381931
<i>Stringer 141</i>	2900	-5560	23884	69263600	1227,589	50357772	50359000

PROYECTO	Página 193 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

<i>Stringer 142</i>	2900	-6172	23880	69252000	1227,589	50327205	50328432
<i>Stringer 272</i>	2900	-6963	23889	69278100	1227,589	50395994	50397222
<i>Stringer 274</i>	2900	-8050	23873	69231700	1227,589	50273735	50274962
<i>Stringer 275</i>	2900	-8750	23874	69234600	1227,589	50281371	50282599
<i>Stringer 276</i>	2900	-9450	23873	69231700	1227,589	50273735	50274962
<i>Stringer 26</i>	4750	-11400	10850	51537500	325,4697	9786,408	10111,88
<i>Stringer 27</i>	4750	-11400	11700	55575000	325,4697	468880,3	469205,8
<i>Stringer 28</i>	4750	-11400	13350	63412500	325,4697	3319438	3319763
<i>Stringer 29</i>	4750	-11400	14200	67450000	325,4697	5797281	5797607
<i>Stringer 30</i>	6150	-10150	15750	96862500	735,4687	15643920	15644656
<i>Stringer 31</i>	6150	-10150	17250	1,06E+08	735,4687	26332997	26333732
<i>Stringer 32</i>	4470	-10150	18750	83812500	206,8312	28920226	28920433
<i>Stringer 33</i>	4470	-10150	19500	87165000	206,8312	34564856	34565062
<i>Stringer 34</i>	4470	-10150	20250	90517500	206,8312	40712360	40712567
<i>Stringer 35</i>	4470	-10150	21750	97222500	206,8312	54515993	54516200
<i>Stringer 36</i>	4470	-10150	22500	1,01E+08	206,8312	62172123	62172329
<i>Stringer 37</i>	4470	-10150	23250	1,04E+08	206,8312	70331127	70331334
<i>Eslora 38</i>	14025	-1750	6613	92747325	54597,88	23500902	23555500
<i>Eslora 56</i>	14025	-1750	9616	1,35E+08	54597,88	1667725	1722323
<i>Eslora 46</i>	14025	-7350	6613	92747325	54597,88	23500902	23555500
<i>Eslora64</i>	14025	-7350	9616	1,35E+08	54597,88	1667725	1722323
<i>Eslora 78</i>	12525	-1750	12164	1,52E+08	33329,12	2660830	2694159
<i>Eslora 86</i>	12525	-7350	12177	1,53E+08	33329,12	2708506	2741835
<i>Eslora 92</i>	12525	-1750	14664	1,84E+08	33329,12	19616782	19650111
<i>Eslora 100</i>	12525	-7350	14659	1,84E+08	33329,12	19567246	19600575

PROYECTO	Página 194 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

<i>Eslora 120</i>	7275	-1750	17797	1,29E+08	6865,761	36575586	36582452
<i>Eslora 112</i>	7275	-7350	17800	1,29E+08	6865,761	36606543	36613408
<i>Eslora 125</i>	7275	-1750	20796	1,51E+08	6865,761	74058600	74065466
<i>Eslora 287</i>	7275	-7350	20799	1,51E+08	6865,761	74102648	74109514
<i>Eslora 136</i>	7275	-1750	23797	1,73E+08	6865,761	1,25E+08	1,25E+08
<i>Eslora 273</i>	7275	-7350	23799	1,73E+08	6865,761	1,25E+08	1,25E+08
<i>Carlinga 3</i>	19995	-1750	1012	20234940	661675,8	1,88E+08	1,89E+08
<i>Carlinga 11</i>	19995	-7350	1012	20234940	661675,8	1,88E+08	1,89E+08
<i>Fondo</i>	95485	-3672,5	16	1527760	951,9383	1,09E+09	1,09E+09
<i>Forro del casco</i>	233441	-11132	6333	1,48E+09	5,34E+08	4,47E+08	9,8E+08
<i>Cubierta 1</i>	148682	-5718,5	2016	3E+08	209,3934	1,12E+09	1,12E+09
<i>Cubierta 2</i>	105106	-5839,2	7018	7,38E+08	70,9463	1,43E+08	1,43E+08
<i>Cubierta 3</i>	93789	-5862	10018	9,4E+08	50,0207	4445419	4445469
<i>Cubierta 4</i>	93947	-5871	12518	1,18E+09	50,1052	30830282	30830332
<i>Cubierta 5</i>	117499	-5875	15017	1,76E+09	97,9158	2,18E+08	2,18E+08
<i>Cubierta 6</i>	81087	-5068	18018	1,46E+09	43,2465	4,33E+08	4,33E+08
<i>Cubierta 7</i>	81135	-5071	21018	1,71E+09	43,2721	8,63E+08	8,63E+08
<i>Cubierta 8</i>	81135	-5071	24018	1,95E+09	43,2721	1,44E+09	1,44E+09
<i>Total</i>	1751396			1,9E+10			9,78E+09

PROYECTO	Página 195 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

ESCANTILLONADO

PARÁMETROS

Primero se definen algunos de los parámetros utilizados en los cálculos del escantillonado.

- $k_L = k$, factor de acero de alta resistencia. En nuestro caso toma el valor 1,0, por tratarse de caero 235.
- L : Distancia, medida en m, al nivel de la flotación del calado de verano, desde la cara de proa de la roda a la cara de popa del codaste, o al eje de la mecha del timón si no hay codaste popel.
- L_1 : Igual a L para buques de eslora menor de 190 m
- L_2 : Igual a L para buques de eslora menor de 215 m
- D : Puntal a la cubierta resistente
- T : Calado de escantillonado
- s : espaciado entre refuerzos secundarios, medido en mm
- S : Espaciado entre los refuerzos primarios, medido en m. En el caso de estructura transversal, coincide con la clara de bulárcamas: 3200 mm.
- s_1 : el mayor de los siguientes valores:
 - S .
 - 700 mm ó $(470 + L/0,6)$
- $S_B = 470 + 1,67 \cdot L_2$ desde una distancia 0,05. L de la perpendicular de Popa hasta una distancia 0,05. L medida desde la perpendicular de Proa. En los extremos se determina de diferente manera.
- F_D y F_B fueron definidas en el apartado de momentos flectores en aguas tranquilas
- C_w Altura de la ola, en m. Se obtiene a partir de la expresión:

$$C_w = 7,71 * 10^{-2} \cdot L \cdot e^{-0,0044L}$$

ACERO LONGITUDINAL

Planchas de cubierta

s	700
s_1	700
S	

PROYECTO	Página 196 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Planchas de la cubierta resistente

Como se establece en Pt.4, Cap2, Sec 3,2., el espesor deberá ser para estructuras longitudinales, al menos, el mayor de los valores dados por las siguientes expresiones:

- $t_{mín1} = 0,001 \cdot s_1 \cdot (0,059 \cdot L_1 + 7) \cdot \sqrt{\frac{F_D}{k_L}}$
- $t_{mín2} = 0,00083 \cdot s_1 \cdot \sqrt{L \cdot k} + 2,5$, por ser cubierta expuesta a la intemperie.

$t_{MÍN1}$ (mm)	
$t_{MÍN2}$ (mm)	8,83
t (mm)	

En proyecto buque tomamos una chapa de 9 mm

Planchas de cubiertas superior a la resistente

Cubierta N°6

Siguiendo el reglamento, se deberá considerar un espesor mínimo que sea igual al mayor de los siguientes valores:

- $t_{mín1} = 7,5 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot s}{S_B}}$. Por ser la cubierta inmediatamente superior a la resistente (Pt.3, Cap.8, Sec.2, esta regla se aplica a todos los buques).
- $t_{mín2} = 0,008 \cdot s \cdot \sqrt{k}$. Por ser una cubierta de superestructura destinada a acomodación o espacios públicos (Pt.4, Cap.2, Sec.3, regla aplicable a buques de pasaje).
- $t_{mín3} = 5 \text{ mm}$ (por la regla anterior, ver registro)

$t_{MÍN1}$ (mm)	7,67
$t_{MÍN2}$ (mm)	5,6
$t_{MÍN3}$ (mm)	5
t (mm)	8

PROYECTO	Página 197 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

En nuestro proyecto obtenamos por un espesor de chapa de 8 mm

Cubierta N°7

Siguiendo de igual forma como el punto anterior, se deberá considerar un espesor mínimo que sea igual al mayor de los siguientes valores:

- $t_{mín1} = 7,0 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot s}{S_B}}$. Por ser la cubierta inmediatamente superior a la resistente (Pt.3, Cap.8, Sec.2, esta regla se aplica a todos los buques).
- $t_{mín2} = 0,008 \cdot s \cdot \sqrt{k}$. Por ser una cubierta de superestructura destinada a acomodación o espacios públicos (Pt.4, Cap.2, Sec.3, regla aplicable a buques de pasaje).
- $t_{mín3} = 5 \text{ mm}$ (por la regla anterior, ver registro)

$t_{MÍN1}$ (mm)	7,16
$t_{MÍN2}$ (mm)	5,6
$t_{MÍN3}$ (mm)	5
t (mm)	8

En nuestro proyecto obtenamos por un espesor de chapa de 8 mm

Cubierta N° 8

Siguiendo de igual forma como el punto anterior, se deberá considerar un espesor mínimo que sea igual al mayor de los siguientes valores:

- $t_{mín1} = 6,5 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot s}{S_B}}$. Por ser la cubierta inmediatamente superior a la resistente (Pt.3, Cap.8, Sec.2, esta regla se aplica a todos los buques).

PROYECTO	Página 198 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $t_{mín2} = 0,008 \cdot s \cdot \sqrt{k}$. Por ser una cubierta de superestructura destinada a acomodación o espacios públicos (Pt.4, Cap.2, Sec.3, regla aplicable a buques de pasaje).
- $t_{mín3} = 5 \text{ mm}$ (por la regla anterior, ver registro)

$t_{MÍN1}$ (mm)	6,64
$t_{MÍN2}$ (mm)	5,6
$t_{MÍN3}$ (mm)	5
t (mm)	8

En nuestro proyecto obtenamos por un espesor de chapa de 8 mm

Planchas de cubiertas inferiores a la resistente

Cubierta N°4

Se trata de una cubierta de carga rodada e inferior a la cubierta resistente, luego el espesor de la plancha deberá ser mayor o igual que los siguientes valores:

- $t_{mín1} = t_1 + t_c$ (Pt.3, Cap.9, Sec.3,4). Donde:
 - $t_1 = \frac{\alpha \cdot s}{1000 \cdot \sqrt{k}}$, donde α es el coeficiente de espesor, a obtener entrando en una gráfica con un determinado valor del parámetro β , el coeficiente de huella de neumático.
 - t_c : Provisión por uso o pérdidas de material, 0,75 mm

Dando valores aproximados a los parámetros de las huellas de los neumáticos ($v/s=0,7$), y suponiendo un máximo de peso de 0,5 tons a soportar por cada neumático, es decir, 1 tons por eje, obtenemos

$$\beta = \log_{10}((P_1 \cdot k^2 / s^2) * 10^7)$$

$$\beta = 1,3$$

$$\alpha = 5,5$$

- $t_{mín2} = 0,001 \cdot s_1 \cdot \sqrt{k}$. Por ser cubierta inferior a la resistente (Pt.4, Cap. 1, Sec. 4,2).

t_1 (mm)	3,85
------------	------

PROYECTO	Página 199 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

t_c (mm)	0,75
------------	------

$t_{MÍN1}$ (mm)	4,6
-----------------	-----

$t_{MÍN2}$ (mm)	7
-----------------	---

t (mm)	8
---------------	----------

Cubierta N°3

Es una cubierta de carga rodada a inferior a la resistente, como el caso anterior, el procedimiento de cálculo será idéntico y obtendremos el mismo espesor:

t (mm)	8
---------------	----------

En nuestro proyecto obtenamos por un espesor de chapa de 8 mm

Cubierta N°2

La cubierta 2 es una cubierta inferior a la resistente, superior a la cubierta de doble fondo y que limita con tanques, luego el espesor deberá ser mayor o igual a los siguientes valores:

- $t_{mín1} = 0,01 \cdot s_1 \cdot \sqrt{k}$. Por ser cubierta inferior a la resistente (Pt.4, Cap. 1, Sec. 4,2).
- $t_{mín2} = 0,01 \cdot s \cdot \sqrt{k}$. Por ser cubierta inferior a la resistente (Pt.4, Cap. 2, Sec. 3,2).
- $t_{mín3} = 7,5 \text{ mm}$ si $L \geq 90 \text{ m}$ (Por la misma regla anterior)

$t_{MÍN1}$ (mm)	7
-----------------	---

$t_{MÍN2}$ (mm)	7
-----------------	---

$t_{MÍN3}$ (mm)	7,5
-----------------	-----

t (mm)	9
---------------	----------

Cubierta N°1

Es una cubierta inferior a la resistente, limita con tanques y coincide con el doble fondo, luego el espesor deberá ser mayor o igual que los siguientes valores:

- $t_{mín1} = 0,012 \cdot s_1 \cdot \sqrt{k}$. Por ser cubierta inferior a la resistente (Pt.4, Cap. 1, Sec. 4,2).

PROYECTO	Página 200 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $t_{\min 2} = 0,01 \cdot s \cdot \sqrt{k}$. Por ser cubierta de talleres y espacios de máquinas (Pt.4, Cap. 2, Sec. 3,2).
- $t_{\min 3} = 0,004 \cdot s \cdot f \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot k \cdot h_4}{1,025}} + k_1$ por limitar con tanques (Pt.4, Cap. 1, Sec. 4,2).

Donde:

- $f = 1,1 - \left(\frac{s}{2500 \cdot s}\right)$, pero no mayor que 1,0.
- S es igual al mayor de los espaciados entre refuerzos primarios a lo largo de la manga, como se comento previamente.
- k_1 elegimos 3,5 mm dado que a lo largo de la cubierta existen tanques estructurales sobre y bajo la cubierta.
- ρ densidad relativa del líquido en el interior del tanque ó 1,025 si este valor es mayor.
- h_4 : Queda definida (Fig. 3.5.2, Pt.3, Cap. 3, Sec.5) como la diferencia de altura entre un punto situado 0,91 m sobre la cubierta de francobordo y un punto situado aproximadamente una altura 0,3b sobre la cubierta en cuestión, siendo b la altura del tanque. $h_4 = (13m + 0,91) - 0,3 * 7,4m = 11,69$ m
-
- $t_{\min 4} = 7,5$ mm si $L \geq 90$ m (Por la misma regla anterior)
- $t_{\min 5} = 0,00136 \cdot (s + 660) \cdot \sqrt[4]{k^2 L T}$, por ser cubierta de doble fondo (Pt.4, Cap. 1, Sec. 8,3).
- $t_{\min 6} = 6,5$ mm (Por la misma regla anterior)

$t_{\min 1}$ (mm)	8,4
$t_{\min 2}$ (mm)	7
$t_{\min 3}$ (mm)	13,07
$t_{\min 4}$ (mm)	7,5
$t_{\min 5}$ (mm)	9,56
$t_{\min 6}$ (mm)	6,5
t (mm)	13

En nuestro proyecto obtenemos por un espesor de chapa de 13 mm

PROYECTO	Página 201 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Planchas del forro

Forro del fondo

Utilizamos lo descrito en (Pt.4, Cap. 1, Sec. 5), donde se establece que el espesor debe ser mayor que el máximo de los valores definidos por las siguientes expresiones

- $t_{\min 1} = 0,001 \cdot s_1 \cdot (0,043 \cdot L_1 + 10) \cdot \sqrt{\frac{F_B}{k_L}}$
- $t_{\min 2} = 0,0052 \cdot s_1 \cdot \sqrt{(h_{T2} \cdot k)/(1,8 - F_B)}$
 - F_B , s y s_1 ya fueron definidos con anterioridad.
 - $h_{T2} = (T + 0,5 \cdot C_W)$, en m, y no mayor que $1,2 \cdot T$

hT2	8,718
hT2. (1,2*T)	7,2
t _{MÍN1} (mm)	8,66
t _{MÍN2} (mm)	9,18
t (mm)	11

En nuestro proyecto obtenamos por un espesor de chapa de 11 mm

Plancha de quilla

El reglamento, en su capítulo a buques de pasaje, (Pt.4, Cap. 1, Sec. 5), determina las propiedades de la quilla en la parte central del casco. El ancho de la plancha de quilla deberá tomar como mínimo el siguiente valor:

$$b = 70 \cdot B$$

El espesor debe exceder en 2mm el de las planchas del fondo. Por tanto:

b _{MÍN} (mm)	1648,64
b (m)	1900
t (mm)	13

Se toma el valor de b correspondiente para que no coincida los refuerzos longitudinales con la chapa.

PROYECTO	Página 202 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Planchas de pantoque

Como lo indica la regla, Pt.4, Cap. 1, Sec. 5, el espesor de las planchas del pantoque debe ser mayor que el valor definido por la expresión:

$$t_{\text{mín1}} = \frac{R_B \cdot F_B}{165 \cdot k_L}$$

El valor no puede ser menor que el espesor de las planchas de forro adyacentes.

Se considera el radio de pantoque $R_B=2000$ mm.

$t_{\text{MÍN1}}$ (mm)	8,12
$t_{\text{MÍN2}}$ (mm)	11
t (mm)	11

En nuestro proyecto obtenemos por un espesor de chapa de 11 mm

Planchas de costado hasta la cubierta resistente

Planchas de costado desde el pantoque hasta la cubierta principal

Hasta la cubierta principal contamos con estructura transversal. En el apartado ,Pt.4, Cap. 1, Sec. 5,4 se da una serie de expresiones para determinar el espesor mínimo dependiendo de la altura a la que estará situada y de si se posee estructura transversal o longitudinal.

Dependiendo de la altura a la que esté situada la plancha debemos usar expresiones u otras en el cálculo. Nuestra chapa de costado va desde el fin del pantoque 2 m hasta la cubierta principal. Que son 8 m en total de altura

Si $D/4 = 3,75$ se va a usar los siguientes cálculos

- $t_{\text{mín1}} = 0,001 \cdot s_1 \cdot (0,059 \cdot L_1 + 7) \cdot \sqrt{\frac{F_M}{k_L}}$, donde F_M es el mayor de F_b o F_d .
- $t_{\text{mín2}} = 0,0051 \cdot s_1 \cdot \sqrt{(h_{T1} \cdot k)}$, donde $h_{T1} = T + Cw$, pero no mayor a 1,36 T.
- $t_{\text{mín3}} = 0,00085 \cdot s_1 \cdot f_1 (0,083 \cdot L_1 + 10) \cdot \sqrt{\frac{F_B}{k_L}}$, donde $f_1 = \frac{1}{1 + (\frac{s}{1000S})^2}$

PROYECTO	Página 203 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $t_{mín4} = 0,0056 \cdot s_1 \cdot \sqrt{(h_{T2} \cdot k) / (1,8 - F_B)}$, donde $h_{T2} = T + 0,5 \cdot Cw$, pero no mayor a 1,2 T

En las expresiones anteriores s y s1 toman valores diferentes a los utilizados previamente, dado que en el forro del costado, hasta la cubierta principal el tipo de estructura es transversal.

S (m)	3,2
h_{T1}	11,43
h_{T1}	8,16
f1	0,94
s (mm)	800
s1 (mm)	800
$t_{MÍN1}$ (mm)	9,183664589
$t_{MÍN2}$ (mm)	10,1979598
$t_{MÍN3}$ (mm)	10,41542529
$t_{MÍN4}$ (mm)	11,30850099
t (mm)	13

En nuestro proyecto obtenemos por un espesor de chapa de 13 mm

Planchas de costado desde la cubierta principal hasta la cubierta resistente

A partir de la cubierta principal el costado cuenta con **estructura longitudinal**. El reglamento de la sociedad de clasificación, en su capítulo relativo a buques de pasaje (Pt.4, Cap. 2, Sec. 4) proporciona normas de escantillado para aquellas planchas del forro situado a una altura mayor de 1,6.T. En nuestro caso es 9,6 m.

- $t_{zm1} = t_{SHELL} - (Z_M - 1,6 \cdot T) \cdot (0,24 + 0,0012 \cdot L) \sqrt{\frac{k \cdot s_1}{s_b}}$
- $t_{zm2} = (4 + 0,02 \cdot L) \sqrt{\frac{k \cdot s_1}{s_b}}$

Donde:

- t_{SHELL} : es el valor mínimo del espesor del forro por encima de D/2, Pt.4, Cap. 1, Sec. 4.
- Z_M : altura en m sobre la línea base.

PROYECTO	Página 204 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $t_{SHELL1} = 0,001 \cdot s_1 \cdot (0,059 \cdot L_1 + 7) \cdot \sqrt{\frac{F_D}{k_L}}$
- $t_{SHELL2} = 0,0042 \cdot s_1 \cdot \sqrt{(h_{T1} \cdot k)}$

s	850
s1	850
Zm (m)	10
tshell1	9,75
tshell2	10,19
tshell	10,2
$t_{MÍN1}$ (mm)	10,02
$t_{MÍN2}$ (mm)	7,186
t (mm)	11

En nuestro proyecto obtenamos por un espesor de chapa de 13 mm

Planchas de costado de la super estructura por encima de la cubierta resistente

A partir de este punto los longitudinales van a tener una luz de 750 mm. Para determinar el escantillonado de las planchas del costado de la superestructura consideraremos las siguientes expresiones. El espesor de las planchas será siempre mayor que todos ellos.

- $t_{zm1} = t_{SHELL} - (Z_M - 1,6 \cdot T) \cdot (0,24 + 0,0012 \cdot L) \sqrt{\frac{k \cdot s_1}{s_b}}$
- $t_{zm2} = (4 + 0,02 \cdot L) \sqrt{\frac{k \cdot s_1}{s_b}}$

Donde:

- t_{SHELL} : es el valor mínimo del espesor del forro por encima de D/2, Pt.4, Cap. 1, Sec. 4.
- Z_M : altura en m sobre la línea base.
- $t_{mín3} = 0,003 \cdot s \cdot \sqrt{(h \cdot k)}$, espesor mínimo de las planchas de costado de la superestructura, definido en, Pt.3, Cap. 8, Sec. 2.

PROYECTO	Página 205 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $t_{\min 4} = \begin{cases} (5 - 0,01 \cdot L_3) \cdot \sqrt{k}, & \text{en el caso de cubierta resistente} \\ (4 - 0,01 \cdot L_3) \cdot \sqrt{k}, & \text{o } 5 \text{ mm, si es mayor, para el resto de cubiertas} \end{cases}$
- s tomará distintos valores a lo largo de la eslora debido a la presencia de diferentes tipos de aberturas, por lo que el espesor de las planchas será también diferentes.
Los cálculos realizados corresponden a la sección maestra en el plano de la cuaderna maestra. En la cubierta resistente N°5 existen unos ventanales (zona de restaurante) que obligan a separar los refuerzos secundarios (longitudinales) de 1500 mm y éste valor tomara s. En otras zonas de esa misma cubierta las ventanas son más pequeñas y existe otro longitudinal, de este modo puede reducirse el espesor de la plancha de costado en esas zonas.
- En las siguientes cubiertas tenemos ventanas también chicas en comparación de los ventanales por lo que s será distinta (750 mm)
- $h = \alpha \cdot \delta \cdot (\beta \cdot \lambda - Y)$. Pero no debe tomarse menor que
 - $h = 2,5 + 0,01L_2$ para los espacios sobre la cubierta N°5
 - $h = 1,5 + 0,005L_2$ para los espacios del resto de cubiertas.

Zm (m)	18
tshell1	17,219
tshell2	17,996
tshell	18
h	3,6906
s	1500
$t_{\min 1}$ (mm)	13,188
$t_{\min 2}$ (mm)	9,547
$t_{\min 3}$ (mm)	8,644
$t_{\min 4}$ (mm)	3,809
t (mm)	14

En nuestro proyecto optamos por un espesor de chapa de 14 mm

Planchas de costado de la super estructura de la cubierta N°6 hasta la cubierta N°8

PROYECTO	Página 206 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Vale lo aplicado anteriormente con la diferencia que en esta cubierta en sección media hay ventanas más chicas, por ende la luz de refuerzos secundarios es 750 mm para las demás cubiertas.

	Cubierta 6-7	Cubierta 7-8
Zm (m)	21	25
tshell1	8,60	8,60
tshell2	8,99	8,99
tshell	9	9
h	2,09	2,0953
s	750	750
t _{MÍN1} (mm)	4,38	2,76
t _{MÍN2} (mm)	6,75	6,75
t _{MÍN3} (mm)	3,25	3,25
t _{MÍN4} (mm)	2,80	2,80
t (mm)	8	8

En nuestro proyecto optamos por un espesor de chapa de 8 mm

Longitudinales de cubierta.

Los espaciados de los longitudinales en todas las cubiertas son iguales. Menos el primero después de cruzar que es de 350 mm. Como este longitudinal es el único con esa clara, lo tomaremos como igual a los demás, ya que el módulo resistente calculado para los otros será más que suficiente. Por ende comenzamos el cálculo de los módulos resistentes mínimos que nos pide el registro que debemos cumplir.

Longitudinales de la cubierta resistente

Las reglas a cumplir, Pt.4, Cap. 1, Sec. 4, dan el módulo resistente mínimo de los longitudinales de la cubierta resistente. Esta debe ser mayor de:

- $Z_{min1} = s \cdot k \cdot (5,1 \cdot L_1 + 25 \cdot h_3 \cdot I_e^2) \cdot 10^{-4}$ (cm³), por tratarse de una cubierta de acomodación.
- $Z_{min1} = 0,043 \cdot s \cdot h_{f1} \cdot I_e^2 \cdot F_1$ (cm³), por ser la cubierta resistente.

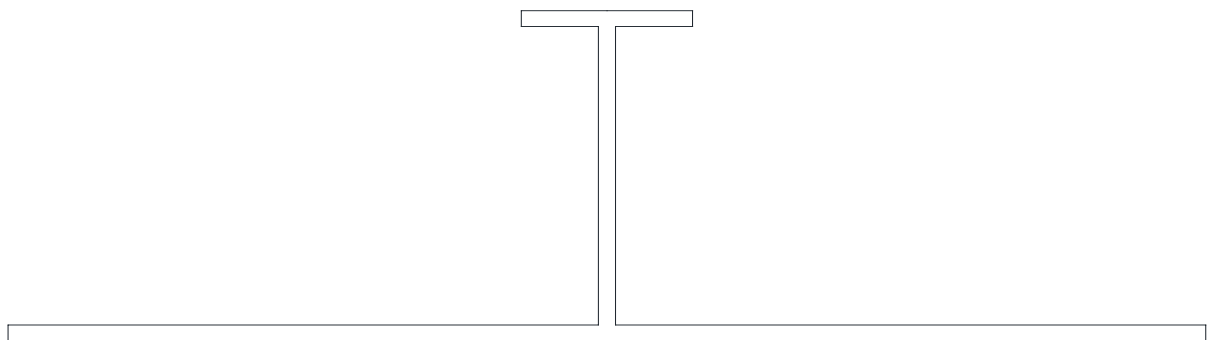
Donde:

PROYECTO	Página 207 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- l_e : longitud efectiva de los longitudinales, que coincidirá con la clara de bulárcamas, es decir, 3200mm. (m)
- $h_{f1} = \max\left(\frac{l_1}{70}; 1,2\right)$, en m.
- $F_1 = 0,25 \cdot c_1$, con $c_1 = \frac{60}{225-165 \cdot F_D}$
- h_3 : altura equivalente de presión, medida en m, en cubiertas de acomodación.

l_e (m)	3,2
h_{f1}	1,700857143
h_3	1,2
F_1	0,131061599
Z_{min1}	64,00842
Z_{min2}	68,70838689
Z_{min}	68,70838689

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x10/100x10 Z=300,98 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales de la cubierta superiores

Al ser las cubiertas 6, 7 y 8 cubiertas de acomodación, el módulo resistente de los longitudinales debe ser mayor que los valores definidos por las siguientes expresiones:

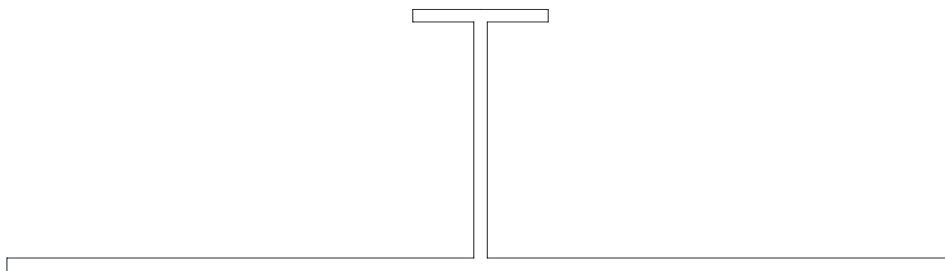
PROYECTO	Página 208 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

- $Z_{min1} = s.k.(5,1.L_1 + 25.h_3.I_e^2) * 10^{-4}$ (cm³), por tratarse de una cubierta de acomodación.
- $Z_{min2} = 0,0048.h_2.s.I_e^2.k$ (cm³) , por Pt.3, Cap. 8, Sec. 2
- $Z_{min3} = 0,025.s$, por Pt.3, Cap. 8, Sec. 2

Longitudinales de cubierta 6

h_2	0,9
l_e (m)	3,2
h_{f1}	1,70
h_3	0,9
Z_{min1}	58,63
Z_{min2}	30,96
Z_{min3}	17,5
Z_{min}	58,63

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x10/100x10 Z=300,98 cm³

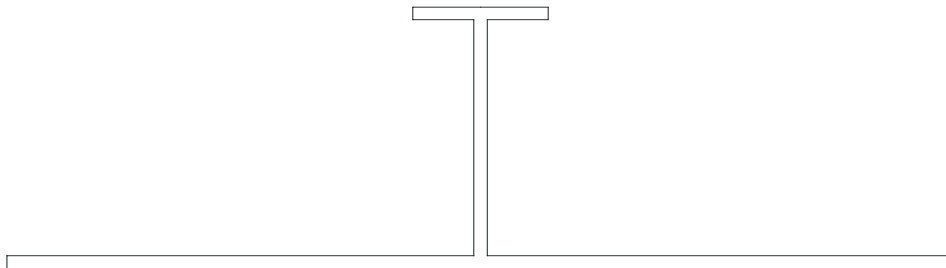
PROYECTO	Página 209 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales de cubierta 7

h_2	0,6
l_e (m)	3,2
h_{f1}	1,70
h_3	0,6
Z_{min1}	53,25
Z_{min2}	20,64
Z_{min3}	17,5
Z_{min}	53,25

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x10/100x10 Z=300,98 cm³

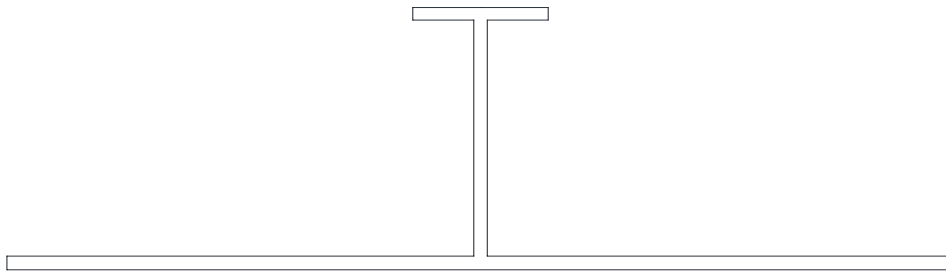
Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

PROYECTO	Página 210 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Longitudinales de cubierta 8

h_2	0,45
l_e (m)	3,2
h_{f1}	1,70
h_3	0,45
Z_{min1}	50,56
Z_{min2}	15,48
Z_{min3}	17,5
Z_{min}	50,56

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x10/100x10 $Z=300,98 \text{ cm}^3$

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales de cubiertas inferiores

Longitudinales de cubierta 4

PROYECTO	Página 211 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

El módulo tiene que ser mayor que los siguientes valores:

- $Z_{min1} = s.k.(5,9.L_1 + 25.h_2.I_e^2) * 10^{-4}$ (cm³), por tratarse de una cubierta de carga. Pt.4, Cap. 1, Sec. 4
- $Z_{min2} = (0,536.k_1.P.I_e + 0,00125.k_2.h.s.I_e^2).k$ (cm³), Por ser una cubierta de carga de vehículos. Pt.3, Cap. 9, Sec. 3.

Donde:

- I_e : longitud efectiva de los longitudinales, que coincidirá con la clara de bulárcamas, es decir, 3200mm. (m)
- h_2 : valor definido en la tabla 3.5.1 (Pt. 3, Cap. 3, Sec. 5).
- k_1 y k_2 : Factores que dependientes del espaciado entre ruedas. Tabla 9.3.4 del respectivo capítulo donde se aplica la fórmula
- P : Peso máximo por eje, en toneladas
- h : presión de la carga sobre la cubierta, en m.
- El espacio entre ruedas es de 1,5 m y S= 3,2 m Espacio entre baos.

Los longitudinales deben poseer un módulo tal que les permita soportar una flexión de 100/k N/mm² (Pt. 3, Cap. 9, Sec. 3.5). Para ello tenemos una carga puntual de 1 tonelada (mitad del peso que debe soportar un eje) en su centro, considerando una luz de la viga de 3200 mm.El longitudinal lo consideramos como una viga simplemente apoyada.

Determinamos los momentos flectores máximos y los módulos mínimos correspondientes para ambos casos:

$$M_{F puntual} = P \cdot \frac{l}{4}$$

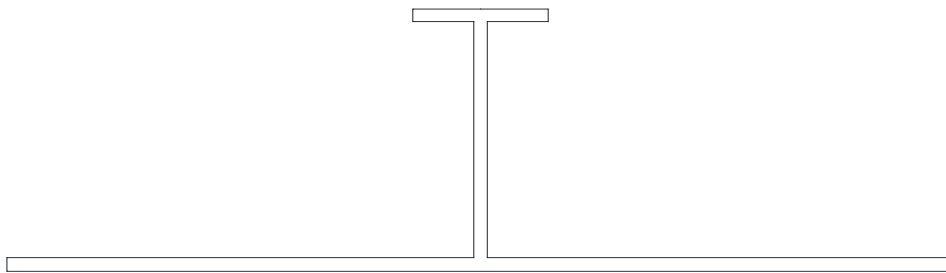
$$Z = \frac{M_F}{\sigma_{ADM}}$$

σ (N/mm ²)	100
k_1	11,8
k_2	1,425
l_e (m)	3,2
P (tn)	1
h (m)	0,9
Mpuntual (Nm)	3920

PROYECTO	Página 212 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Mpuntual(Nmm)	3920000
Z _{min1}	65,29978
Z _{min2}	31,73056
Z _{min3 puntual}	39,2
Z_{min}	65,29978

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x10/100x10 Z=300,98 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales de cubierta 3 (Cubierta principal)

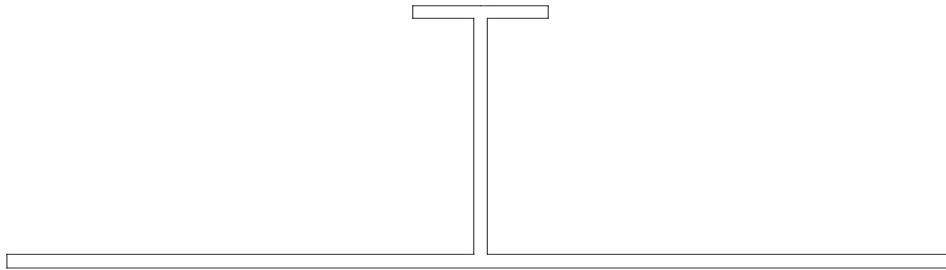
A esta cubierta se le aplica las mismas reglas tal como el punto anterior por ser cubierta de carga de vehículos.

σ (N/mm ²)	100
k ₁	11,8
k ₂	1,425
l _e (m)	3,2
P (tn)	1

PROYECTO	Página 213 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

h (m)	0,9
Mpuntual (Nm)	3920
Mpuntual(Nmm)	3920000
Z_{min1}	65,29978
Z_{min2}	31,73056
Z_{min3} puntual	39,2
Z_{min}	65,29978

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x10/100x10 Z=300,98 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales de cubierta 2

El módulo mínimo deberá ser mayor que los siguientes valores, definidos en el Pt. 4, Cap. 1, Sec. 4).

- $Z_{min1} = s.k.(5,9.L_1 + 25.h_2.I_e^2) * 10^{-4}$ (cm³), por tratarse de una cubierta de carga.
- $Z_{min2} = \frac{0,0113.\rho.s.k.h_4.I_e^2}{\gamma}$ (cm³), por ser suna cubierta que limita con tanque.

PROYECTO	Página 214 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

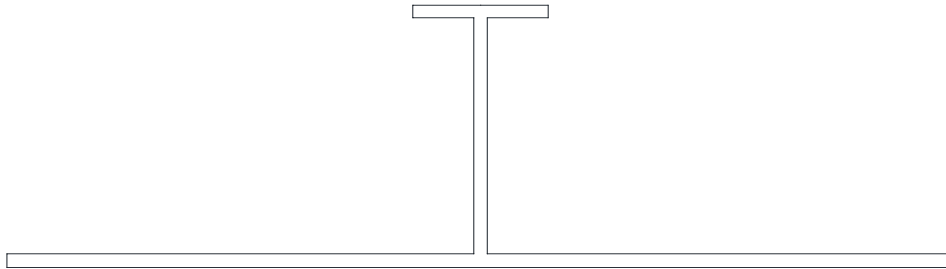
Si:

- I_e : longitud efectiva de los longitudinales, que coincidirá con la clara de bulárcamas, es decir, 3200mm. (m)
- h_2 : valor definido en la tabla 3.5.1 (Pt. 3, Cap. 3, Sec. 5).
- h_4 : diferencia de altura entre el punto medio del refuerzo y un punto situado 0,91 m por encima de la cubierta de compartimentado. (Pt. 3, Cap. 3, Sec. 5).
- Υ : depende del tipo de refuerzo
- ρ : densidad relativa del agua salada.

I_e (m)	3,2
h_2	2,6
h_4	4,2
ρ	1,025
Υ	1,6
Z_{min1}	95,76
Z_{min2}	202,88
Z_{min}	202,88

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:

PROYECTO	Página 215 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Perfil 200x10/100x10 Z=300,98 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales de cubierta 1 (doble fondo)

El Pt. 4, Cap. 1, Sec. 8.4.5, indica que su módulo deberá ser mayor que el 85% del módulo de los longitudinales del fondo

Longitudinales de fondo

Su módulo mínimo viene definido por Pt. 4, Cap. 1, Sec.6.2 como el mayor de los siguientes valores:

- $Z_{min1} = Y * s * k * h_{T2} * I_e^2 * F_1$
- $Z_{min2} = Y * s * k * h_{T3} * I_e^2 * F_1 F_{sb}$

PROYECTO	Página 216 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- I_e : longitud efectiva de los longitudinales, que coincidirá con la clara de bulárcamas, es decir, 3200mm. (m)
- $I_{e1} = I_e$, en el intervalo de 2,5m a 5 m
- h_4 : diferencia de altura entre el punto medio del refuerzo y un punto situado 0,91 m por encima de la cubierta de compartimentado. (Pt. 3, Cap. 3, Sec. 5).
- $h_{T2} = (T + 0,5 \cdot C_W)$, en m, y no mayor que 1,2.T
- $h_{T3} = h_4 - 0,25 \cdot T$
- $\gamma = 0,002I_e + 0,046$
- $F_1 = \frac{D_2 \cdot C_1}{25D_2 - 20h_5}$, debe ser igual o mayor que 0,14.
- $D_1 = D_2$, en metros, pero no tiene que tomar menos que 10 ni mayor que 16.
- $D_2 = D$, en metros, pero no tiene que ser mayor que 1,6T.

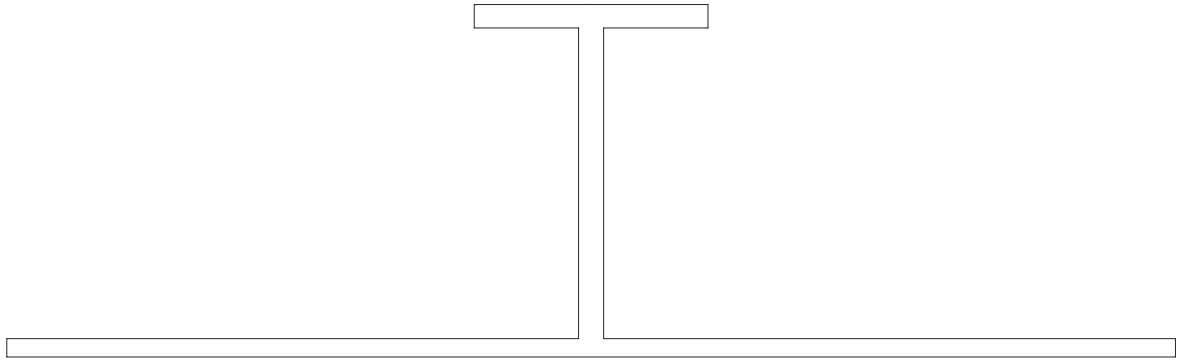
- $C_1 = \frac{75}{225 - 150 \cdot F_B}$ de la línea base.
- h_5 es la distancia vertical, medida en m, desde el longitudinal hasta una cubierta de puntal D_2 .
- $F_{sb} = 0,5 \cdot (1 + F_s)$ es un factor de fatiga para los longitudinales de fondo. F_s es el factor de fatiga para los longitudinales de costado, tiene el valor de 1,1 aproximadamente.

le (m)	3,2	D1 (m)	9,6
le1 (m)	3,2	D2 (m)	10
h4 (m)	10	C1	0,6024
h5 (m)	10	F1	0,1204
ht2	7,2	F1	0,14
ht3	8,5	Fs	1,1
γ	0,0524	Fsb	1,05

Z_{min1}	378,6080
Z_{min2}	491,6645
Z_{min}	491,6645

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:

PROYECTO	Página 217 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Perfil 200x15/140x14 Z=506,325 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales del forro exterior

A partir de la cubierta principal el costado cuenta con estructura longitudinal, el módulo mínimo de los longitudinales del forro viene definido por las siguientes expresiones. Pt. 4, Cap. 1, Sec.6.2

- $Z_{min1} = 0,056 \cdot s \cdot k \cdot h_{T1} \cdot I_e^2 \cdot F_1 \cdot F_s$
- $Z_{min2} = Y * s \cdot k \cdot h_{T2} \cdot I_e^2 \cdot F_1 \cdot F_{sb}$

Donde:

- $s = 850$ mm entre las cubiertas 3-4 y 4-5
- $I_{e1} = I_e$, en el intervalo de 2,5m a 5 m
- h_5 es la distancia vertical, medida en m, desde el longitudinal hasta una cubierta de puntal D_2 .
- h_6 : distancia vertical desde la flotación en el calado de escantillonado al longitudinal.
- $h_{T1} = C_W \cdot \left(1 - \frac{h_6}{D_2 - T}\right) \cdot F_Y$, en metros, por encima de la línea de flotación. No tiene que ser menor que L1/56

PROYECTO	Página 218 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $F_Y = 1$
- $F_1 = \frac{D_2 \cdot c_1}{4D_2 - 20h_5}$, para longitudinales de costado sobre D2/2. No puede tomar menos de 0,14
- $D_1 = D_2$, en metros, pero no tiene que tomar menos que 10 ni mayor que 16.
- $D_2 = D$, en metros, pero no tiene que ser mayor que 1,6T.
- $F_{sb} = 0,5 \cdot (1 + F_s)$ es un factor de fatiga para los longitudinales de fondo. F_s es el factor de fatiga para los longitudinales de costado, tiene el valor de 1,1 aproximadamente.
- h_4 : diferencia de altura entre el punto medio del refuerzo y un punto situado 0,91 m por encima de la cubierta de compartimentado. (Pt. 3, Cap. 3, Sec. 5).
- $C_1 = \frac{60}{225 - 165 \cdot F_D}$ por encima de D2/2
- $F_s = 1$ sobre D2

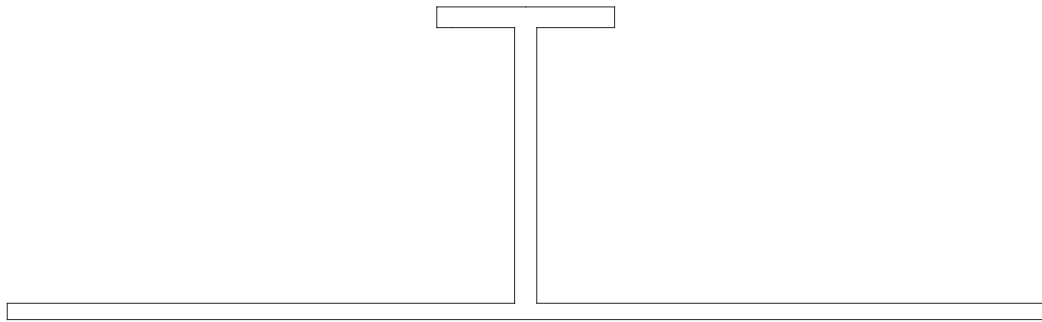
Longitudinales entre cubierta 3 y 4

le (m)	3,2	D1 (m)	10
le1 (m)	3,2	D2 (m)	9,6
h6 (m)	4,1	C1	0,524246
h5 (m)	3,6	F1	0,045587
ht2	7,2	F1	0,14
ht1	-0,7550514	Fs	1
ht1	2,126071429	Fsb	1
γ	0,0524	FY	1
		s	850

Z_{min1}	145,081
Z_{min2}	459,738
Z_{min}	459,738

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:

PROYECTO	Página 219 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Perfil 200x15/120x14 Z=456,60 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

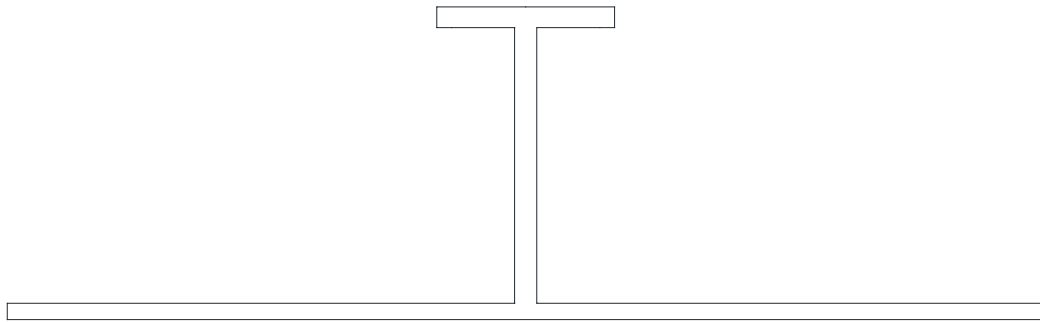
Longitudinales entre cubierta 4 y 5

le (m)	3,2	D1 (m)	10
le1 (m)	3,2	D2 (m)	9,6
h6 (m)	7,45	C1	0,5242
h5 (m)	3,75	F1	0,0443
ht2	7,2	F1	0,14
ht1	-5,8138	Fs	1
ht1	2,1260	Fsb	1
γ	0,0524	Fγ	1
		s	850

Z _{min1}	145,081
Z _{min2}	459,738
Z_{min}	459,738

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:

PROYECTO	Página 220 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Perfil 200x15/120x14 Z=456,60 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

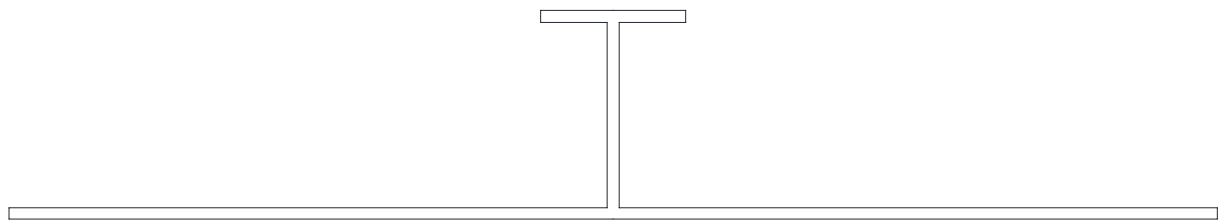
Longitudinales entre cubierta 5 y 6

le (m)	3,2	D1 (m)	10
le1 (m)	3,2	D2 (m)	9,6
h6 (m)	9,85	C1	0,524
h5 (m)	6,15	F1	0,031
ht2	7,2	F1	0,14
ht1	-9,438	Fs	1
ht1	2,1260	Fsb	1
Y	0,052	FY	1
		s	1500

Z _{min1}	256,026
Z _{min2}	811,302
Z_{min}	811,3029

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:

PROYECTO	Página 221 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



Perfil 245x15/180x15 Z=873,37 cm³
Plancha asociada de 1500 mm

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Longitudinales entre cubierta 6 y 7

le (m)	3,2	D1 (m)	10
le1 (m)	3,2	D2 (m)	9,6
h6 (m)	12,85	C1	0,524
h5 (m)	9,15	F1	0,022
ht2	7,2	F1	0,14
ht1	-13,968	Fs	1
ht1	2,126	Fsb	1
Y	0,0524	FY	1
		s	750
Z_{min1}			128,013
Z_{min2}			405,651
Z_{min}			405,651

Longitudinales entre cubierta 7 y 8

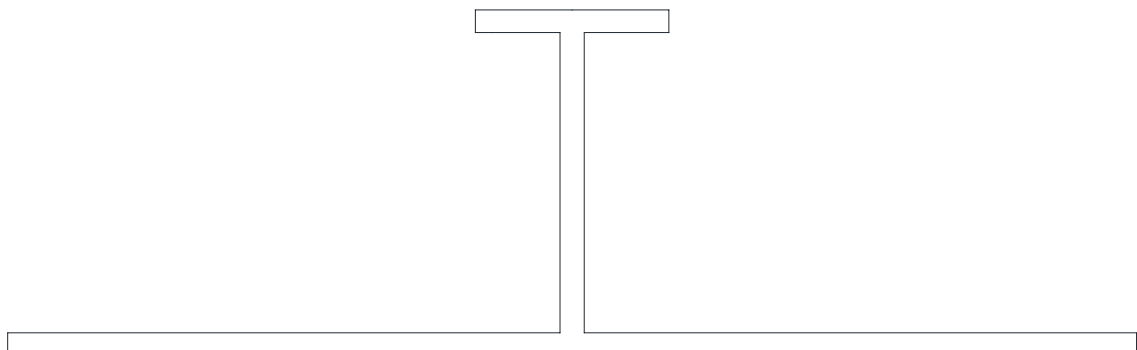
le (m)	3,2	D1 (m)	10
le1 (m)	3,2	D2 (m)	9,6

PROYECTO	Página 222 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

h6 (m)	18,75 C1	0,524
h5 (m)	12,15 F1	0,017
ht2	7,2 F1	0,14
ht1	-22,878 Fs	1
ht1	2,1260 Fsb	1
γ	0,0524 FY	1
	s	750

Z_{min1}	128,013
Z_{min2}	405,651
Z_{min}	405,6514

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x15/120x14 Z=456,60 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Carlingas (Vagras)

Carlinga central

Las propiedades de la carlinga central esta definida por Pt. 4, Cap. 1, Sec. 8,3.

PROYECTO	Página 223 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

El puntal mínimo de la carlinga es: $d_{BD} = 28.B + 205.\sqrt{T}$. Si consideramos un puntal igual que la altura del doble fondo. Elegimos el mayor espesor que esos valores.

- $t = (0,008.d_{BD} + 4)$, no menos que 6 mm

d_{DB} (mm)	1161,601
d (mm)	2000

$t_{MÍN1}$ (mm)	13,29
$t_{MÍN2}$ (mm)	20
t (mm)	20

Carlingas laterales

Por Pt. 4, Cap. 1, Sec. 8,3. Establece que aquellos buques cuya manga excede 21 m deben disponer de dos carlingas laterales a cada banda, lo cual debe extenderse todo lo posible a proa y a popa. En nuestro caso se ha decidido optar por tres carlingas laterales a cada banda para facilitar la disposición de tanques en el doble fondo.

Carlingas laterales no estancas

El doble fondo es de estructura longitudinal, su espesor tiene que ser mayor a:

- $t_{MÍN1} = (0,0075.d_{BD} + 1).\sqrt{k}$
- $t_{MÍN2} = 6\text{ mm}$

$t_{MÍN1}$ (mm)	9,71
$t_{MÍN2}$ (mm)	6
t (mm)	10

Optamos por unas carlingas de espesor 10 mm

Carlingas laterales estancas

Su espesor mínimo vendrá definido por el mayor de:

- $t_{MÍN1} = (0,0075.d_{BD} + 1).\sqrt{k}$

PROYECTO	Página 224 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- El segundo valor es igual al espesor del mamparo lindante con un tanque. Pt. 4, Cap. 1, Sec. 9,2.

t_{MIN1} (mm)	10,712
t (mm)	11

Optamos por unas carlingas de espesor 11 mm

ACERO TRANSVERSAL

Cuadernas

Para obtener las características mínimas a cumplir por las cuadernas seguimos las indicaciones de Pt. 4, Cap. 1, Sec. 6,3. Donde se ve el reforzado transversal para buques de carga. Vemos que si vamos a la parte de buques ferry, esta nos enviara a la sección ya dicha arriba. Distinguiremos el cálculo del módulo resistente mínimo en función de si las cuadernas están dentro de espacios secos o en tanques.

Cuadernas en espacios secos

El módulo resistente deberá ser mayor que los siguientes valores:

- $Z_{MIN1} = C . s . k . h_{T1} . H^2 * 10^{-3}(cm^3)$
- $Z_{MIN2} = 9,1 . s . k . D_1 * 10^{-3}(cm^3)$

Donde:

- S es igual a 800 mm en toda la eslora
- C: factor igual a 3,4 suponiendo que cada cuaderna tiene en sus extremos con dos mensulas o cartelas reglamentarias.
- H es la altura vertical de las cuadernas, y depende de su situación vertical.
- $h_{T1} = C_W . \left(1 - \frac{h_6}{D_2 - T}\right) . F_Y$, en metros, por encima de la línea de flotación. No tiene que ser menor que L1/56. Donde $\left(1 - \frac{h_6}{D_2 - T}\right)$ no puede ser menos que 0,7

PROYECTO	Página 225 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $h_{T1} = (h_6 + C_W \cdot (1 - \frac{h_6}{2T})) \cdot F_Y$, para las cuadernas con su sección media bajo la línea de flotación
- $F_Y = 1$
- $D_1 = D_2$, en metros, pero no tiene que tomar menos que 10 ni mayor que 16.
- $D_2 = D$, en metros, pero no tiene que ser mayor que 1,6T.
- h_6 : distancia vertical desde la flotación en el calado de escantillonado a la mitad de H.

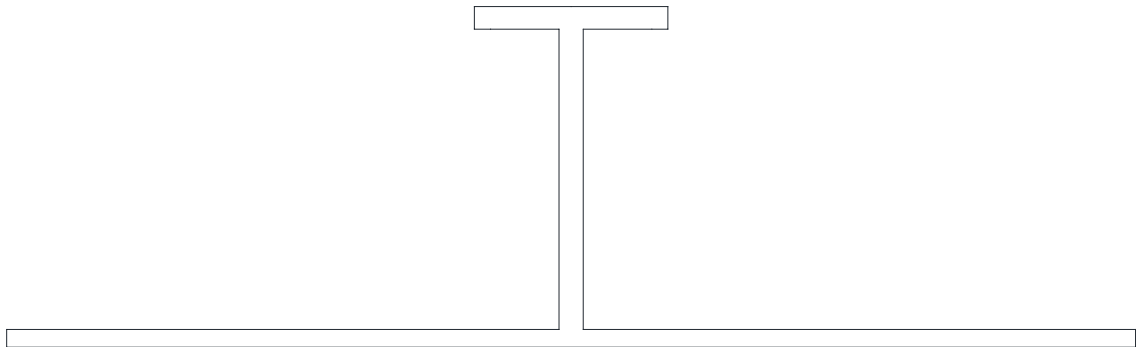
Estudiaremos las cuadernas en dos partes: entre la cubierta 1 y la cubierta 2 y entre la cubierta 2 y la cubierta principal (cubierta 3)

Cuadernas entre cubierta 1 y 2

H (m)	5 FY	1
h6 (m)	1,4 D1	9,6
ht1	6,202126884 s	800
C	3,4	

$Z_{MÍN1}$ (cm3)	421,74
$Z_{MÍN2}$ (cm3)	69,88
$Z_{MÍN}$ (cm3)	421,741

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x15/120x14 Z=456,60 cm3

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

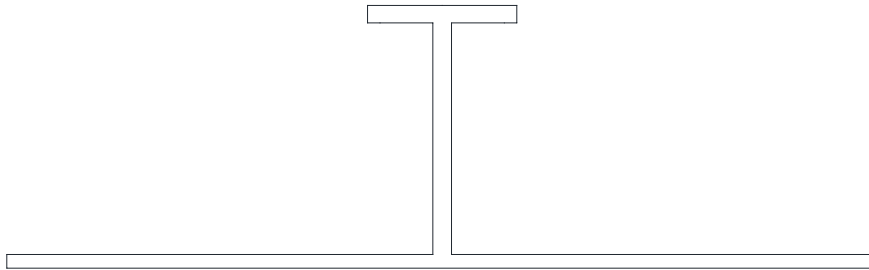
PROYECTO	Página 226 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Cuadernas entre cubierta 2 y 3

H (m)	3 FY	1
h6 (m)	2,6 D1	9,6
ht1	1,510102794 s	800
ht1	3,80545904 C	3,4

$Z_{MÍN1}$ (cm ³)	93,157
$Z_{MÍN2}$ (cm ³)	69,888
$Z_{MÍN}$ (cm ³)	93,157

En nuestro proyecto optamos por un perfil T de dimensiones:



Perfil 200x15/120x14 Z=456,60 cm³

Este valor de módulo es mayor al módulo mínimo pedido por la regla de clasificación Lloyd's Register

Bulárcamas

El valor del módulo mínimo dependerá del tipo de estructura empleada. Pt. 4, Cap. 1, Sec. 6,4.

Bulárcamas por de bajo de la cubierta principal

Por debajo de la cubierta principal existe construcción transversal. Las bulárcamas se deben calcular por vía directa, considerando cargas puntuales y unas tensiones admisibles de $\frac{93,2}{k}$ ($\frac{N}{mm^2}$) a la flexión y de $\frac{82,4}{k}$ ($\frac{N}{mm^2}$) al corte.

PROYECTO	Página 227 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Bulárcamas por encima de la cubierta principal

Por encima de la cubierta principal se cuenta con estructura longitudinal, el módulo resistente deberá ser mayor que el siguiente valor:

- $Z_{MÍN1}(cm^3) = 10 \cdot k \cdot S \cdot h_{T1} \cdot I_e^2$

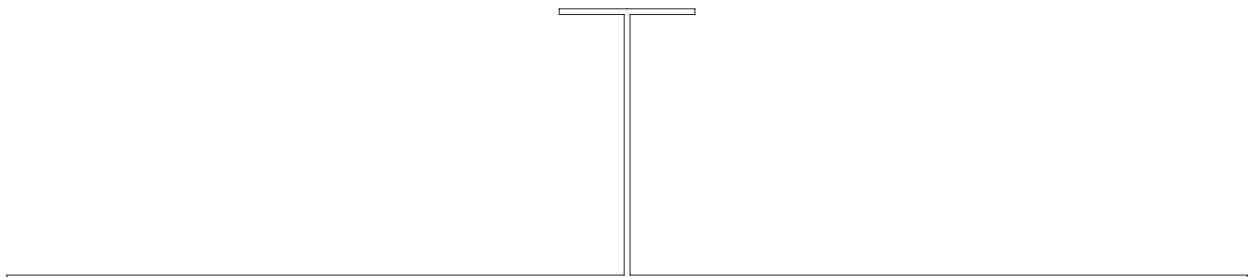
Donde:

- I_e es la longitud efectiva de la bulárcama.
- $h_{T1} = C_W \cdot \left(1 - \frac{h_6}{D_1 - T}\right) \cdot F_Y$, en metros, por encima de la línea de flotación. No tiene que ser menor que L1/56. Donde $\left(1 - \frac{h_6}{D_1 - T}\right)$ no puede ser menos que 0,7.

	Ht1 (m)	h6 (m)	S	le	Zmin (cm3)
De Cub. Princial a Cub. 4	3,8	5,35	3,2	2,5	761,09
De Cub.4 a Cub. Resistente	3,8	7,85	3,2	2,5	761,09
De Cub.Resistente a 6	3,8	10,6	3,2	3	1095,97
De Cub.6 a 7	3,8	13,6	3,2	3	1095,97
De Cub.7 a 8	3,8	16,6	3,2	3	1095,97

Los perfiles de las bularmacas optados son:

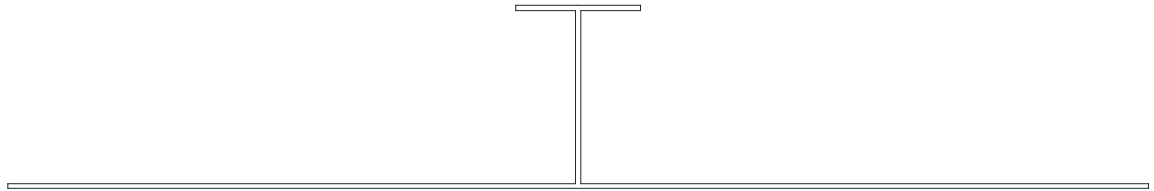
Bularcama desde **De Cub. Princial a Cub. 4** usamos el perfil T con las siguientes características:



Perfil 700x15/350x15 Z=5690 cm3 Plancha asociada de 3200 mm

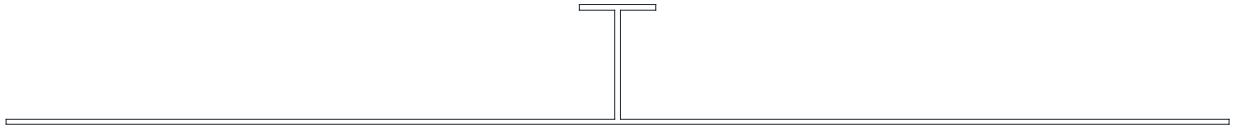
PROYECTO	Página 228 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Bularcama desde De Cub.4 a Cub. Resistente usamos el perfil T con las siguientes características:



Perfil 500x15/350x15 Z=3624 cm³ Plancha asociada de 3200 mm

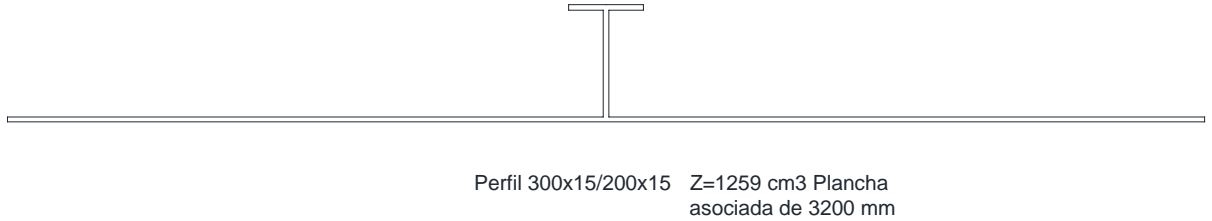
Bularcama desde De Cub.Resistente a cubierta 6 usamos el perfil T con las siguientes características:
usamos el perfil T con las siguientes características:



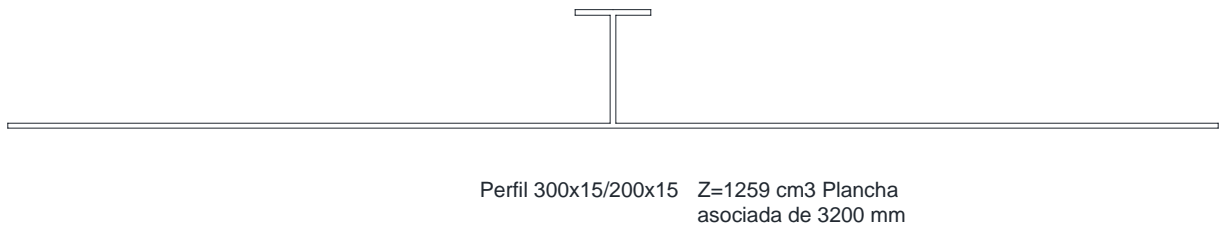
Perfil 300x15/200x15 Z=1259 cm³ Plancha asociada de 3200 mm

Bularcama desde De Cub. 6 a Cub. 7 usamos el perfil T con las siguientes características:

PROYECTO	Página 229 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



Bularcama desde De Cub. 7 a Cub. 8 usamos el perfil T con las siguientes características:



Transversales de cubierta o baos de cubierta

Los transversales o baos de la cubierta de transporte de autos se dimensiona tomando el valor máximo de dos cálculos distintos. El primer cálculo es de método directo, partiendo de los momentos flectores generados por las cargas a soportar mediante la siguiente expresión.

$$Z_{M\acute{I}NI} = \frac{M_f}{\sigma_{adm}}$$

Donde:

- $\sigma_{adm} = 123,5 \text{ N/mm}^2$, tensión máxima admisible.
- M_f : momento flector máximo, a obtener de la ley de momentos flectores.

Suponemos que el bao esta empotrado en sus extremos, con una luz de 23,5 m. En el dimensionamiento consideramos el caso masdefavorable, con las ruedas de los tráileres alineadas sobre el bao en todos los carriles, y suponiendo una carga de 1 tn por eje de rueda.

El segundo cálculo es suponiendo una distribución uniforme de cargas y determinamos el módulo mínimo mediante la expresión proporcionada en Pt. 4, Ch. 1, Sec. 4:

PROYECTO	Página 230 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

- $Z_{MINI} = 4,75 \cdot S \cdot k \cdot H_g \cdot I_e^2 (cm^3)$

En las demás cubiertas se tomará este mínimo módulo resistente.

Donde:

- S es el espaciado de baos
- le dependerá de la posición del transversal y de su cubierta.
- H_g es la presión, en m, sobre la cubierta considerada. En cubiertas de acomodación es igual a h3. Se encuentra en Pt. 3, Ch. 3, Sec 5. Tabla 3.5.1. Para cubiertas de sala de máquinas es igual a h2

	Hg (m)	S
Cubierta 2	2,6	11,75
Cubierta 3	0,9	23,5
Cubierta 4	0,9	23,5
Cubierta 5	1,2	8,4
Cubierta 6	0,9	8,4
Cubierta 7	0,6	8,4
Cubierta 8	0,45	8,4

Cubiertas de carga

- $M_{fmax} = \frac{PL}{8}$

Donde:

- P=1 Tn*6 autos
- le=L= 23,5 m

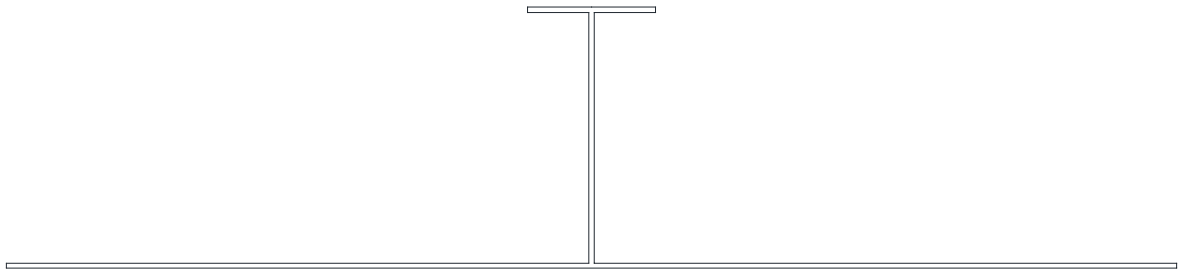
σ_{admi}	123,5
P (tn)	6
le	23,5
Mf _{máx}	17,625
$Z_{min1} (cm^3)$	1398,582996
$Z_{min2} (cm^3)$	7554,78
$Z_{min} (cm^3)$	7554,78

$Z_{min} (cm^3)$

PROYECTO	Página 231 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

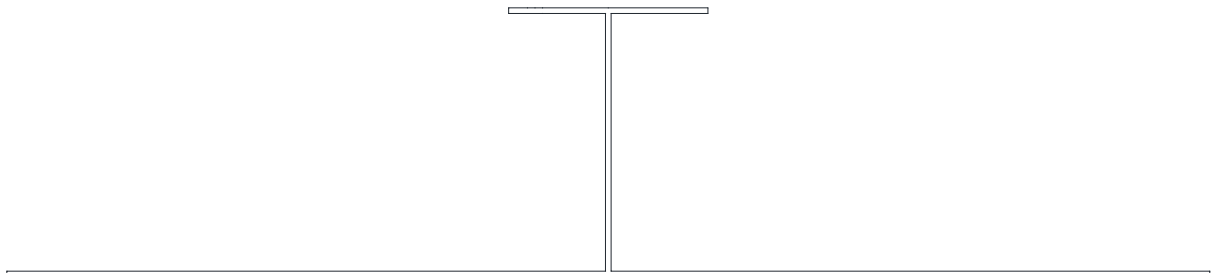
Cubierta 2	5456,23
Cubierta 3	7554,78
Cubierta 4	7554,78
Cubierta 5	1287,01
Cubierta 6	965,26
Cubierta 7	643,50
Cubierta 8	482,63

Los perfiles adoptados para la cubierta 2 son:



Perfil 700x15/350x15 Z=5690 cm³ Plancha asociada de 3200 mm

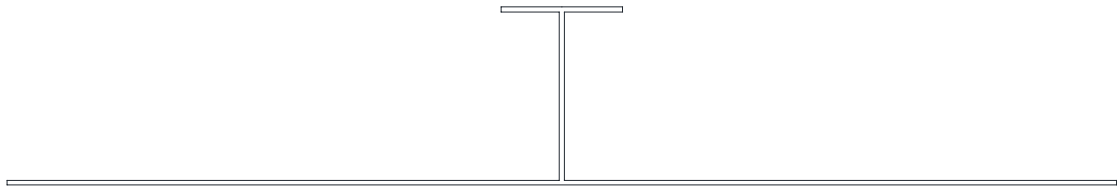
Los perfiles adoptados para la cubierta 3 y 4 son:



Perfil 700x15/530x15 Z=7594 cm³ Plancha asociada de 3200 mm

Los perfiles adoptados para la cubierta 5 son:

PROYECTO	Página 232 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	



Perfil 500x15/350x15 Z=3624 cm³ Plancha asociada de 3200 mm

Los perfiles adoptados para la cubierta 6, 7 y 8 son:



Perfil 300x15/200x15 Z=1259 cm³ Plancha asociada de 3200 mm

Todos estos perfiles con chapas asociadas cumplen los módulos resistentes mínimos calculados mediante las reglas de la sociedad de clasificación.

Varengas

El espesor de varengas debe cumplir con las siguientes condiciones. Pt. 4, Ch. 1, Sec. 8.5

Varengas no estancas

Se tomará como mínimo el mayor de los siguientes valores, pero no debe superar los 15 mm

- $t_{\text{mín1}} = (0,009 \cdot d_{BD} + 1)\sqrt{k}$
- $t_{\text{mín2}} = 6 \text{ mm}$

$t_{\text{MÍN1}}$ (mm)	19
$t_{\text{MÍN2}}$ (mm)	6
t (mm)	15

PROYECTO	Página 233 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Adoptamos un espesor de 15 mm para las varengas en nuestro proyecto

Varengas no estancas

Se tomará como mínimo el mayor de los siguientes valores, pero no se debe superar los 15 mm

- $t_{mín1} = (0,009 \cdot d_{BD} + 1)\sqrt{k}$
- $t_{mín2} = (0,008 \cdot d_{BD} + 3)\sqrt{k}$

$t_{MÍN1}$ (mm)	19
$t_{MÍN2}$ (mm)	19
t (mm)	15

Adoptamos un espesor de 15 mm para las varengas en nuestro proyecto

Mamparos

Se debe considerar lo definido en la sección Pt. 4, Ch. 1, Sec. 9 del reglamento. Como la mayoría de los mamparos limitan con algún tipo de tanque se aplica:

- $t_{mín1} = 0,004 \cdot s \cdot f \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot h_4 \cdot h}{1025}} + 2,5$
- $t_{mín2} = 7,5 \text{ mm}$, por ser $L \geq 90$

Donde:

- f ya se definió anteriormente
- s y s toman los mismos valores que en los puntos de arriba
- h_4 : distancia desde un tercio de la altura de la chapa (con respecto al borde inferior) hasta 0,91 m sobre la cubierta de compartimentado. Por tanto su valor, y el del espesor, dependerá de la posición de la chapa respecto a la cubierta de compartimentado.
- l_e longitud efectiva de refuerzo. Para simplificar, consideraremos que en todos los casos coincide con la diferencia de puntales de las cubiertas entre las que se encuentra el refuerzo.

f	1
s	800
h4	10
t_{MIN1} (mm)	2,82
t_{MIN2} (mm)	7,5
t (mm)	7,5

Adoptamos un espesor de 8 mm para las varengas en nuestro proyecto

Resumiendo. Dibujamos nuestra sección maestra con los elementos de la estructura. Calculamos los momentos flectores y esfuerzos de corte mínimos que nos permite la sociedad de clasificación. Calculamos los espesores y módulos resistentes mínimos que nos permite la reglas de la sociedad de clasificación. Cuando proyectamos nuestra sección media, estos elementos que la integran deben cumplir los espesores y módulos mínimos previamente calculado. Una vez obtenido esto, calculamos el módulo resistente total de la sección maestra de nuestro proyecto. Este módulo tiene que ser mayor al calculado por el Lloyd's Register.

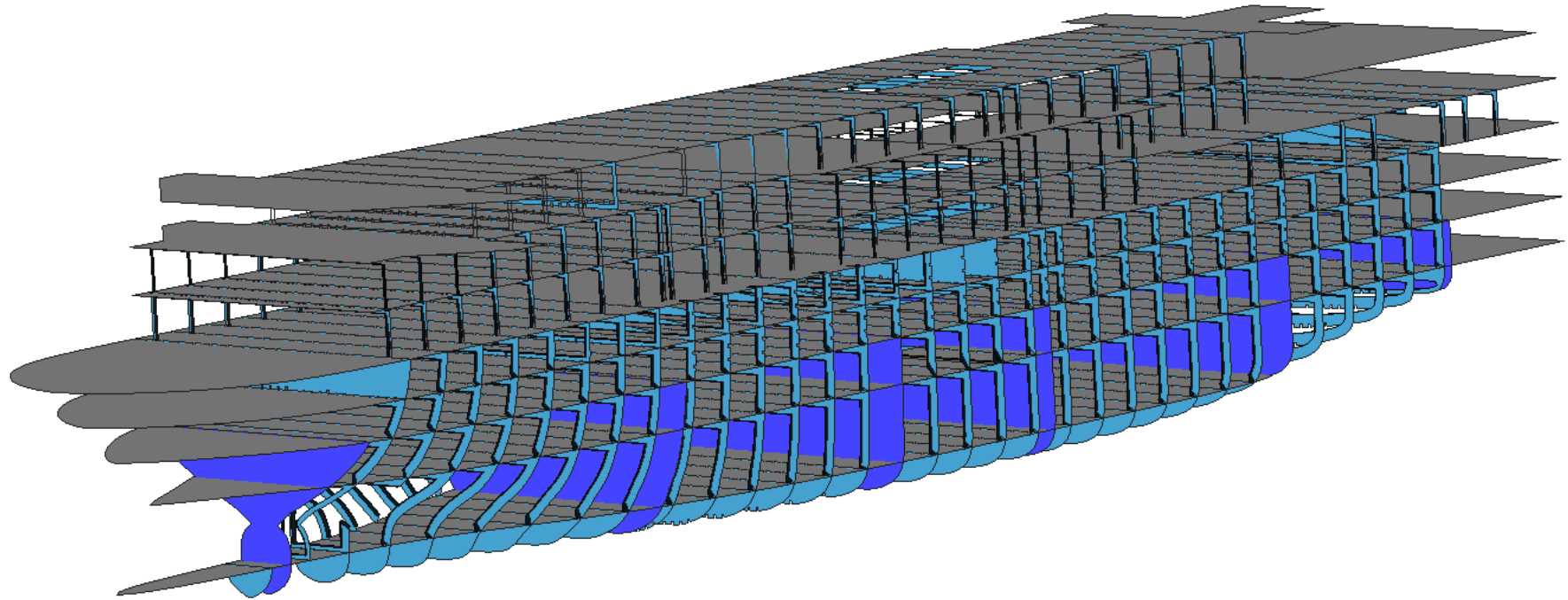
DISEÑO DE ESCANTILLONADO

El escantillonado se lo crea mediante el programa Max Surf parte de Estructura.

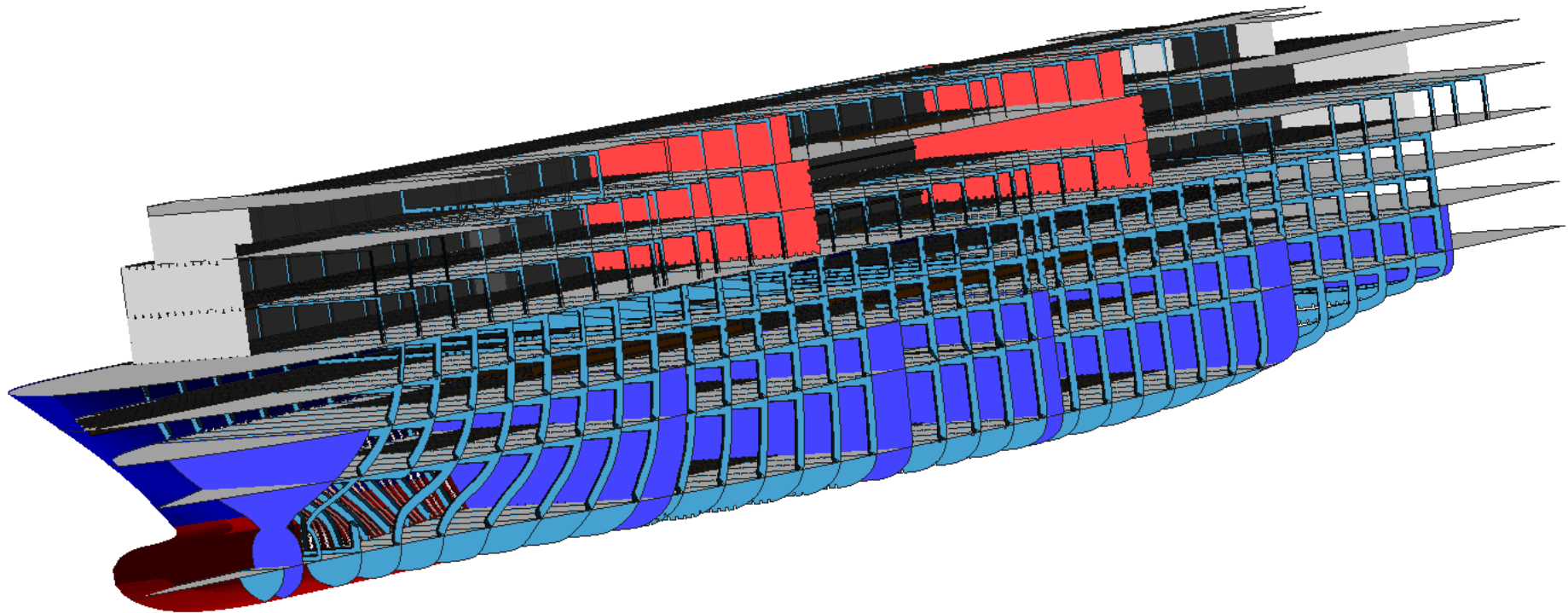
Modelamos la estructura cumpliendo con los espesores y modulos mínimos que previamente calculamos con el registro de clasificación. Una vez dibujado los escantillones, se pueden sacar distintos cortes a distintas cuadernas. Vemos en la figura de abajo como nos queda la estructura de nuestro proyecto.

PROYECTO	Página 235 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

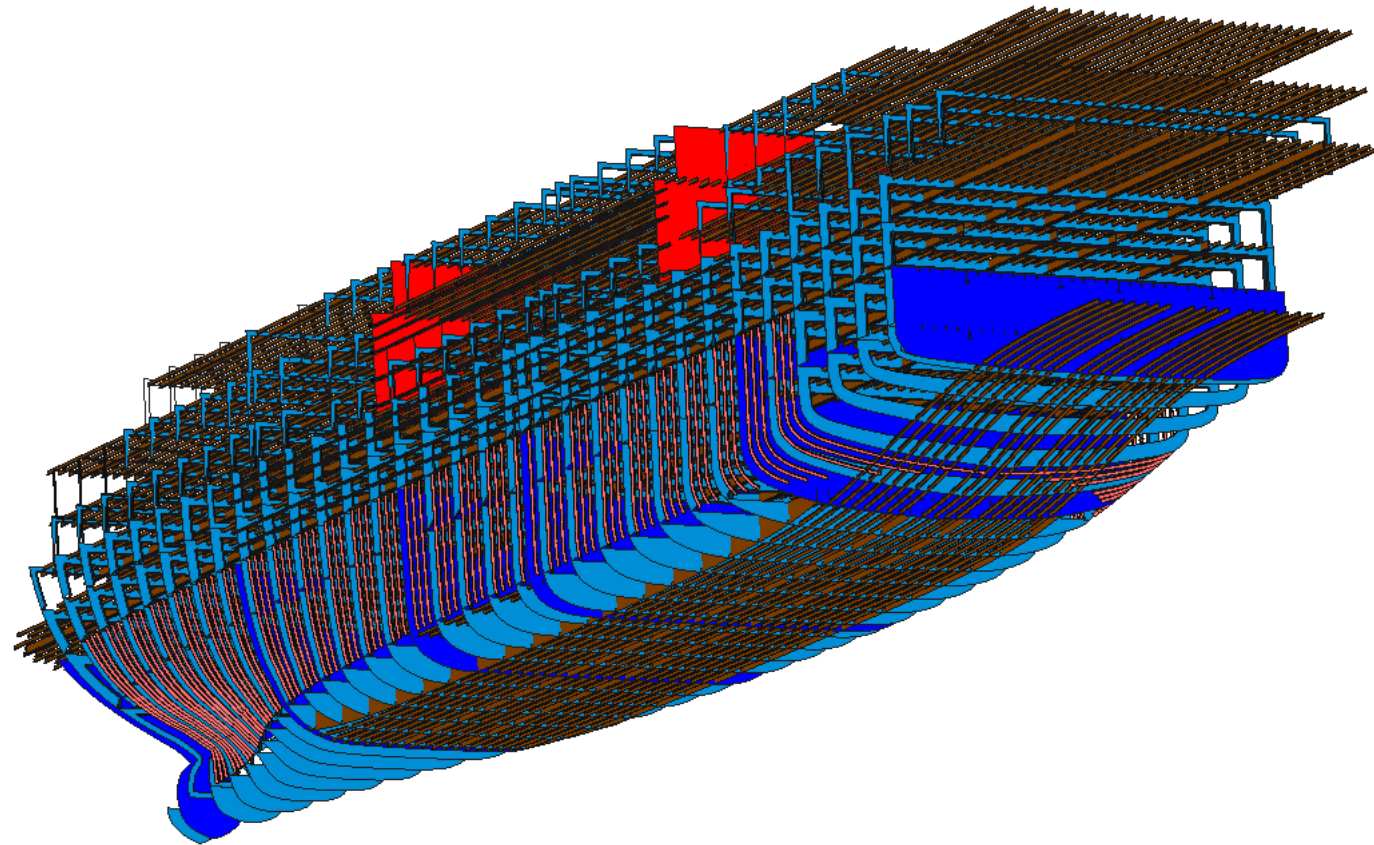
PROYECTO	Página 236 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



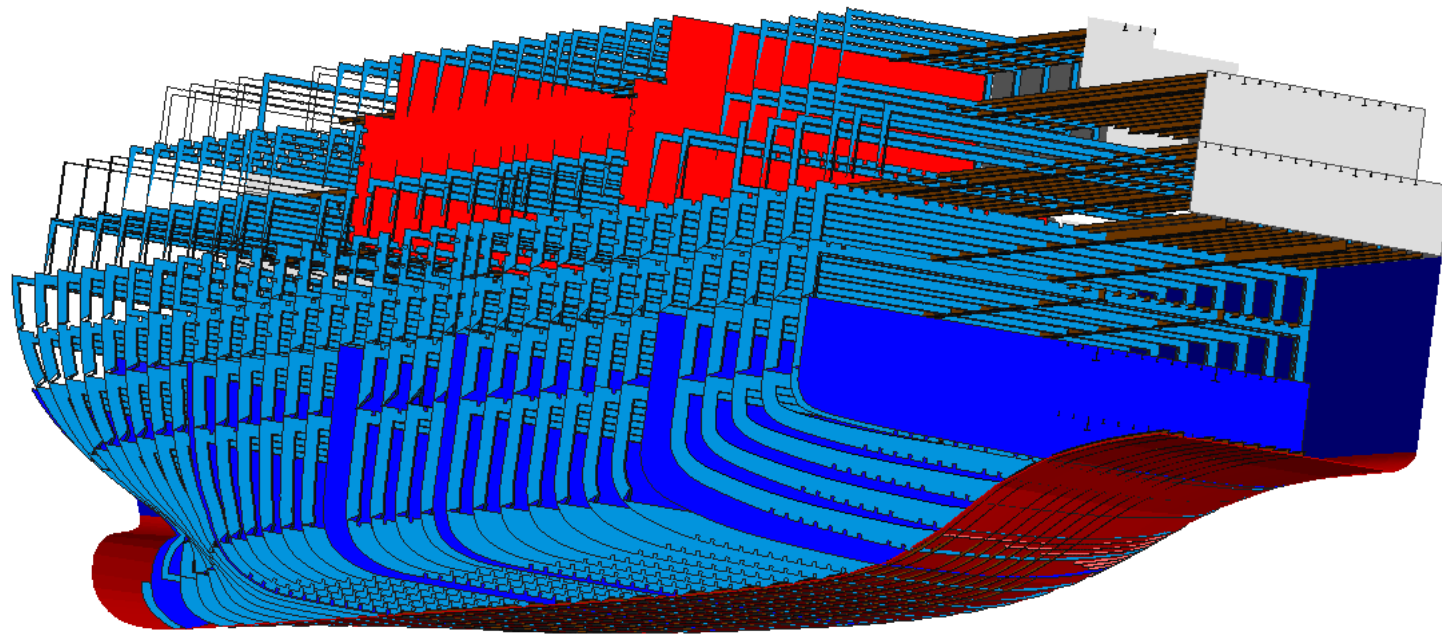
PROYECTO	Página 237 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 238 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 239 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 240 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

AMARRE Y FONDEO

PROYECTO	Página 241 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

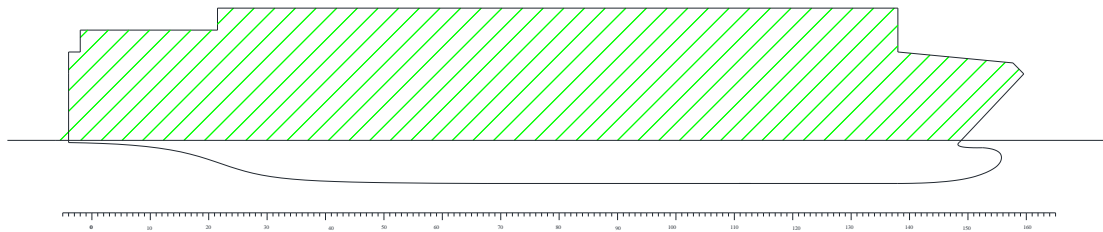
NUMERAL DE EQUIPO

Las características de los equipos de amarre, fondeo y remolque dependen del numeral de equipo:

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 * B * (FB + Hi) + \frac{A}{10}$$

Siendo:

- FB (francobordo) (m)
- Hi (sumatoria de las alturas de la superestructura) (m)
- A (Sumatoria de las áreas laterales de casco, superestructuras y casetas por encima de la flotación de máxima carga) (m²)



FB= 4,14 m
 Hi= 18,1 m
 A= 2145 m²

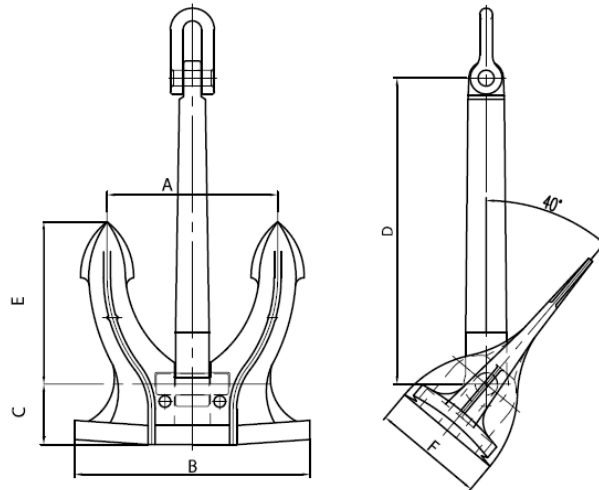
NE	1647
----	------

ANCLAS

Nuestro numeral de equipo esta entre 1570 y 1670 en la tabla de equipos NE1 de la prefectura naval. **Se dispone de dos anclas de 4890 kg** mas una de respeto.

Las anclas a colocar serán del tipo **HALL**, se las dispone del catalogo **TRILLO anclas y cadenas**, y sus dimensiones serán las de la siguiente figura:

PROYECTO	Página 242 de 326 2019	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



APPROX. WEIGHTS AND DIMENSIONS / PESOS Y MEDIDAS APROXIMADAS

mm

Nominal Weight kg.	A	B	C	D	E	F
80	339	468	108	611	336	222
105	371	512	120	669	368	242
135	371	512	149	669	368	254
180	445	613	142	800	440	290
240	445	613	182	800	440	304
300	527	727	168	949	522	344
360	527	727	190	949	522	358
420	590	813	188	1062	584	385
480	590	813	211	1062	584	395
570	653	900	208	1175	647	428
660	653	900	236	1175	647	438
780	725	1000	231	1305	718	473
900	725	1000	264	1305	718	485
1020	793	1093	252	1428	785	518
1140	793	1093	277	1428	785	530
1290	858	1182	273	1544	850	561
1440	858	1182	299	1544	850	573
1590	920	1268	293	1655	911	601
1740	920	1268	315	1655	911	611
1920	980	1350	312	1761	970	640
2100	980	1350	337	1761	970	650
2280	1038	1430	331	1866	1027	678
2460	1038	1430	355	1866	1027	688
2640	1090	1500	347	1959	1079	712
2850	1090	1500	370	1959	1079	722
3060	1144	1578	365	2058	1133	748
3300	1144	1578	387	2058	1133	760
3540	1202	1656	383	2159	1189	785
3780	1202	1656	405	2159	1189	797

mm

Nominal Weight kg.	A	B	C	D	E	F
4050	1257	1732	400	2258	1244	821
4320	1257	1732	422	2258	1244	831
4590	1257	1732	444	2258	1244	841
4890	1338	1846	426	2405	1325	874
5250	1338	1846	450	2405	1325	888
5610	1432	1974	431	2577	1418	936
6000	1432	1974	457	2577	1418	936
6450	1432	1974	483	2577	1418	950
6900	1533	2112	462	2757	1518	1001
7350	1533	2112	488	2757	1518	1001
7800	1533	2112	514	2757	1518	1015
8300	1621	2234	489	2916	1605	1059
8700	1621	2234	517	2916	1605	1059
9300	1621	2234	545	2916	1605	1074
9900	1726	2380	520	3105	1709	1128
10500	1726	2380	550	3105	1709	1128
11100	1726	2380	580	3105	1709	1138
11700	1819	2507	554	3273	1801	1188
12300	1819	2507	580	3273	1801	1188
12900	1819	2507	607	3273	1801	1200
13500	1904	2624	577	3425	1885	1243
14100	1904	2624	607	3425	1885	1243
14700	1904	2624	650	3425	1885	1243
15400	1904	2624	657	3425	1885	1263
16100	2018	2782	612	3632	1998	1318
16900	2018	2782	638	3632	1998	1318
17800	2018	2782	683	3632	1998	1318
18800	2018	2782	699	3632	1998	1343
20000	2170	2990	652	3905	2148	1416

Peso	A	B	C	D	E	F
4890 kg	1338	1846	426	2405	1325	874

PROYECTO	Página 243 de 326	2019	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY			
CHARLY			

CADENAS

Se disponen cadenas para cada ancla.

Diámetro (mm)	70
Longitud (m)	550

Chain diameter		GRADE U2		GRADE U3		Approx. min. weight per 27,5 mtr	Number of links per 27,5 meter	Approx. weight per meter
Inches	mm	Proof load kN	Breaking load kN	Proof load kN	Breaking load kN			
1/2	12,5	66	92			110	549	4,0
9/16	14	82	116			128	491	4,7
5/8	16	107	150			150	429	5,5
11/16	17,5	127	179			197	391	7,2
3/4	19	150	211			236	357	8,6
13/16	20,5	175	244	244	349	268	329	9,7
7/8	22	200	280	280	401	324	305	11,8
15/16	24	237	332	332	476	370	285	13,5
1	26	278	389	389	556	431	259	15,7
1	1/8	28	321	449	642	496	245	18,0
1	3/16	30	368	514	735	563	225	20,5
1	1/4	32	417	583	833	635	213	23,1
1	5/16	34	468	655	937	712	195	25,9
1	7/16	36	523	732	1050	800	187	29,1
1	1/2	38	581	812	1160	888	179	32,3
1	9/16	40	640	896	1280	1033	171	37,6
1	5/8	42	703	981	1400	1084	163	39,4
1	3/4	44	769	1080	1540	1197	153	43,5
1	13/16	46	837	1170	1680	1310	147	47,6
1	7/8	48	908	1270	1810	1438	143	52,3
2	50	981	1370	1370	1960	1546	137	56,2
2	1/16	52	1060	1480	2110	1661	129	60,4
2	1/8	54	1140	1590	2270	1791	125	65,1
2	3/16	56	1220	1710	2430	1926	123	70,0
2	5/16	58	1290	1810	2600	2086	119	75,9
2	3/8	60	1380	1940	2770	2249	113	81,8
2	7/16	62	1470	2060	2940	2361	111	85,9
2	1/2	64	1560	2190	3130	2516	107	91,5
2	5/8	66	1660	2310	3300	2676	105	97,3
2	11/16	68	1750	2450	3500	2885	99	104,9
2	3/4	70	1840	2580	3690	3010	97	109,5

Para un diámetro de 70 mm obtenemos aproximadamente un peso de 109,5 kg por metro de cadena.

$$\text{Peso cadena total} = 109,5 \text{ kg} \times 550 \text{ m} \times 2 \text{ cadenas}$$

$$\text{Peso cadena total} = 120,5 \text{ tn}$$

CABO DE REMOLQUE

PROYECTO	Página 244 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Prefectura nos pide una longitud de 220 m con una carga de rotura de 941 KN

CABO DE AMARRE

Como mínimo prefectura nos pide 5 líneas de amarre con una longitud mínima de 190 m cada una, con una carga mínima de rotura de 333 KN

PROYECTO	Página 245 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

PESO DEL BUQUE EN ROSCA Y CENTRO DE GRAVEDAD

PROYECTO	Página 246 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

INTRODUCCIÓN

En esta sección procederemos al cálculo del peso en rosca del buque y la determinación de su centro de gravedad.

El peso en rosca del buque se descompondrá en tres partes.

- Peso del acero.
- Peso de Máquinas
- Peso del equipo y la habilitación

El cálculo del centro de gravedad del centro de gravedad se hace de manera directa a partir de la posición conocida de ésta, y considerando las distintas se obtiene la definitiva.

PESO DEL ACERO Y CENTRO DE GRAVEDAD

Existen varios métodos para determinar el peso del acero. Todo depende en la etapa de proyecto que se encuentre el proyecto.

Basandonos en los conceptos del libro “El proyecto básico del buque mercante” de Ricardo Alvariño, última versión. La clasificación sistemática de los distintos métodos del cálculo del peso de la estructura referida a la etapa del proyecto en que se encuentra el buque podrían ser:

- Método por características principales.
- Métodos por superficies.
- Métodos por módulos resistentes.

El primer método es propio de la primera etapa del proyecto, el segundo se puede utilizar en un desarrollo más avanzado del mismo cuando ya se conoce la disposición general del buque. El tercero tiene en cuenta el estudio de resistencia longitudinal.

Hay un método que es el de Aldwinckle que extrapola el peso del acero continuo del buque a partir del peso de en la sección maestra. Este método se aplica desde la línea base hasta la cubierta resistente.

Dada estas definiciones, he decidido optar calcular el peso del acero mediante otras vías de cálculo. La globalización y el avance tecnológico de softwares, podemos acercarnos más a la realidad al momento de diseñar y producir un producto (barco), con la ventaja de economizar los costos.

El MAX SURF, sección de **diseño estructural**, es un buen programa de modelaje y montaje de escantillonado, basándonos en nuestro buque ya proyectado.

Aquí podemos crear todo lo necesario para nuestro proyecto, esto pueden ser:

PROYECTO	Página 247 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

- Refuerzos longitudinales y transversales: Se puede elegir un perfil ya cargado en el programa o crear tu perfil que necesites en autocad y cargarlo.
- Cuardenas: se pueden crear cuardenas en cualquier sección del buque.
- Mamparos: estos pueden ser estancos o no. Se puede detallar si los refuerzos que cortan estos mamparos son pasantes o no. También se puede diseñar los (cuton), los recortes de estos. Si no están cargados la geometría y tamaño que necesitas en el programa, también los puedes crear en autocad e exportarlo.
- Casco: desarrolla el casco previamente diseñado en max surf modeler.
- Chapas: se pueden crear chapas de todo tipo.
- Bularcamas

En este programa se puede detallar todo lo que necesites en tema de estructura.

Cargar tipos de materiales, perfiles, cortes de los pasantes de los longitudinales, alivianamientos, etc.

Una vez diseñado nuestro escantillonado se puede obtener el peso y centro de gravedad de cada elemento de la estructura, así como también el peso y centro de gravedad total del acero del buque.

Detalle a continuación la distribución de pesos de los elementos estructurales con sus respectivos pesos. Teniendo en cuenta que la densidad del acero usado es 7,865 Tn/m³

NOMBRE	CANTIDAD	GRUPO	MATERIAL	PESO	XG	ZG	YG
				tn	m	m	m
<i>Casco Superior</i>	2	Acero	Grade A	144,758	66,945	10,365	9,93
<i>S. Estructura 1er nivel</i>	2	Acero	Grade A	3,353	110,407	5,075	16,5
<i>S. Estructura 1er nivel</i>	2	Acero	Grade A	10,307	94,8	10,143	16,5
<i>S. Estructura 1er nivel</i>	2	Acero	Grade A	3,832	73,977	8,977	16,5
<i>S. Estructura 1er nivel</i>	2	Acero	Grade A	11,605	51,268	10,193	16,5

PROYECTO	Página 248 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

<i>S. Estructura 1er nivel</i>	2	Acero	Grade A	12,684	16	11,743	16,5
<i>S. Estructura 1er nivel</i>	2	Acero	Grade A	3,881	-3,193	5,875	16,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	1,916	110,404	5,075	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	5,89	94,8	10,146	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	2,189	73,977	8,98	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	2,567	28,4	6,246	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	4,681	9,2	10,146	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	0,736	21,604	8,2	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	1,916	-3,196	5,075	19,5
<i>S. Estructura 2do</i>	2	Acero	Grade A	7,06	50,291	9,95	19,5
<i>Casco intermedio</i>	2	Acero	Grade A	14,967	64,546	8,891	4,428
<i>Casco inferior</i>	2	Acero	Grade A	141,649	52,831	5,609	1,668
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	1,35	110,4	3,575	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	6,814	50,837	8,663	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	2,567	28,4	6,25	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	0,831	19,4	10,15	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	1,321	17,2	6,65	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	0,736	21,6	8,2	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	1,284	13,8	3,15	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	0,595	10,4	1,575	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	5,89	84,4	8,746	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	1,208	100	11,95	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	0,453	101,2	15,15	22,5
<i>Estructura 3er nivel</i>	2	Acero	Grade A	2,136	106,4	11,15	22,5
<i>Mamparo 1 (Cua.11)</i>	1	Acero	Grade A	7,263	8,8	0	7,539
<i>Mamparo 2 (Cua.32)</i>	1	Acero	Grade A	12,768	25,6	0	5,668
<i>Mamparo 3 (Cua.62)</i>	1	Acero	Grade A	14,525	49,6	0	5,085
<i>Mamparo 4 (Cuad.80)</i>	1	Acero	Grade A	14,309	64	0	5,101
<i>Mamparo 5 (Cua.105)</i>	1	Acero	Grade A	12,516	84	0	5,392
<i>Mamparo 6 (Cuad.138)</i>	1	Acero	Grade A	9,38	110,4	0	6,828
<i>Cuaderna 64</i>	1	Acero	Grade A	4,859	51,2	0	1,051
<i>Cuaderna 68</i>	1	Acero	Grade A	4,873	54,4	0	1,044
<i>Cuaderna 72</i>	1	Acero	Grade A	4,857	57,6	0	1,04
<i>Cuaderna 76</i>	1	Acero	Grade A	4,814	60,8	0	1,039
<i>Cuaderna 84</i>	1	Acero	Grade A	4,685	67,2	0	1,048
<i>Cuaderna 88</i>	1	Acero	Grade A	4,544	70,4	0	1,053
<i>Cuaderna 92</i>	1	Acero	Grade A	4,37	73,6	0	1,059
<i>Cuaderna 96</i>	1	Acero	Grade A	4,147	76,8	0	1,066
<i>Cuaderna 100</i>	1	Acero	Grade A	3,863	80	0	1,075
<i>Cuaderna 104</i>	1	Acero	Grade A	3,494	83,2	0	1,087
<i>Cuaderna 108</i>	1	Acero	Grade A	3,194	86,4	0	1,097

Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	2,666	89,6	0	1,11
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	2,14	92,8	0	1,114
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	1,693	96	0	1,11
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	1,357	99,2	0	1,11
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	1,113	102,4	0	1,119
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	0,936	105,6	0	1,137
Cuaderna 140	1	Acero	Grade A	0,675	112	0	1,212
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	2,858	28,8	0	1,37
Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	3,593	32	0	1,262
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	4,078	35,2	0	1,189
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	4,401	38,4	0	1,14
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	4,617	41,6	0	1,107
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	4,76	44,8	0	1,084
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	4,85	48	0	1,068
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	3,473	28,735	0,043	3,637
Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	3,458	31,934	0,034	3,633
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	3,459	35,133	0,036	3,629
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	3,459	38,332	0,037	3,629
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	3,474	41,531	0,028	3,614
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	3,474	44,73	0,038	3,644
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	3,479	47,929	0,021	3,64
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	3,473	51,128	0,033	3,641
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	3,47	54,327	0,032	3,64
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	3,449	57,526	0,032	3,624
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	3,442	60,725	0,031	3,623
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	3,432	67,123	0,017	3,626
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	3,425	70,322	0,03	3,613
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	3,388	73,52	0,044	3,63
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	3,37	76,719	0,043	3,625
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	3,354	79,917	0,042	3,616
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	3,342	83,116	0,042	3,603
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	3,366	86,316	0,042	3,607
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	3,396	89,515	0,031	3,569
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	3,438	92,716	0,028	3,53
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	3,483	95,916	0,017	3,488
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	3,525	99,116	0,008	3,564
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	3,367	102,311	0,005	3,6
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	1,995	239,707	-1,002	6,246
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	2,815	105,492	0,494	3,342
Cuaderna 12	1	Acero	Grade A	3,978	9,6	-0,45	4,436
Cuaderna 16	1	Acero	Grade A	4,913	12,8	0	4,318

Cuaderna 20	1	Acero	Grade A	5,038	16	0	3,989
Cuaderna 24	1	Acero	Grade A	5,198	19,2	0	3,599
Cuaderna 28	1	Acero	Grade A	5,365	22,4	0	3,237
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	2,91	51,115	0,083	6,05
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	3,873	54,335	0,098	4,438
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	2,889	57,512	0,126	6,027
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	2,886	60,71	0,124	6,027
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	2,883	67,108	0,033	6,129
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	2,878	70,307	0,032	6,129
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	2,872	73,506	0,031	6,128
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	2,852	76,704	0,051	6,14
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	2,842	79,902	0,05	6,139
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	2,836	83,101	0,026	6,14
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	2,841	86,3	0,045	6,168
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	2,825	89,498	0,042	6,166
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	2,793	92,696	0,059	6,18
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	2,77	95,894	0,055	6,179
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	2,802	99,094	0,03	6,251
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	2,771	102,292	0,026	6,251
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	2,738	105,489	0,007	6,255
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	2,672	108,685	0,026	6,263
Cuaderna 12	1	Acero	Grade A	2,994	9,531	0,04	7,459
Cuaderna 20	1	Acero	Grade A	2,961	15,928	0,056	7,361
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	2,9	28,722	0,065	7,255
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	2,909	35,12	0,077	7,222
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	2,907	38,319	0,075	7,229
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	2,907	44,717	0,073	7,242
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	2,906	47,915	0,072	7,245
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	2,906	51,114	0,071	7,247
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	2,705	54,307	0,015	6,858
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	2,649	57,504	0,04	6,91
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	2,649	60,702	0,038	6,909
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	2,65	67,1	0,035	6,905
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	2,644	70,299	0,058	6,895
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	2,658	73,498	0,004	6,902
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	2,636	76,696	0,052	6,911
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	2,636	79,895	0,048	6,907
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	2,635	83,093	0,043	6,901
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	2,65	86,293	0,037	6,92
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	2,631	89,491	0,056	6,937
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	2,627	92,689	0,049	6,931

Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	2,621	95,888	0,042	6,925
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	2,629	99,087	0,034	6,871
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	2,589	102,284	0,027	6,944
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	2,559	105,481	0,045	6,946
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	2,535	108,679	0,039	6,971
Mamparo 3 (Cua.	1	Acero	Grade A	3,774	-24,18	0,017	5,682
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	3,744	54,4	0,141	6,095
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	3,731	57,6	0,142	6,067
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	1,954	-14,712	-0,465	5,241
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	7,25	67,163	1,073	5,551
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	7,247	70,363	1,073	5,55
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	2,615	73,496	0,041	8,276
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	7,24	76,762	1,072	5,548
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	7,235	79,962	1,072	5,547
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	7,227	83,161	1,072	5,544
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	3,708	86,4	0,005	5,98
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	2,646	89,491	0,004	8,297
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	3,7	92,8	0,005	5,98
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	2,627	95,888	0,045	8,306
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	2,629	99,087	0,041	8,302
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	2,636	102,286	0,013	8,306
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	2,631	105,485	0,033	8,293
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	2,026	108,649	0,023	6,29
Cuaderna 32	1	Acero	Grade A	1,584	25,459	0,349	9,839
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	1,371	41,425	0,34	9,707
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	1,444	44,632	0,322	10,123
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	1,444	47,83	0,322	10,123
Mamparo 3 (Cua.	1	Acero	Grade A	1,444	49,429	0,322	10,123
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	1,444	51,028	0,322	10,123
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	1,444	54,225	0,322	10,123
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	1,444	57,423	0,322	10,123
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	1,444	60,621	0,322	10,123
Mamparo 4 (Cuad	1	Acero	Grade A	1,444	63,819	0,322	10,123
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	1,444	67,017	0,322	10,123
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	1,298	70,194	0,308	10,162
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	1,233	73,38	0,326	9,746
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	1,233	76,577	0,326	9,746
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	1,397	79,801	0,334	9,839
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	1,397	82,999	0,334	9,839
Mamparo 5 (Cua	1	Acero	Grade A	1,395	83,798	0,335	9,83
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	1,447	86,204	0,323	10,115

Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	1,447	89,401	0,323	10,115
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	1,447	92,599	0,323	10,115
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	1,447	95,797	0,323	10,115
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	1,447	98,995	0,323	10,115
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	1,447	102,193	0,323	10,115
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	1,447	105,39	0,323	10,115
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	1,447	108,588	0,323	10,115
Cuaderna 20	1	Acero	Grade A	3,784	15,944	-5,517	20,486
Cuaderna 24	1	Acero	Grade A	1,125	19,007	-2,396	6,812
Cuaderna 4	1	Acero	Grade A	3,784	3,147	-5,517	20,486
Cuaderna 8	1	Acero	Grade A	3,784	6,346	-5,517	20,486
Mamparo 1 (Cua.	1	Acero	Grade A	3,784	8,745	-5,517	20,486
Cuaderna 12	1	Acero	Grade A	1,587	28,657	0,348	9,854
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	1,024	70,151	0,363	15,138
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	0,985	73,338	0,379	14,913
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	0,985	76,535	0,379	14,913
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	3,063	79,914	-5,045	25,748
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	3,06	83,113	-5,05	25,753
Mamparo 5 (Cua	1	Acero	Grade A	3,06	83,913	-5,05	25,753
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	3,06	86,312	-5,05	25,753
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	3,06	89,511	-5,05	25,753
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	2,76	92,8	-5,598	28,59
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	-3,208	102,392	4,817	14,628
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	-3,208	108,792	4,817	14,628
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	2,608	28,713	0	8,214
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	3,026	28,725	0	5,809
Cuaderna 12	1	Acero	Grade A	3,041	9,532	0	5,781
Cuaderna 12	1	Acero	Grade A	2,704	9,523	0	6,907
Cuaderna 12	1	Acero	Grade A	2,668	9,522	0	8,161
Cuaderna 16	1	Acero	Grade A	3,031	12,731	0,03	5,802
Cuaderna 20	1	Acero	Grade A	3,03	15,929	0,034	5,803
Cuaderna 24	1	Acero	Grade A	3,029	19,128	0,034	5,805
Cuaderna 28	1	Acero	Grade A	3,028	22,327	0,035	5,807
Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	3,028	31,924	0	5,804
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	3,028	35,123	0	5,805
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	3,015	38,322	0,049	5,8
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	3,016	41,521	0,044	5,801
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	3,027	44,72	0,062	5,82
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	3,027	47,919	0,06	5,82
Cuaderna 16	1	Acero	Grade A	2,703	12,722	0,067	6,882
Cuaderna 32	1	Acero	Grade A	2,611	25,515	0,058	6,86

Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	2,613	31,912	0,046	6,866
Cuaderna 24	1	Acero	Grade A	2,691	19,119	0,054	6,929
Cuaderna 28	1	Acero	Grade A	2,674	22,318	0,045	6,981
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	2,646	41,51	0,071	6,955
Mamparo 3 (Cua.	1	Acero	Grade A	2,667	49,507	0,067	6,912
Mamparo 4 (Cuad	1	Acero	Grade A	2,649	63,901	0,037	6,907
Mamparo 4 (Cuad	1	Acero	Grade A	3,702	64	0,005	5,946
Cuaderna 20	1	Acero	Grade A	2,651	15,919	0,035	8,195
Cuaderna 16	1	Acero	Grade A	2,658	12,721	0,057	8,15
Cuaderna 16	1	Acero	Grade A	1,142	12,616	0	-0,35
Cuaderna 24	1	Acero	Grade A	2,641	19,118	0,076	8,183
Cuaderna 28	1	Acero	Grade A	2,645	22,317	0,053	8,196
Cuaderna 32	1	Acero	Grade A	2,638	25,515	0,008	8,184
Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	2,611	31,912	0,05	8,225
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	2,611	35,111	0,049	8,227
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	2,611	38,31	0,048	8,227
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	2,611	41,508	0,048	8,228
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	2,629	44,708	0,047	8,276
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	2,643	47,907	0,025	8,257
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	2,657	51,106	0	8,242
Cuaderna 16	1	Acero	Grade A	2,214	12,705	0	7,918
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	1,371	38,228	0,34	9,707
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	0,603	66,761	0	-0,372
Mamparo 3 (Cua.	1	Acero	Grade A	0,603	49,19	0	-0,372
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	0,603	50,787	0	-0,372
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	0,603	53,982	0	-0,372
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	0,603	57,177	0	-0,372
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	0,603	60,371	0	-0,372
Mamparo 4 (Cuad	1	Acero	Grade A	0,603	63,566	0	-0,372
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	0,603	38,009	0	-0,372
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	0,603	41,203	0	-0,372
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	0,603	44,398	0	-0,372
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	0,603	47,593	0	-0,372
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	3,364	95,913	0	23,394
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	3,364	99,112	0	23,394
Cuaderna 128	1	Acero	Grade A	2,665	102,4	5,799	17,678
Cuaderna 132	1	Acero	Grade A	2,665	105,6	5,799	17,678
Cuaderna 136	1	Acero	Grade A	2,665	108,8	5,799	17,678
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	3,364	92,714	-4,593	23,394
Cuaderna 72	1	Acero	Grade A	1,281	57,401	0,292	13,537
Cuaderna 76	1	Acero	Grade A	1,281	60,598	0,292	13,537

Mamparo 4 (Cuad	1	Acero	Grade A	1,281	63,796	0,292	13,537
Cuaderna 84	1	Acero	Grade A	1,281	66,993	0,292	13,537
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	0,743	70,4	0,502	23,604
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	0,743	73,6	0,502	23,604
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	0,743	76,8	0,502	23,604
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	0,743	80	0,502	23,604
Cuaderna 104	1	Acero	Grade A	0,743	83,2	0,502	23,604
Mamparo 5 (Cua	1	Acero	Grade A	0,743	84	0,502	23,604
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	0,743	86,4	0,502	23,604
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	0,743	89,6	0,502	23,604
Cuaderna 48	1	Acero	Grade A	1,287	38,217	0,29	13,586
Cuaderna 52	1	Acero	Grade A	1,287	41,414	0,29	13,586
Cuaderna 56	1	Acero	Grade A	1,287	44,612	0,29	13,586
Cuaderna 60	1	Acero	Grade A	1,287	47,809	0,29	13,586
Mamparo 3 (Cua.	1	Acero	Grade A	1,287	49,408	0,29	13,586
Cuaderna 64	1	Acero	Grade A	1,287	51,007	0,29	13,586
Cuaderna 68	1	Acero	Grade A	1,287	54,204	0,29	13,586
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	2,369	35,102		24,054
Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	2,369	31,903		24,054
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	2,369	28,704		24,054
Cuaderna 32	1	Acero	Grade A	2,369	25,506		24,054
Cuaderna 28	1	Acero	Grade A	2,369	22,307		24,054
Cuaderna 44	1	Acero	Grade A	2,316	35,099		21,351
Cuaderna 28	1	Acero	Grade A	2,319	22,305		21,323
Cuaderna 32	1	Acero	Grade A	2,319	25,504		21,323
Cuaderna 36	1	Acero	Grade A	2,32	28,702		21,321
Cuaderna 40	1	Acero	Grade A	2,32	31,901		21,321
Cuaderna 88	1	Acero	Grade A	2,519	70,4		31,429
Cuaderna 92	1	Acero	Grade A	2,519	73,6		31,429
Cuaderna 96	1	Acero	Grade A	2,519	76,8		31,429
Cuaderna 100	1	Acero	Grade A	0,923	80		23,146
Cuaderna 108	1	Acero	Grade A	1,319	86,4		22,563
Cuaderna 112	1	Acero	Grade A	0,92	89,6		23,153
Cuaderna 116	1	Acero	Grade A	0,92	92,8		23,153
Cuaderna 120	1	Acero	Grade A	0,92	96		23,153
Cuaderna 124	1	Acero	Grade A	0,92	99,2		23,153
MAMPARO CONTRA INCENDIO 1	1	Acero	Grade A	40,8	36,2		19,377
MAMPARO CONTRA INCENDIO 2	1	Acero	Grade A	40,802	68,8		19,376
Cubierta N°1	1	Acero	Grade A	170,419	60,169	0	2
Cubierta N°6	1	Acero	Grade A	64,956	18,819	0	17,999

Cubierta N°2	1	Acero	Grade A	74,576	19,213	0	7
Cubierta N°2	1	Acero	Grade A	85,795	82,394	0	7
Cubierta N°2	1	Acero	Grade A	9,634	48,396	6,754	7
Cubierta N°2	1	Acero	Grade A	9,634	48,396	-6,754	7
Cubierta N°3	1	Acero	Grade A	66,251	19,208	0	10
Cubierta N°3	1	Acero	Grade A	8,56	48,399	-6,751	10
Cubierta N°3	1	Acero	Grade A	8,56	48,399	6,751	10
Cubierta N°3	1	Acero	Grade A	87,702	85,644	0	10
Cubierta N°4	1	Acero	Grade A	66,234	19,206	0	12,5
Cubierta N°4	1	Acero	Grade A	8,558	48,4	-6,75	12,5
Cubierta N°4	1	Acero	Grade A	8,558	48,4	6,75	12,5
Cubierta N°4	1	Acero	Grade A	95,376	87,818	0	12,5
Cubierta N°5	1	Acero	Grade A	82,787	19,205	0	14,999
Cubierta N°5	1	Acero	Grade A	10,697	48,4	-6,75	14,999
Cubierta N°5	1	Acero	Grade A	10,697	48,4	6,75	14,999
Cubierta N°5	1	Acero	Grade A	127,489	89,777	0	14,999
Cubierta N°6	1	Acero	Grade A	7,188	48,4	-5,95	17,999
Cubierta N°6	1	Acero	Grade A	7,188	48,4	5,95	17,999
Cubierta N°6	1	Acero	Grade A	68,91	83,005	0	17,999
Cubierta N°7	1	Acero	Grade A	50,549	17,985	0	21
Cubierta N°7	1	Acero	Grade A	7,188	48,4	-5,95	21
Cubierta N°7	1	Acero	Grade A	7,188	48,4	5,95	21
Cubierta N°7	1	Acero	Grade A	71,993	83,847	0	21
Cubierta N°8	1	Acero	Grade A	26,06	27,653	0	24
Cubierta N°8	1	Acero	Grade A	5,99	48,4	-5,25	24
Cubierta N°8	1	Acero	Grade A	5,99	48,4	5,25	24
Cubierta N°8	1	Acero	Grade A	65,132	84,139	0	24
Stringer 1	2	Acero	Grade A	3,279	40,263		1,492
Stringer 2	2	Acero	Grade A	3,279	40,265		1,502
Stringer 3	2	Acero	Grade A	8,743	56,036		1,039
Stringer 4	2	Acero	Grade A	3,279	40,269		1,525
Stringer 5	2	Acero	Grade A	3,279	40,272		1,538
Stringer 6	2	Acero	Grade A	3,278	40,274		1,552
Stringer 7	2	Acero	Grade A	3,278	40,277		1,568
Stringer 8	2	Acero	Grade A	3,278	40,28		1,587
Stringer 9	2	Acero	Grade A	3,278	40,265		1,61
Stringer 10	2	Acero	Grade A	3,278	40,295		1,641
Stringer 11	2	Acero	Grade A	8,165	56,109		1,089
Stringer 12	2	Acero	Grade A	2,053	54,81		1,871
Stringer 13	2	Acero	Grade A	2,053	54,81		1,871
Stringer 14	2	Acero	Grade A	2,053	54,81		1,871

Stringer 15	2	Acero	Grade A	2,053	54,81	1,871
Stringer 16	2	Acero	Grade A	2,053	54,81	1,871
Stringer 17	2	Acero	Grade A	2,053	54,81	1,871
Stringer 18	2	Acero	Grade A	2,053	54,81	1,871
Stringer 19	2	Acero	Grade A	2,053	54,81	1,871
Stringer 20	2	Acero	Grade A	2,053	54,81	1,871
Stringer 21	2	Acero	Grade A	0,506	56,83	1,87
Stringer 22	2	Acero	Grade A	0,506	56,83	1,87
Stringer 23	2	Acero	Grade A	0,506	56,83	1,87
Stringer 24	2	Acero	Grade A	0,506	56,83	1,87
Stringer 25	2	Acero	Grade A	0,506	56,83	1,87
Stringer 26	2	Acero	Grade A	2,182	54,809	10,852
Stringer 27	2	Acero	Grade A	2,182	54,734	11,701
Stringer 28	2	Acero	Grade A	2,182	54,809	13,351
Stringer 29	2	Acero	Grade A	2,182	54,809	14,2
Stringer 30	2	Acero	Grade A	1,625	52,025	15,75
Stringer 31	2	Acero	Grade A	1,625	52,025	17,25
Stringer 32	2	Acero	Grade A	1,181	52,015	18,75
Stringer 33	2	Acero	Grade A	1,181	52,015	19,5
Stringer 34	2	Acero	Grade A	1,181	52,015	20,25
Stringer 35	2	Acero	Grade A	9,619	52,495	6,602
Stringer 36	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 37	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 38	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 39	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 40	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 41	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 42	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 43	2	Acero	Grade A	9,619	52,495	6,602
Stringer 44	2	Acero	Grade A	1,989	52,418	6,872
Stringer 45	2	Acero	Grade A	1,715	46,407	6,873
Stringer 46	2	Acero	Grade A	1,715	46,407	6,873
Stringer 47	2	Acero	Grade A	1,715	46,407	6,873
Stringer 48	2	Acero	Grade A	0,73	48,011	6,872
Stringer 49	2	Acero	Grade A	0,748	25,222	6,871
Stringer 50	2	Acero	Grade A	0,748	25,222	6,871
Stringer 51	2	Acero	Grade A	0,931	75,623	6,872
Stringer 52	2	Acero	Grade A	0,931	75,623	6,872
Stringer 53	2	Acero	Grade A	9,619	52,472	9,603
Stringer 54	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 55	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873

Stringer 56	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 57	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 58	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 59	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 60	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 61	2	Acero	Grade A	9,619	52,472	9,603
Stringer 62	2	Acero	Grade A	1,989	52,41	9,873
Stringer 63	2	Acero	Grade A	1,715	46,407	9,873
Stringer 64	2	Acero	Grade A	1,715	46,407	9,873
Stringer 65	2	Acero	Grade A	1,715	46,407	9,873
Stringer 66	2	Acero	Grade A	0,73	48,011	9,872
Stringer 67	2	Acero	Grade A	0,748	25,222	9,871
Stringer 68	2	Acero	Grade A	0,748	25,222	9,871
Stringer 69	2	Acero	Grade A	0,931	75,623	9,872
Stringer 70	2	Acero	Grade A	0,931	75,623	9,872
Stringer 71	2	Acero	Grade A	0,365	33,547	12,372
Stringer 72	2	Acero	Grade A	0,365	33,627	12,371
Stringer 73	2	Acero	Grade A	1,569	89,608	12,371
Stringer 74	2	Acero	Grade A	1,551	89,208	12,371
Stringer 75	2	Acero	Grade A	9,615	74,399	12,157
Stringer 76	2	Acero	Grade A	2,226	74,33	12,373
Stringer 77	2	Acero	Grade A	2,226	74,33	12,373
Stringer 78	2	Acero	Grade A	2,19	73,606	12,371
Stringer 79	2	Acero	Grade A	2,19	73,606	12,371
Stringer 80	2	Acero	Grade A	2,19	73,53	12,373
Stringer 81	2	Acero	Grade A	2,153	72,806	12,371
Stringer 82	2	Acero	Grade A	2,153	72,736	12,372
Stringer 83	2	Acero	Grade A	9,142	72,039	12,154
Stringer 84	2	Acero	Grade A	2,117	72	12,372
Stringer 85	2	Acero	Grade A	2,044	70,336	12,372
Stringer 86	2	Acero	Grade A	2,044	70,4	12,372
Stringer 87	2	Acero	Grade A	1,898	67,13	12,373
Stringer 88	2	Acero	Grade A	1,861	66,329	12,373
Stringer 89	2	Acero	Grade A	11,19	53,436	14,659
Stringer 90	2	Acero	Grade A	2,591	53,54	14,873
Stringer 91	2	Acero	Grade A	2,591	53,54	14,873
Stringer 92	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	14,871
Stringer 93	2	Acero	Grade A	2,591	53,609	14,872
Stringer 94	2	Acero	Grade A	2,591	53,609	14,872
Stringer 95	2	Acero	Grade A	2,591	53,541	14,872
Stringer 96	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	14,871

Stringer 97	2	Acero	Grade A	11,19	53,436	14,659
Stringer 98	2	Acero	Grade A	2,591	53,54	14,873
Stringer 99	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	14,871
Stringer 100	2	Acero	Grade A	2,591	53,54	14,873
Stringer 101	2	Acero	Grade A	2,591	53,609	14,872
Stringer 102	2	Acero	Grade A	1,022	19,143	14,872
Stringer 103	2	Acero	Grade A	1,022	19,143	14,872
Stringer 104	2	Acero	Grade A	1,259	82,809	14,871
Stringer 105	2	Acero	Grade A	1,259	82,809	14,871
Stringer 106	2	Acero	Grade A	2,591	53,609	14,872
Stringer 107	2	Acero	Grade A	1,332	54,396	17,889
Stringer 108	2	Acero	Grade A	1,332	54,684	17,876
Stringer 109	2	Acero	Grade A	3,342	54,79	17,8
Stringer 110	2	Acero	Grade A	1,332	54,734	17,877
Stringer 111	2	Acero	Grade A	1,332	54,694	17,875
Stringer 112	2	Acero	Grade A	1,332	54,371	17,875
Stringer 113	2	Acero	Grade A	1,332	54,809	17,871
Stringer 114	2	Acero	Grade A	1,332	54,809	17,871
Stringer 115	2	Acero	Grade A	1,332	54,809	17,871
Stringer 116	2	Acero	Grade A	1,332	54,809	17,871
Stringer 117	2	Acero	Grade A	3,342	54,822	17,797
Stringer 118	2	Acero	Grade A	0,365	33,627	17,871
Stringer 119	2	Acero	Grade A	0,365	33,627	17,871
Stringer 120	2	Acero	Grade A	0,657	69,617	17,871
Stringer 121	2	Acero	Grade A	0,657	69,617	17,871
Stringer 122	2	Acero	Grade A	6,5	53,617	20,796
Stringer 123	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	20,871
Stringer 124	2	Acero	Grade A	2,591	53,597	20,878
Stringer 125	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	20,871
Stringer 126	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	20,871
Stringer 127	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	20,871
Stringer 128	2	Acero	Grade A	2,591	53,61	20,871
Stringer 129	2	Acero	Grade A	1,022	19,216	17,871
Stringer 130	2	Acero	Grade A	1,022	19,216	17,871
Stringer 131	2	Acero	Grade A	1,259	82,809	17,871
Stringer 132	2	Acero	Grade A	1,259	82,809	17,871
Stringer 133	2	Acero	Grade A	0,304	26,405	5,858
Stringer 134	2	Acero	Grade A	0,298	27,204	5,921
Stringer 135	2	Acero	Grade A	0,293	28,003	5,962
Stringer 136	2	Acero	Grade A	0,289	29,602	6,007
Stringer 137	2	Acero	Grade A	0,287	30,401	6,019

Stringer 138	2	Acero	Grade A	0,286	31,201	6,028
Stringer 139	2	Acero	Grade A	0,285	32,801	6,038
Stringer 140	2	Acero	Grade A	0,284	33,6	6,04
Stringer 141	2	Acero	Grade A	0,284	34,401	6,042
Stringer 142	2	Acero	Grade A	0,288	36	6,059
Stringer 143	2	Acero	Grade A	0,283	36,8	6,045
Stringer 144	2	Acero	Grade A	0,283	37,6	6,046
Stringer 145	2	Acero	Grade A	0,283	39,2	6,045
Stringer 146	2	Acero	Grade A	0,283	40	6,046
Stringer 147	2	Acero	Grade A	0,282	40,8	6,046
Stringer 148	2	Acero	Grade A	0,282	42,4	6,045
Stringer 149	2	Acero	Grade A	0,282	43,2	6,046
Stringer 150	2	Acero	Grade A	0,282	43,999	6,045
Stringer 151	2	Acero	Grade A	0,282	45,599	6,045
Stringer 152	2	Acero	Grade A	0,282	46,399	6,043
Stringer 153	2	Acero	Grade A	0,282	47,199	6,045
Stringer 154	2	Acero	Grade A	0,282	48,799	6,045
Stringer 155	2	Acero	Grade A	0,282	50,399	6,05
Stringer 156	2	Acero	Grade A	0,282	51,999	6,046
Stringer 157	2	Acero	Grade A	0,282	52,799	6,045
Stringer 158	2	Acero	Grade A	0,282	53,599	6,048
Stringer 159	2	Acero	Grade A	0,282	55,199	6,045
Stringer 160	2	Acero	Grade A	0,282	55,999	6,045
Stringer 161	2	Acero	Grade A	0,282	56,799	5,967
Stringer 162	2	Acero	Grade A	0,282	58,398	6,044
Stringer 163	2	Acero	Grade A	0,282	59,198	6,044
Stringer 164	2	Acero	Grade A	0,282	59,998	6,044
Stringer 165	2	Acero	Grade A	0,282	61,598	6,043
Stringer 166	2	Acero	Grade A	0,282	62,398	6,052
Stringer 167	2	Acero	Grade A	0,282	63,197	6,043
Stringer 168	2	Acero	Grade A	0,282	64,797	6,052
Stringer 169	2	Acero	Grade A	0,282	65,597	6,052
Stringer 170	2	Acero	Grade A	0,286	66,397	6,066
Stringer 171	2	Acero	Grade A	0,283	67,996	6,051
Stringer 172	2	Acero	Grade A	0,283	68,796	6,051
Stringer 173	2	Acero	Grade A	0,283	69,595	6,05
Stringer 174	2	Acero	Grade A	0,283	71,195	6,046
Stringer 175	2	Acero	Grade A	0,284	71,995	6,045
Stringer 176	2	Acero	Grade A	0,284	72,794	6,043
Stringer 177	2	Acero	Grade A	0,285	74,393	6,037
Stringer 178	2	Acero	Grade A	0,285	75,193	6,037

Stringer 179	2	Acero	Grade A	0,289	75,995	6,009
Stringer 180	2	Acero	Grade A	0,291	77,595	5,993
Stringer 181	2	Acero	Grade A	0,292	78,394	5,989
Stringer 182	2	Acero	Grade A	0,293	79,194	5,978
Stringer 183	2	Acero	Grade A	0,295	80,792	5,975
Stringer 184	2	Acero	Grade A	0,295	81,591	5,975
Stringer 185	2	Acero	Grade A	0,296	82,39	5,976
Stringer 186	2	Acero	Grade A	0,304	84,79	5,933
Stringer 187	2	Acero	Grade A	0,307	85,591	5,916
Stringer 188	2	Acero	Grade A	0,317	87,192	5,854
Stringer 189	2	Acero	Grade A	0,323	87,993	5,824
Stringer 190	2	Acero	Grade A	0,329	88,793	5,794
Stringer 191	2	Acero	Grade A	0,341	90,394	5,734
Stringer 192	2	Acero	Grade A	0,348	91,194	5,707
Stringer 193	2	Acero	Grade A	0,354	91,994	5,688
Stringer 194	2	Acero	Grade A	0,367	93,593	5,658
Stringer 195	2	Acero	Grade A	0,372	94,392	5,652
Stringer 196	2	Acero	Grade A	0,377	95,19	5,655
Stringer 197	2	Acero	Grade A	0,386	96,787	5,679
Stringer 198	2	Acero	Grade A	0,386	97,575	5,721
Stringer 199	2	Acero	Grade A	0,391	98,374	5,739
Stringer 200	2	Acero	Grade A	0,399	99,972	5,792
Stringer 201	2	Acero	Grade A	0,403	100,772	5,825
Stringer 202	2	Acero	Grade A	0,407	101,571	5,86
Stringer 203	2	Acero	Grade A	0,414	103,17	5,94
Stringer 204	2	Acero	Grade A	0,417	103,969	5,981
Stringer 205	2	Acero	Grade A	0,421	104,77	6,027
Stringer 206	2	Acero	Grade A	0,369	23,209	5,288
Stringer 207	2	Acero	Grade A	0,346	24,007	5,456
Stringer 208	2	Acero	Grade A	0,328	24,805	5,612
Stringer 209	2	Acero	Grade A	0,641	20,022	4,294
Stringer 210	2	Acero	Grade A	0,521	20,817	4,682
Stringer 211	2	Acero	Grade A	0,452	21,614	4,95
Stringer 212	2	Acero	Grade A	1,647	11,244	17,797
Stringer 213	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
Stringer 214	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
Stringer 215	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
Stringer 216	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
Stringer 217	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
Stringer 218	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
Stringer 219	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871

<i>Stringer 220</i>	2	Acero	Grade A	1,647	11,244	17,797
<i>Stringer 221</i>	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
<i>Stringer 222</i>	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
<i>Stringer 223</i>	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
<i>Stringer 224</i>	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	17,871
<i>Stringer 225</i>	2	Acero	Grade A	1,511	97,242	17,797
<i>Stringer 226</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 227</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 228</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 229</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 230</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 231</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 232</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 233</i>	2	Acero	Grade A	1,511	97,242	17,797
<i>Stringer 234</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 235</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 236</i>	2	Acero	Grade A	0,602	97,218	17,871
<i>Stringer 237</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 238</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,147	12,372
<i>Stringer 239</i>	2	Acero	Grade A	1,655	17,317	12,156
<i>Stringer 240</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 241</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,147	12,372
<i>Stringer 242</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 243</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 244</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,147	12,372
<i>Stringer 245</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 246</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 247</i>	2	Acero	Grade A	1,655	17,317	12,156
<i>Stringer 248</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 249</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,147	12,372
<i>Stringer 250</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,147	12,372
<i>Stringer 251</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,226	12,371
<i>Stringer 252</i>	2	Acero	Grade A	0,383	17,147	12,372
<i>Stringer 253</i>	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	20,871
<i>Stringer 254</i>	2	Acero	Grade A	0,657	11,222	20,871
<i>Stringer 255</i>	2	Acero	Grade A	0,565	9,207	20,875
<i>Stringer 256</i>	2	Acero	Grade A	1,418	9,211	20,804
<i>Stringer 257</i>	2	Acero	Grade A	0,565	9,207	20,875
<i>Stringer 258</i>	2	Acero	Grade A	0,565	10,035	20,885
<i>Stringer 259</i>	2	Acero	Grade A	0,565	9,67	20,882
<i>Stringer 260</i>	2	Acero	Grade A	1,715	72,87	20,873

Stringer 261	2	Acero	Grade A	4,303	72,368	20,804
Stringer 262	2	Acero	Grade A	1,715	72,596	20,875
Stringer 263	2	Acero	Grade A	0,73	51,182	20,947
Stringer 264	2	Acero	Grade A	0,73	50,732	20,882
Stringer 265	2	Acero	Grade A	0,693	94,816	20,924
Stringer 266	2	Acero	Grade A	0,693	95,216	20,871
Stringer 267	2	Acero	Grade A	1,022	77,611	23,871
Stringer 268	2	Acero	Grade A	1,022	77,611	23,871
Stringer 269	2	Acero	Grade A	5,127	54,45	23,678
Stringer 270	2	Acero	Grade A	2,044	54,55	23,751
Stringer 271	2	Acero	Grade A	2,044	54,486	23,757
Stringer 272	2	Acero	Grade A	1,889	58,535	23,872
Stringer 273	2	Acero	Grade A	1,889	58,58	23,872
Stringer 274	2	Acero	Grade A	1,889	58,535	23,872
Stringer 275	2	Acero	Grade A	1,889	58,58	23,872
Stringer 276	2	Acero	Grade A	1,022	77,611	23,871
Stringer 277	2	Acero	Grade A	2,563	77,627	23,797
Stringer 278	2	Acero	Grade A	1,022	77,611	23,871
Total				3734,905	57,145	0,00 10,964

Debido a que en el Max surf no se diseño las chimeneas, ni los refuerzos extras de sala de máquinas, peso de escuadras, soldaduras, etc. Estos se le sumaran al peso del acero

Se Aproximan estos pesos de la siguiente manera.

Guarda calor y chimenea: se determina en función de su volumen a partir de:

$$W = 0,13 V$$

$$V=14000 \text{ mm} * 15200 \text{ mm} * 3500\text{mm}$$

Volumen (m3)	Wt (tn)	Xg (m)	KG (m)
744,8	96,824	49,2	15

Pesos adicionales a la sala de máquinas: Se considera el peso extra que supone el reforzado de la estructura de los espacios de maquinas.

$$W = 0,0395V$$

Donde V= 5869,16 m3

Se toma la sala de motores principales y motores auxiliares. El centro de gravedad se lo tomo homogéneo a lo largo de la sala de máquinas.

PROYECTO	Página 263 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

Volumen (m3)	Wt (tn)	Xg (m)	KG (m)
5869,16	231,83	44,80	2,5

PESO TOTAL DEL ACERO DEL BUQUE.

	Peso	XG	P*XG	KG	P*KG
Acero	3734,905	57,145	213431,1462	10,964	40949,498
Peso adicional S.Máquina	231,83	44,8	10385,984	2,5	579,575
Chimenea y guarda calor	96,824	49,2	4763,7408	15	1452,36
Total	4063,559		229739,824		43265,989
		56,42		10,469	

Al valor obtenido del peso del acero que se le suma un 2 % por algún error de cálculo.

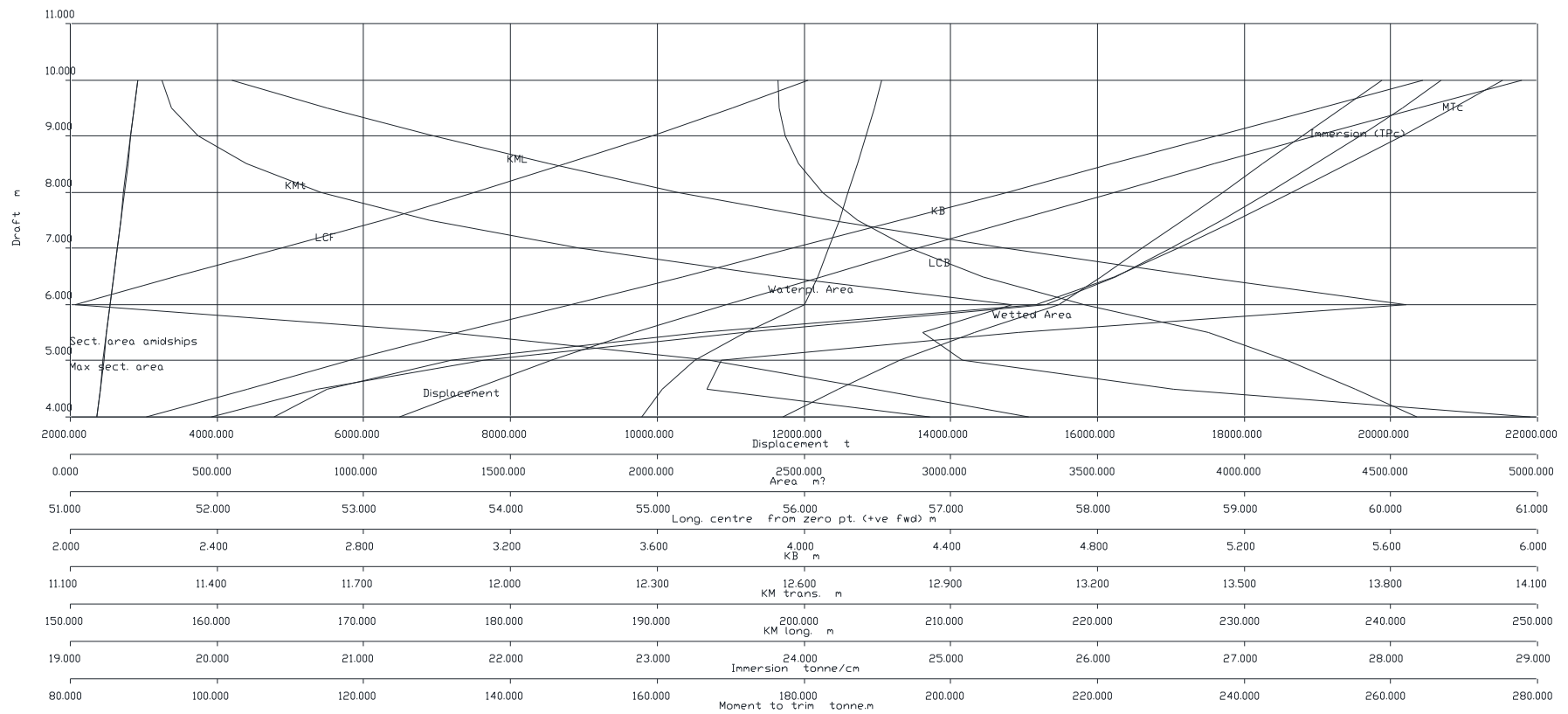
PESO total Acero	4125,4044
XGtacero	56,42
KGtacero	10,469

ÍTEM	CANTIDAD	PESO	VOLUMEN	Lcg (eje x)	Tcg (Eje z)	Vcg (eje y)
	N° o %	Tn	m3	m	m	m
Peso de Acero total	1	4125,404		56,42	0	10,469
Peso del Equipo y Habilitación	1	2602,493		59,54	0	16,25
Peso del motor Principal	4	71,1		42,4	0	4
Peso de las reductoras	2	55		35,44	0	2,5
Peso del resto de la maquinaria	1	832,73		49,6	0	7,5
Peso de otros elementos en la c	1	270,7		38,4	0	5
Peso de la línea de eje	2	66,65		20,4	0	2,874
Pasajeros	700	0,125		53,6	0	18,9
Tripulación	50	0,125		53,6	0	21,9
Viveres	1	23		53,6	0	19,5
Carga y pertrechos	1	27		53,6	0	19,5
Carga cubierta principal	1	200		50,4	0	11
Carga cubierta superior	1	200		50,4	0	13,5
Elementos de estiba	1	40		59,54	0	12,5
Tank MDO bb	1	44,634	49,593	65,2	-2,625	4,05
Tank MDO st	1	44,634	49,593	65,2	2,625	4,05
Settling T. bb	1	169,419	170,957	80,8	-2,625	4,65
Settling T.st	1	169,419	170,957	80,8	2,625	4,65
Service T. bb	1	58,178	58,706	80,8	-2,275	8,35
Service T.st	1	58,178	58,706	80,8	2,275	8,35
Storage T. b	1	236,546	238,694	87,2	-2,625	5,7
Storage T.Starboard	1	236,546	238,694	87,2	2,625	5,7
Lube oil T.1 bb	1	12,073	13,123	42,038	-6,294	0,718
Lube oil T.2 bb	1	12,308	13,585	42,03	-2,798	0,698
Lube oil T.3 st	1	12,308	13,585	42,03	2,798	0,698
Lube oil T.4 st	1	11,89	13,123	42,038	6,294	0,718
Dirty Lube oil T.	0	49,213	54,319	44,736	0	0,051
Storage T. Lube oil	1	56,867	62,767	23,677	0	4,748
Agua dulce T.1 bb	1	165,097	165,097	97,186	-2,587	6,062
Agua dulce T.2 st	1	165,097	165,097	97,186	2,587	6,062
Lastre 1 at	0	45,564	44,453	12,777	2,551	4,238
Lastre 1 bb	0	45,564	44,453	12,777	-2,551	4,238
Lastre 2 bb	1	35,19	34,332	10,887	-9,389	5,997
Lastre 2 st	1	35,19	34,332	10,887	9,389	5,997
Lastre 3 bb	0	62,287	60,768	16,777	-2,551	3,136
Lastre 3 st	0	62,287	60,768	16,777	2,551	3,136
Lastre 4 bb	0	46,801	45,66	16,777	-7,35	3,536
Lastre 4 st	0	46,801	45,66	16,777	7,35	3,536
Lastre 5 bb	0	52,656	51,372	71,933	-3,29	0
Lastre 5 st	0	52,656	51,372	71,933	3,29	0
Lastre 6 bb	0	41,984	40,96	80,485	-1,91	0
Lastre 6 st	0	41,984	40,96	80,485	1,91	0
Lastre 7 bb	0	21,924	21,389	89,618	-1,751	0,018
Lastre 7 st	0	21,924	21,389	89,618	1,751	0,018

PROYECTO	Página 265 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

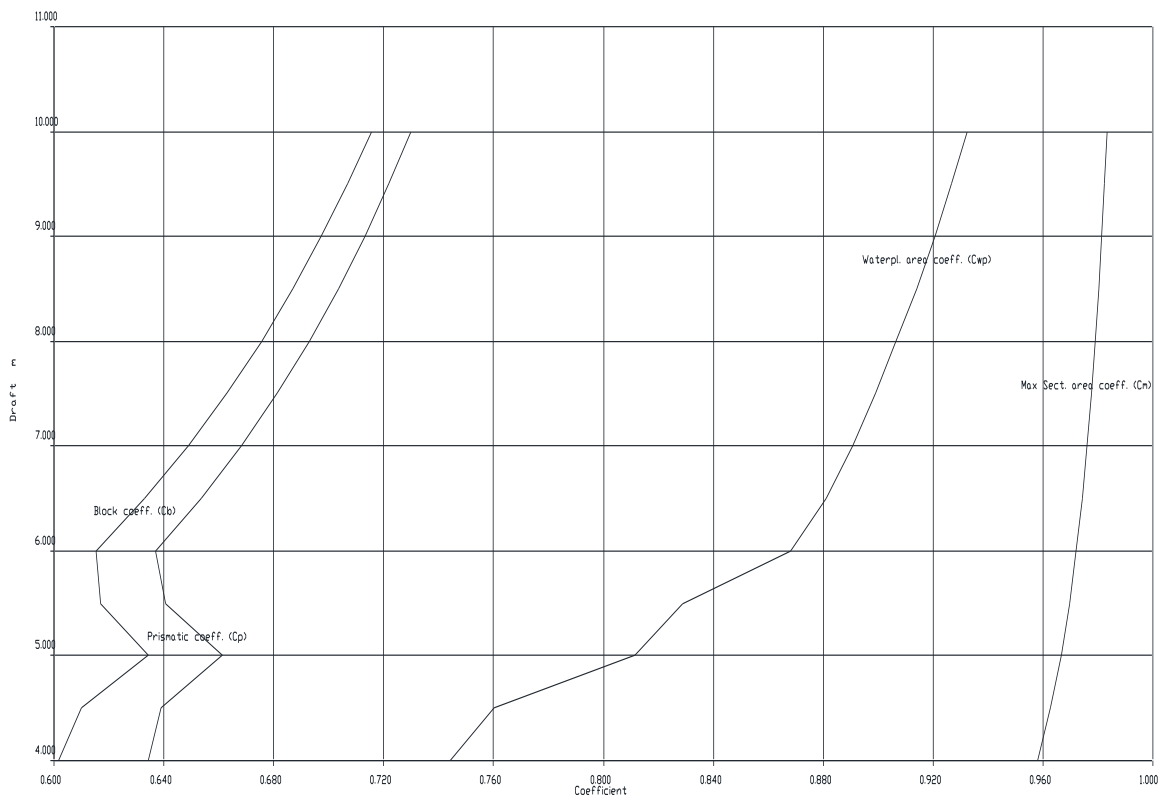
<i>Lastre 8 bb</i>	0	5,987	5,841	28,782	-7,35	0,849
<i>Lastre 8 st</i>	0	5,987	5,841	28,782	7,35	0,849
<i>Lastre 9 bb</i>	0	67,922	66,265	65,588	-9,297	2
<i>Lastre 9 st</i>	0	67,922	66,265	65,588	9,297	2
<i>Lastre Bulbo</i>	0	541,972	528,753	110,445	0	0
<i>Lastre 10 bb</i>	0	19,673	19,194	64,083	-7,352	0,019
<i>Lastre 10 st</i>	0	19,673	19,194	64,083	7,352	0,019
<i>Lastre 11 bb</i>	0	17,074	16,658	100,613	-0,007	0
<i>Lastre 11 st</i>	0	17,074	16,658	100,613	0,007	0
<i>Lastre 12 bb</i>	0	12,022	11,729	107,114	-0,002	0
<i>Lastre 12 st</i>	0	12,022	11,729	107,114	0,002	0

ATRIBUTOS DE CARENA DERECHA

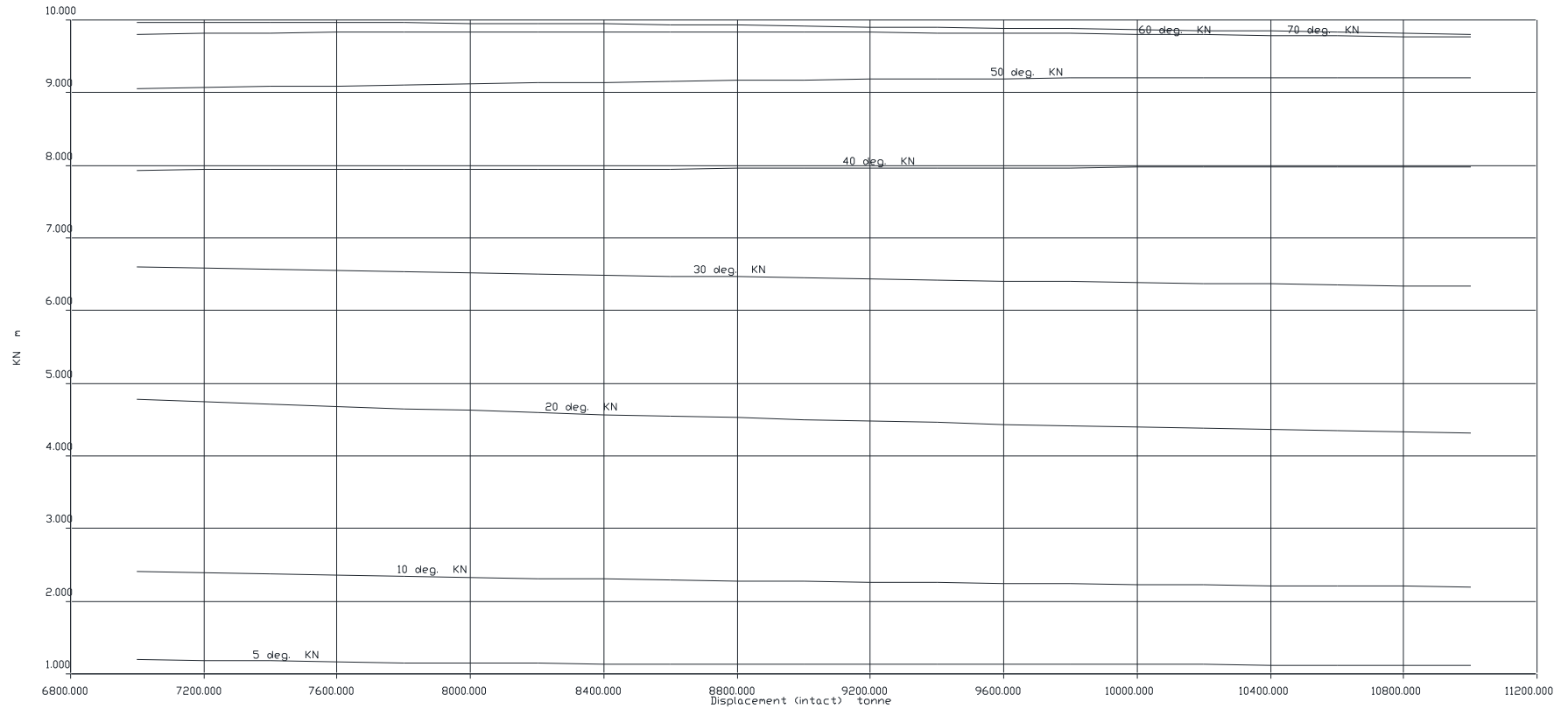


PROYECTO	Página 267 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019



CURVAS CRUZADAS DE ESTABILIDAD



CENTRO DE GRAVEDAD SUPUESTO EN 0

PROYECTO	Página 269 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

CONDICIONES DE CARGA Y SU RESISTENCIA LONGITUDINAL

PROYECTO	Página 270 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

CONDICIONES DE CARGA

INTRODUCCIÓN

En esta sección se estudiarán las diferentes condiciones de carga que se dan a lo largo de la vida del buque o, al menos, las más importantes. Las cuales están especificadas en las normas IMO. Dicho esto usaremos las normas de Prefectura Naval Argentina ORDENANZA N° 01/16 (DPSN), TOMO 1, RÉGIMEN TÉCNICO DEL BUQUE. A partir de esto obtenemos los siguientes resultados:

- Condiciones de equilibrio para cada condición de carga en estudio.
- Comprobación de la estabilidad de buque intacto para cada condición de carga

CONDICIONES DE CARGA A ESTUDIAR

Nuestro buque se considera un buque de pasajeros por lo cual, las condiciones típicas que hace referencia las Ordenanzas de Prefectura naval Argentina son las siguientes:

- I. **Buque en la condición de salida a plena carga, con la totalidad de provisiones y combustible y de pasajeros con su equipaje.**
- II. **Buque en la condición de llegada a plena carga, con la totalidad de pasajeros con su equipaje, pero con solo el 10% de provisiones y combustible.**
- III. **Buque sin carga pero con la totalidad de provisiones y combustible y de pasajeros con su equipaje.**
- IV. **Buque en las mismas condiciones que en III supra, pero con el 10 % de provisiones y combustible.**

PARÁMETROS DE LA CONDICIÓN DE CARGA

- **Francobordo.** Debe ser superior o igual al permitido, en las situaciones que se estudian se tomará como límite el de verano.
- **Trimado máximo.** Debe ser inferior al 1 % de la eslora entre perpendiculares: $dpr=1190$ mm

ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS

Los valores de GZ^* para cada ángulo de escora (φ) se obtienen del plano CURVAS CRUZADAS

Los valores de GZ (BRAZOS ADRIZANTES) se calculan: $GZ = GZ^* - KG \times \text{Seno } \varphi$ para cada ángulo de escora.

PROYECTO	Página 271 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Trazando una curva con los valores de GZ (CURVAS de BRAZOS ADERIZANTES) para cada ángulo de escora, pueden calcularse las áreas en metros por radianes.

Estas áreas se obtienen calculando la superficie bajo la curva de brazos adrizantes hasta cada escora considerada. Las áreas se obtienen en metros por grado, deberán dividirse por 53.7 para tenerlas en metros por radianes.

Los criterios de estabilidad intacta a los que se ha hecho referencia son:

- Para al menos un ángulo de escora superior a 30 grados, el brazo adrizante GZ deberá ser mayor que 0,2 m.
- El ángulo de escora correspondiente al mayor brazo adrizante de la curva, deberá ser mayor que 25 grados.
- El área bajo la curva de brazos adrizantes hasta 30 grados deberá ser mayor que 0,055 metros por radian.
- El área área bajo la curva de brazos adrizantes hasta 40 grados deberá ser mayor que 0,09 metros por radian.
- El área área bajo la curva de brazos adrizantes entre 30 y 40 grados deberá ser mayor que 0,03 metros por radian.

CRITERIO METEOROLÓGICO

Trazando la flotación de acuerdo a los calados resultantes en el cálculo de asiento se calcula el area en [m²], expuesta al viento, midiendo en el plano de arreglo general.

Se calcula la distancia "H", en metros, desde el centro de esa superficie hasta la mitad del calado.

Se calcula el desplazamiento "Δ", de las curvas de ATRIBUTOS DE CARENA.

La presión del viento a una altura "z" desde la flotación "Pz" (en [kN/m²]) se calcula entrando en las tablas de la O.M.2/92.

El par escorante debido al viento constante se calcula:

$$MV1= Pz \times A \times H$$

El par escorante debido a ráfagas se calcula :

$$MV2= MV1 \times 1,5$$

El par escorante debido a cargas fuera de crujía se calcula:

$$MC = P \times d / 9.81$$

PROYECTO	Página 272 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Donde:

- P: Peso de la carga en toneladas
- d: Distancia a crujía en metros

Los brazos escorantes se calculan:

- $LW1 = (MV1 + MC) / D$
- $LW2 = (MV2 + MC) / D$

ANGULO BALANCE

$$\phi_1 = 109 \times K \times X1 \times X2 \times \sqrt{(r \times s)}$$

Donde:

K: Factor de amortiguamiento que depende de la eslora en flotación L, de la manga en flotación B1, y del área de los elementos contra el rolido

X1: Factor que depende de la manga en flotación B1 y del calado H considerado.

X2: Factor que depende del coeficiente de block Cb.

s: Factor que depende del periodo de rolido T, la altura metacéntrica GM y de la manga en flotación Mf.

r: Factor que depende de la distancia vertical OG en metros (e/el centro de gravedad del área expuesta y la flot) y del calado.

Todos estos factores deben leerse de las tablas del punto 4.4 de la OM 2 / 92

En la curva de brazos adrizantes trazar dos líneas paralelas al eje de los ángulos. Una por LW1 y otra por LW2.

ϕ_0 : Angulo de escora por un viento constante, se encuentra en la intersección de la curva de brazos adrizantes con LW1

ϕ_1 : Angulo de balance medido desde ϕ_0 . hacia la izquierda.

ϕ_2 : Angulo de inundación o 40 grados, el menor.

ϕ_3 : Angulo de escora provocado por ráfagas de viento, se encuentra en la intersección de la curva de brazos adrizantes con LW2.

PROYECTO	Página 273 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Calcular las áreas :

A = Área entre la curva de brazos adrizantes y la línea de LW2, entre los ángulos ϕ_1 y ϕ_3 .

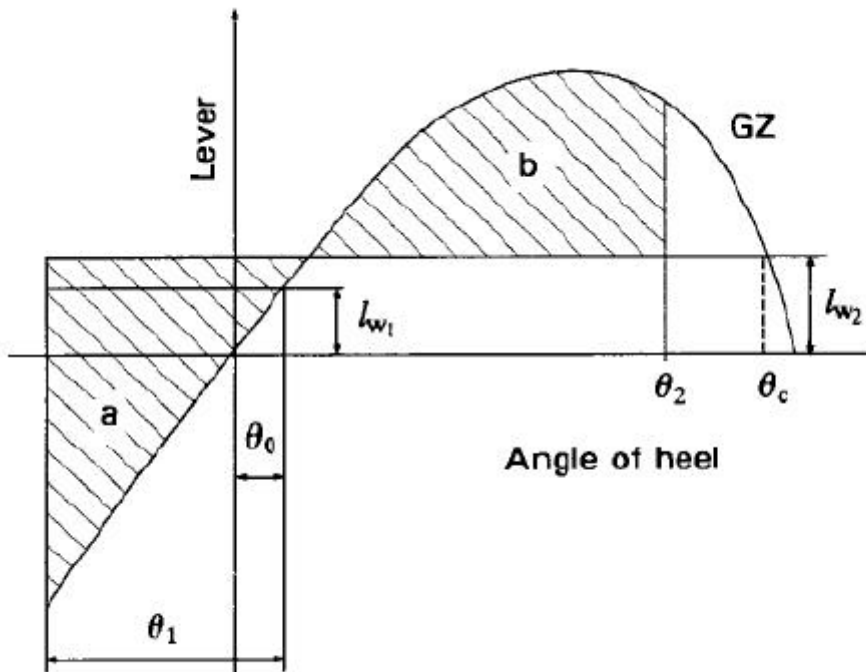
B = Área entre la curva de brazos adrizantes y la línea de LW2, entre los ángulos ϕ_3 y ϕ_2 .

$$CWR = B / A$$

Deberá cumplirse el siguiente criterio:

El efecto del brazo escorante, debe ser menor que el del brazo adrizante.

CWR debe ser mayor que 1.



Si no se cumple este criterio, la condición será considerada peligrosa y deberá evitarse

para lo cual deberán tomarse alguna o todas las siguientes precauciones:

- Cargar pesos mayores, para hundir más el buque y disminuir las áreas expuestas al viento
- Redistribuir la carga de manera de bajar los pesos altos.
- Evitar superficies libres de líquidos en tanques.

El periodo de balance, T_b , se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

PROYECTO	Página 274 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$T_b = 2. c. b / \sqrt{GM}$$

Donde:

- B manga del buque (m)
- GM altura metacéntrica corregida por superficie libre (m)
- $c = 0,373 + 0,023. \frac{B}{d} - 0,043. L_f / 100$

PROYECTO	Página 275 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CARGA

			B/ A	GM	GZ3 0	ϕ_{max}	e30	e40	e40- 30
Criterio			1	0,35	0,20	≥ 25	0,05 5	0,03 0	0,090
	Δ [t]	T [m]							
Plena carga - 100% Carga - 100 % Provisiones, combustible y de pasajeros.	10466,351	5,813	2,9 8	2,56 3	1,05 8	43,00 0	0,28 7	0,48 2	0,195
Llegada al puerto. Plena carga - 100% Carga - 10 % Provisiones, combustible y de pasajeros.	10337,373	5,765	3,2 5	2,66 8	1,13 4	43,00 0	0,30 8	0,51 7	0,209
Sin carga - 0 % Carga - 100 % Provisiones, combustible y de pasajeros.	10686,221	5,898	3,0 1	2,95 0	1,27 9	43,00 0	0,34 4	0,58 4	0,240
Sin Carga. 0% Carga- 10 % provisiones y consumibles	9960,595	5,614	3,1 4	2,52 6	1,20 5	43,00 0	0,33	0,55	0,220

PROYECTO	Página 276 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

1. Zarpada. Plena carga – 100% Carga - 100 % Provisiones, combustible y de pasajeros.

En esta condición de carga se dispone del 100 % de consumos, 100 % de carga (autos), 100 % de su equipaje.

Nro	NOMBRE	PESO	% Peso en la condición de carga	Peso en la condición de carga	-popa +proa		ORDENAD A	MOM.	SUP. LIBRE	
					ABSCISA	MOM.			VERT.	Par libre
		[t]			Lcg (eje x)	HORIZ.	Vcg (eje y)	VERT.	[t*m]	[t*m]
					[m]	[t*m]	[m]	[t*m]		
1	Peso de Acero total	4125,404	100	4125,404	-3,120	-12871,26	10,469	43188,854		
2	Peso del Equipo y Hablitación	2602,493	100	2602,493	0,000	0,00	16,250	42290,511		
3	Peso del motor Principal	284,400	100	284,4	-17,140	-4874,616	4,000	1137,600		
4	Peso de las reductoras	110,000	100	110	-24,100	-2651,000	2,500	275,000		
5	Peso del resto de la maquinaria	832,730	100	832,73	-9,940	-8277,336	7,500	6245,475		
6	Peso de otros elementos en la c	270,700	100	270,7	-21,140	-5722,598	5,000	1353,500		
7	Peso de la línea de eje	133,300	100	133,3	-39,140	-5217,362	2,874	383,104		
8	Pasajeros	87,500	100	87,5	-5,940	-519,750	18,900	1653,750		
9	Tripulación	6,250	100	6,25	-5,940	-37,125	21,900	136,875		
10	Víveres	23,000	100	23	-5,940	-136,620	19,500	448,500		
11	Carga y pertrechos	27,000	100	27	-5,940	-160,380	19,500	526,500		
12	Carga cubierta principal	200,000	100	200	-9,140	-1828,000	11,000	2200,000		
13	Carga cubierta superior	200,000	100	200	-9,140	-1828,000	13,500	2700,000		
14	Elementos de estiba	40,000	100	40	0,000	0,000	12,500	500,000		
15	Tank MDO bb	44,634	100	44,634	5,660	252,628	4,050	180,768		
16	Tank MDO st	44,634	100	44,634	5,660	252,628	4,050	180,768		
17	Settling T. bb	169,419	100	169,419	21,260	3601,848	4,650	787,798		
18	Settling T.st	169,419	100	169,419	21,260	3601,848	4,650	787,798		

PROYECTO	Página 277 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

19	Service T. bb	58,178	100	58,178	21,260	1236,864	8,350	485,786
20	Service T.st	58,178	100	58,178	21,260	1236,864	8,350	485,786
21	Storage T. b	236,546	100	236,546	27,660	6542,862	5,700	1348,312
22	Storage T.Starboard	236,546	100	236,546	27,660	6542,862	5,700	1348,312
23	Lube oil T.1 bb	12,073	100	12,073	-17,502	-211,302	0,718	8,668
24	Lube oil T.2 bb	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591
25	Lube oil T.3 st	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591
26	Lube oil T.4 st	11,890	100	11,89	-17,502	-208,099	0,718	8,537
27	Dirty Lube oil T.	49,213	0	0	-23,778	0,000	0,796	0,000
28	Storage T. Lube oil	56,867	100	56,867	-35,863	-2039,421	4,748	270,005
29	Agua dulce T.1 bb	165,097	100	165,097	37,646	6215,242	6,062	1000,818
30	Agua dulce T.2 st	165,097	100	165,097	37,646	6215,242	6,062	1000,818
31	Lastre 1 at	45,564	0	0	-48,642	0,000	5,833	0,000
32	Lastre 1 bb	45,564	0	0	-48,642	0,000	5,833	0,000
33	Lastre 2 bb	35,190	100	35,19	-48,653	-1712,099	5,997	211,034
34	Lastre 2 st	35,190	100	35,19	-48,653	-1712,099	5,997	211,034
35	Lastre 3 bb	62,287	0	0	-44,633	0,000	5,402	0,000
36	Lastre 3 st	62,287	0	0	-44,633	0,000	5,402	0,000
37	Lastre 4 bb	46,801	0	0	-44,640	0,000	5,668	0,000
38	Lastre 4 st	46,801	0	0	-44,640	0,000	5,668	0,000
39	Lastre 5 bb	52,656	0	0	12,448	0,000	1,063	0,000
40	Lastre 5 st	52,656	0	0	12,448	0,000	1,063	0,000
41	Lastre 6 bb	41,984	0	0	22,028	0,000	1,096	0,000
42	Lastre 6 st	41,984	0	0	22,028	0,000	1,096	0,000
43	Lastre 7 bb	21,924	0	0	31,571	0,000	1,170	0,000
44	Lastre 7 st	21,924	0	0	31,571	0,000	1,170	0,000
45	Lastre 8 bb	5,987	0	0	-32,083	0,000	1,649	0,000
46	Lastre 8 st	5,987	0	0	-32,083	0,000	1,649	0,000
47	Lastre 9 bb	67,922	0	0	6,053	0,000	4,531	0,000

PROYECTO	Página 278 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

48	Lastre 9 st	67,922	0	0	6,053	0,000	4,531	0,000
49	Lastre Bulbo	541,972	0	0	55,283	0,000	6,633	0,000
50	Lastre 10 bb	19,673	0	0	6,041	0,000	1,154	0,000
51	Lastre 10 st	19,673	0	0	6,041	0,000	1,154	0,000
52	Lastre 11 bb	17,074	0	0	41,207	0,000	1,113	0,000
53	Lastre 11 st	17,074	0	0	41,207	0,000	1,113	0,000
54	Lastre 12 bb	12,022	0	0	47,618	0,000	1,150	0,000
55	Lastre 12 st	12,022	0	0	47,618	0,000	1,150	0,000
Sumatoria					-			111373,09
					14739,204			6

Plena carga - 100% Carga - 100 % Provisiones, combustible y de pasajeros.				Δ [t]	Xg [m]	Yg [m] (KG)		
VOLUMEN DE CARENA V = 10211,074 [m ³]				10466,351	-1,408	10,641		
						70,940 % P		

DATOS DE ATRIBUTOS DE CARENA CON ASIENTO

Calado	Despl unit	Mom unit	KB	BMt	KMt	Área plano flot.	LCF	LCB
[m]	[t/cm]	[t*m/cm]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]
5,813	25,422	206,718	3,249	9,955	13,204	2480,203	-8,769	-1,411

Asiento +:apopado	Cb	Cpl	Cm	Lflot.	Manga flot.	Sup. lat. obra muerta	ZV crit. met.	AreaSeccMed
[°]				[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ²]

PROYECTO	Página 279 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

0,047	0,609	0,627	0,971	122,173	23,500	2145,000	14,480	132,644
-------	-------	-------	-------	---------	--------	----------	--------	---------

DATOS DE CURVAS CRUZADAS CON ASIEN TO

θ (°)	5	10	20	30	40	50	60	70
KN [m]	1,125	2,219	4,376	6,379	8,014	9,276	9,867	9,893
GZ [m]	0,198	0,371	0,737	1,058	1,174	1,124	0,652	-0,106

CALCULO DEL ASIEN TO

ASIEN TO POPA =	0,049	[m]
ASIEN TO PROA =	-0,049	[m]
ÁNGULO ASIEN TO =	0,047	[°]

CALADOS		
PROA	5,764	[m]
CENTRO	5,813	[m]
POPA	5,862	[m]

CALCULO DE LA ALTURA METACEN TRICA

Ordenada metacéntrica	KM=	13,204	[m]
Corrección por nivel libre	dGM=	0	[m]

ALTURA METACEN TRICA GM =	2,563	[m]
---------------------------	--------------	-----

Se tomo el calado desde la línea de base del plano de líneas

CRITERIO METEOROLOGICO

SUP. LATERAL A = 2145,00 [m ²]
--

PROYECTO	Página 280 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

ALTURA CENTRO O. MUERTA ZV = h =	14,48	[m]
CALADO D =	5,81	[m]
Z = ZV - h/2 =	8,67	[m]

Se adopta una Presión del viento $P = 504$ [Pa]

BRAZOS ESCORANTES

LW1 = $P \times A \times Z / 1000 \times g \times D =$	0,091	[m]
LW2 = 1,5 x LW1 =	0,137	[m]

MOMENTOS ESCORANTES

MW 1 = LW1 x DESPLAZAMIENTO =	955,12	[Ton*m]
MW 2 = LW2 x DESPLAZAMIENTO =	1 432,68	[Ton*m]

ANGULO DE BALANCE ϕ_b

Coef. Bloque Cb =	0,609	
Manga en flotac. Mf =	23,500	[m]
Calado medio Cm =	5,813	[m]
AreaContraRolado Ar =	25,565	[m ²]
CtroGrav. a Flotación =	4,779	[m]
$r=0,73+0,6(KG-Cm)/Cm=$	1,223	
EsloraEnFlotac. Lf =	122,173	[m]
Factor k =	0,900	
X1 =	0,708	

PROYECTO	Página 281 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

$X2 =$	0,950	
$S =$	0,064	
$\phi b = 109 * K * X1 * X2 * (S * r)^{0,5} =$	-18,468	
$\phi b =$	-18,468	[°]
$\phi b =$	18° 28' 03"	[°]

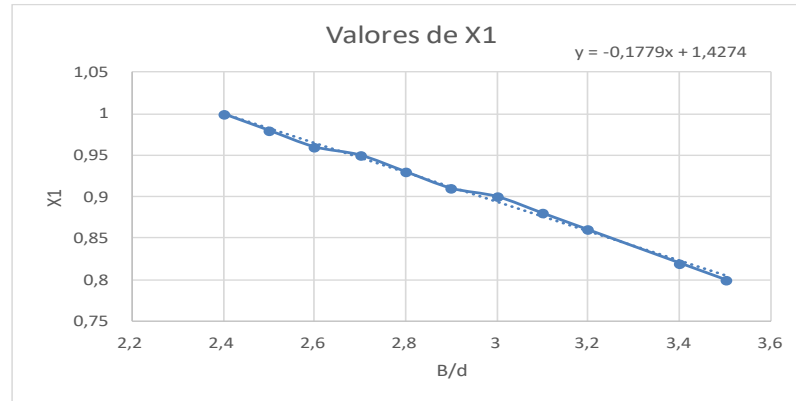
$T = 2 C * B / (GM)^{0,5} =$	12,1	[seg.]
------------------------------	-------------	--------

Donde:

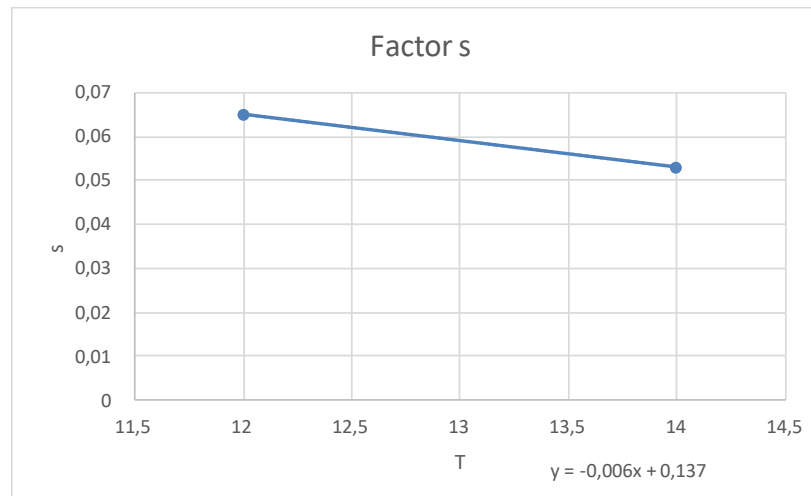
$C = 0,3730 + 0,023 * (B/D) - 0,043 * Lf / 100 =$	0,413
---	-------

PROYECTO	Página 282 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

B/d	X1
2,4	1
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3	0,9
3,1	0,88
3,2	0,86
3,4	0,82
3,5	0,8



T	s
6	0,1
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16,000	0,044
18,000	0,038
20,000	0,035
12,138	0,064



ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS CRITERIO METEOROLOGICO

Ang. Balance =	-18,468	[°]		
ϕ 0 =	2,458	(Intersecc. GZ con LW1)		
ϕ 1 =	-16,009	($\phi_0 + \phi_b$)		
ϕ 2 =	40,000	(Ang Inundación)		
ϕ 3 =	3,688	(Intersecc. GZ con LW2)		
D3-1 = $\phi_3 - \phi_1$ =	19,697	[°]	=	0,344 [rad]
D2-3 = $\phi_2 - \phi_3$ =	36,312	[°]	=	0,634 [rad]
e ϕ 1 =	-0,092	[m*r]		
e ϕ 2 =	0,482	[m*r]		
e ϕ 3 =	0,009	[m*r]		

CRITERIOS GENERALES

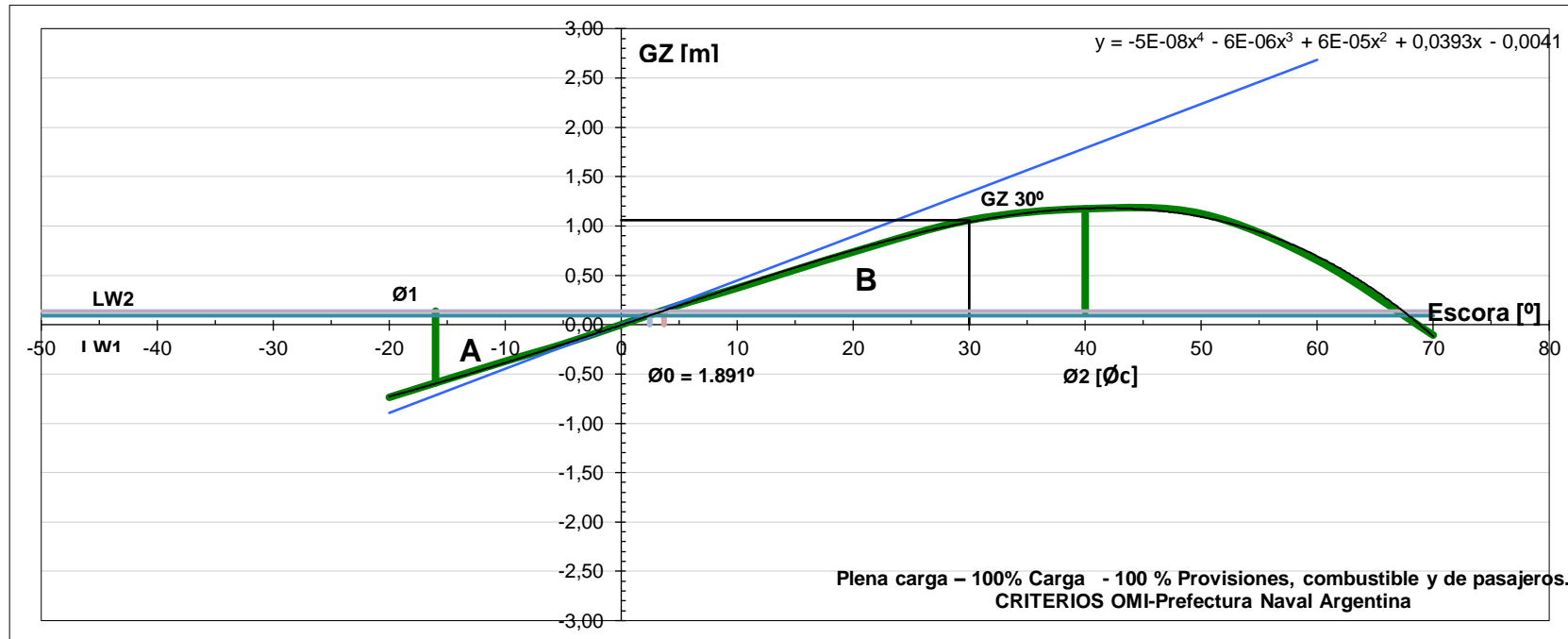
GM Corregido ≥ 0.35 [m]	GM=	2,563	[m]
(Para $\phi \geq 30$); GZ ≥ 0.2 [m]	$\phi = 30$; GZ=	1,058	[m]
ϕ máx. ≥ 25 [°]	ϕ máx. =	43	[°]
e30 $\geq .055$ [m*r]	e30 =	0,287	[m*r]
e40 $\geq .09$ [m*r]	e40 =	0,482	[m*r]
e40-e30 $\geq .03$ [m*r]	e40-e30 =	0,195	[m*r]

Criterio : (B/A) > 1	
B/A =	2,98

PROYECTO	Página 284 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Resumen

Δ	Calado	Cwr = B/A	GM	GZ(30)	ϕ máx.	e30	e40	e40-e30
10466,35	5,813	2,98	2,563	1,058	43	0,2868	0,4816	0,1948



PROYECTO	Página 285 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2. Llegada al puerto. Plena carga – 100% Carga - 10 % Provisiones y combustible.

Nro.	DENOMINACION	PESO	% Peso en la condición de carga	Peso en la condición de carga	ABSCISA	MOM.	ORDENAD A	MOM.	SUP. LIBRE
					Lcg (eje x)	HORIZ.	Vcg (eje y)	VERT.	Par libre sup.
		[t]			[m]	[t*m]	[m]	[t*m]	[t*m]
1	Peso de Acero total	4125,404	100	4125,404	-3,120	12871,260	10,469	43188,854	0,00
2	Peso del Equipo y Hablitación	2602,493	100	2602,493	0,000	0,000	16,250	42290,511	0,00
3	Peso del motor Principal	284,400	100	284,4	-17,140	-4874,616	4,000	1137,600	0,00
4	Peso de las reductoras	110,000	100	110	-24,100	-2651,000	2,500	275,000	0,00
5	Peso del resto de la maquinaria	832,730	100	832,73	-9,940	-8277,336	7,500	6245,475	0,00
6	Peso de otros elementos en la c	270,700	100	270,7	-21,140	-5722,598	5,000	1353,500	0,00
7	Peso de la línea de eje	133,300	100	133,3	-39,140	-5217,362	2,874	383,104	0,00
8	Pasajeros	87,500	100	87,5	-5,940	-519,750	18,900	1653,750	0,00
9	Tripulación	6,250	100	6,25	-5,940	-37,125	21,900	136,875	0,00
10	Víveres	23,000	10	2,3	-5,940	-13,662	19,500	44,850	0,00
11	Carga y pertrechos	27,000	100	27	-5,940	-160,380	19,500	526,500	0,00
12	Carga cubierta principal	200,000	100	200	-9,140	-1828,000	11,000	2200,000	0,00
13	Carga cubierta superior	200,000	100	200	-9,140	-1828,000	13,500	2700,000	0,00
14	Elementos de estiba	40,000	100	40	0,000	0,000	12,500	500,000	0,00

PROYECTO	Página 286 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

15	Tank MDO bb	44,634	10	4,4634	5,660	25,263	2,205	9,842	26,05
16	Tank MDO st	44,634	10	4,4634	5,660	25,263	2,205	9,842	26,05
17	Settling T. bb	169,419	10	16,9419	21,260	360,185	2,265	38,373	76,48
18	Settling T.st	169,419	10	16,9419	21,260	360,185	2,265	38,373	76,48
19	Service T. bb	58,178	10	5,8178	21,260	123,686	7,405	43,081	49,79
20	Service T.st	58,178	10	5,8178	21,260	123,686	7,405	43,081	49,79
21	Storage T. b	236,546	10	23,6546	27,660	654,286	2,370	56,061	76,48
22	Storage T.Starboard	236,546	10	23,6546	27,660	654,286	2,370	56,061	76,48
23	Lube oil T.1 bb	12,073	100	12,073	-17,502	-211,302	0,718	8,668	0,00
24	Lube oil T.2 bb	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591	0,00
25	Lube oil T.3 st	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591	0,00
26	Lube oil T.4 st	11,890	100	11,89	-17,502	-208,099	0,718	8,537	0,00
27	Dirty Lube oil T.	49,213	90	44,2917	-23,778	-1053,168	0,740	32,776	184,21
28	Storage T. Lube oil	56,867	10	5,6867	-35,863	-203,942	2,639	15,007	12,95
29	Agua dulce T.1 bb	165,097	10	16,5097	37,646	621,524	2,467	40,729	48,23
30	Agua dulce T.2 st	165,097	10	16,5097	37,646	621,524	2,467	40,729	48,23
31	Lastre 1 at	45,564	100	45,564	-48,642	-2216,324	5,833	265,775	0,00
32	Lastre 1 bb	45,564	100	45,564	-48,642	-2216,324	5,833	265,775	0,00
33	Lastre 2 bb	35,190	100	35,19	-48,653	-1712,099	5,997	211,034	0,00
34	Lastre 2 st	35,190	100	35,19	-48,653	-1712,099	5,997	211,034	0,00
35	Lastre 3 bb	62,287	0	0	-44,633	0,000	5,402	0,000	0,00
36	Lastre 3 st	62,287	0	0	-44,633	0,000	5,402	0,000	0,00
37	Lastre 4 bb	46,801	0	0	-44,640	0,000	5,668	0,000	0,00
38	Lastre 4 st	46,801	0	0	-44,640	0,000	5,668	0,000	0,00
39	Lastre 5 bb	52,656	100	52,656	12,448	655,462	1,063	55,973	0,00
40	Lastre 5 st	52,656	100	52,656	12,448	655,462	1,063	55,973	0,00
41	Lastre 6 bb	41,984	100	41,984	22,028	924,824	1,096	46,014	0,00
42	Lastre 6 st	41,984	100	41,984	22,028	924,824	1,096	46,014	0,00
43	Lastre 7 bb	21,924	100	21,924	31,571	692,163	1,170	25,651	0,00

44	Lastre 7 st	21,924	100	21,924	31,571	692,163	1,170	25,651	0,00
45	Lastre 8 bb	5,987	100	5,987	-32,083	-192,081	1,649	9,873	0,00
46	Lastre 8 st	5,987	100	5,987	-32,083	-192,081	1,649	9,873	0,00
47	Lastre 9 bb	67,922	100	67,922	6,053	411,132	4,531	307,755	0,00
48	Lastre 9 st	67,922	100	67,922	6,053	411,132	4,531	307,755	0,00
49	Lastre Bulbo	541,972	100	541,972	55,283	29961,838	6,633	3594,900	0,00
50	Lastre 10 bb	19,673	100	19,673	6,041	118,845	1,154	22,703	0,00
51	Lastre 10 st	19,673	100	19,673	6,041	118,845	1,154	22,703	0,00
52	Lastre 11 bb	17,074	100	17,074	41,207	703,568	1,113	19,003	0,00
53	Lastre 11 st	17,074	100	17,074	41,207	703,568	1,113	19,003	0,00
54	Lastre 12 bb	12,022	100	12,022	47,618	572,464	1,150	13,825	0,00
55	Lastre 12 st	12,022	100	12,022	47,618	572,464	1,150	13,825	0,00
Sumatori									
a						-12660,9		108644,4	751,21

2. Llegada al puerto. Plena carga - 100% Carga - 10 % Provisiones, combustible y de pasajeros.

				Δ [t]	Xg [m]		Yg [m] (KG)
	VOLUMEN DE CARENA V =	10085,242	[m^3]	10337,373	-1,225		10,51
							70,323 % P

DATOS DE ATRIBUTOS DE CARENA CON ASIENTO

Calado	Despl unit	Mom unit	KB	BMt	KMt	Área plano flot.	LCF	LCB
[m]	[t/cm]	[t*m/cm]	[m]	[m]	[m]	[m^2]	[m]	[m]
5,765	25,370	205,738	3,217	10,034	13,251	2475,127	-8,769	-1,411
Asiento +:apopado	Cb	Cpl	Cm	Lflot.	Manga flot.	Sup. lat. obra muerta	ZV crit. met.	AreaSeccMed

PROYECTO	Página 288 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

[°]				[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ²]
0,000	0,606	0,624	0,971	122,151	23,500	2144,000	14,520	131,549

DATOS DE CURVAS CRUZADAS CON ASIEN TO

θ (°)	5	10	20	30	40	50	60	70
KN [m]	1,126	2,224	4,387	6,389	8,015	9,280	9,876	9,902
GZ [m]	0,207	0,392	0,779	1,115	1,235	1,199	0,741	-0,010

CALCULO DEL ASIEN TO

ASIEN TO POPA =	0,000	[m]
ASIEN TO PROA =	0,000	[m]
ÁNGULO ASIEN TO =	0,000	[°]

CALADOS		
PROA	5,765	[m]
CEN TRO	5,765	[m]
POPA	5,765	[m]

CALCULO DE LA ALTURA METACEN TRICA

Ordenada metacéntrica	KM=	13,251	[m]
Corrección por nivel libre	dGM=	0,0726	[m]

ALTURA METACEN TRICA GM =	2,668	[m]
---------------------------	--------------	-----

CRITERIO METEOROLOGICO

PROYECTO	Página 289 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

SUP. LATERAL A =	2144,00	[m ²]
ALTURA CENTRO O. MUERTA ZV = h =	14,52	[m]
CALADO D =	5,77	[m]
Z = ZV - h/2 =	8,76	[m]

Se adopta una Presión del viento **P** = 504 [Pa]

BRAZOS ESCORANTES

LW1 = $P \times A \times Z / 1000 \times g \times D =$	0,093	[m]
LW2 = 1,5 x LW1 =	0,140	[m]

MOMENTOS ESCORANTES

MW 1 = LW1 x DESPLAZAMIENTO =	964,37	[Ton*m]
MW 2 = LW2 x DESPLAZAMIENTO =	1 446,55	[Ton*m]

ANGULO DE BALANCE ϕ_b

Coef. Bloque Cb =	0,606
Manga en flotac. Mf =	23,500 [m]
Calado medio Cm =	5,765 [m]
AreaContraRolido Ar =	25,560 [m ²]
CtroGrav. a Flotación =	4,783 [m]

PROYECTO	Página 290 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

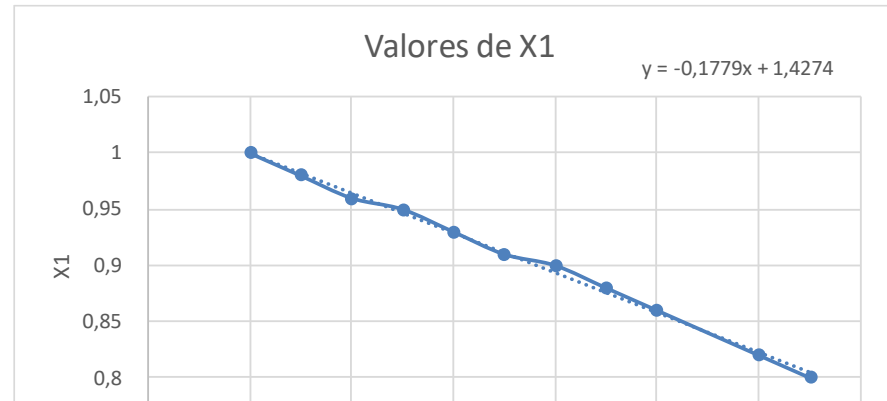
$r=0,73+0,6(KG-Cm)/Cm=$	1,228
EsloraEnFlotac. Lf =	122,151 [m]
Factor k =	0,900
X1 =	0,702
X2 =	0,950
S =	0,060
$\phi b=109*K*X1*X2*(S*r)^{0,5} =$	-17,763
$\phi b =$	-17,763 [°]
$\phi b =$	17° 45' 47" [°]

$T = 2 C*B / (GM)^{0,5} =$	11,8	[seg.]
Donde:		
$C=0,3730 + 0,023*(B/D) - 0,043*Lf/100 =$	0,414	

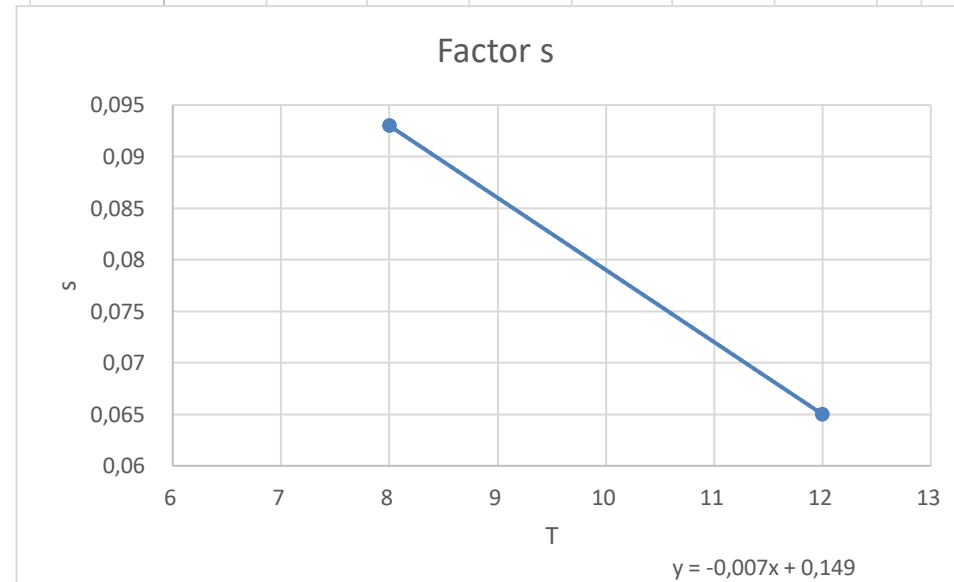
B/d	X1
2,4	1
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95

PROYECTO	Página 291 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2,8	0,93
2,9	0,91
3	0,9
3,1	0,88
3,2	0,86
3,4	0,82
3,5	0,8



T	s
6	0,1
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16,000	0,044
18,000	0,038
20,000	0,035



11,843	0,066
---------------	-------

ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS CRITERIO METEOROLOGICO

PROYECTO	Página 292 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Ang. Balance =	-17,763	[°]		
$\phi 0 =$	2,378	(Intersecc. GZ con LW1)		
$\phi 1 =$	-15,385	($\phi 0 + \phi b$)		
$\phi 2 =$	40,000	(Ang Inundación)		
$\phi 3 =$	3,567	(Intersecc. GZ con LW2)		
D3-1 = $\phi 3 - \phi 1 =$	18,952	[°]	=	0,331 [rad]
D2-3 = $\phi 2 - \phi 3 =$	36,433	[°]	=	0,636 [rad]
e $\phi 1 =$	-0,090	[m*r]		
e $\phi 2 =$	0,508	[m*r]		
e $\phi 3 =$	0,009	[m*r]		

CRITERIOS GENERALES

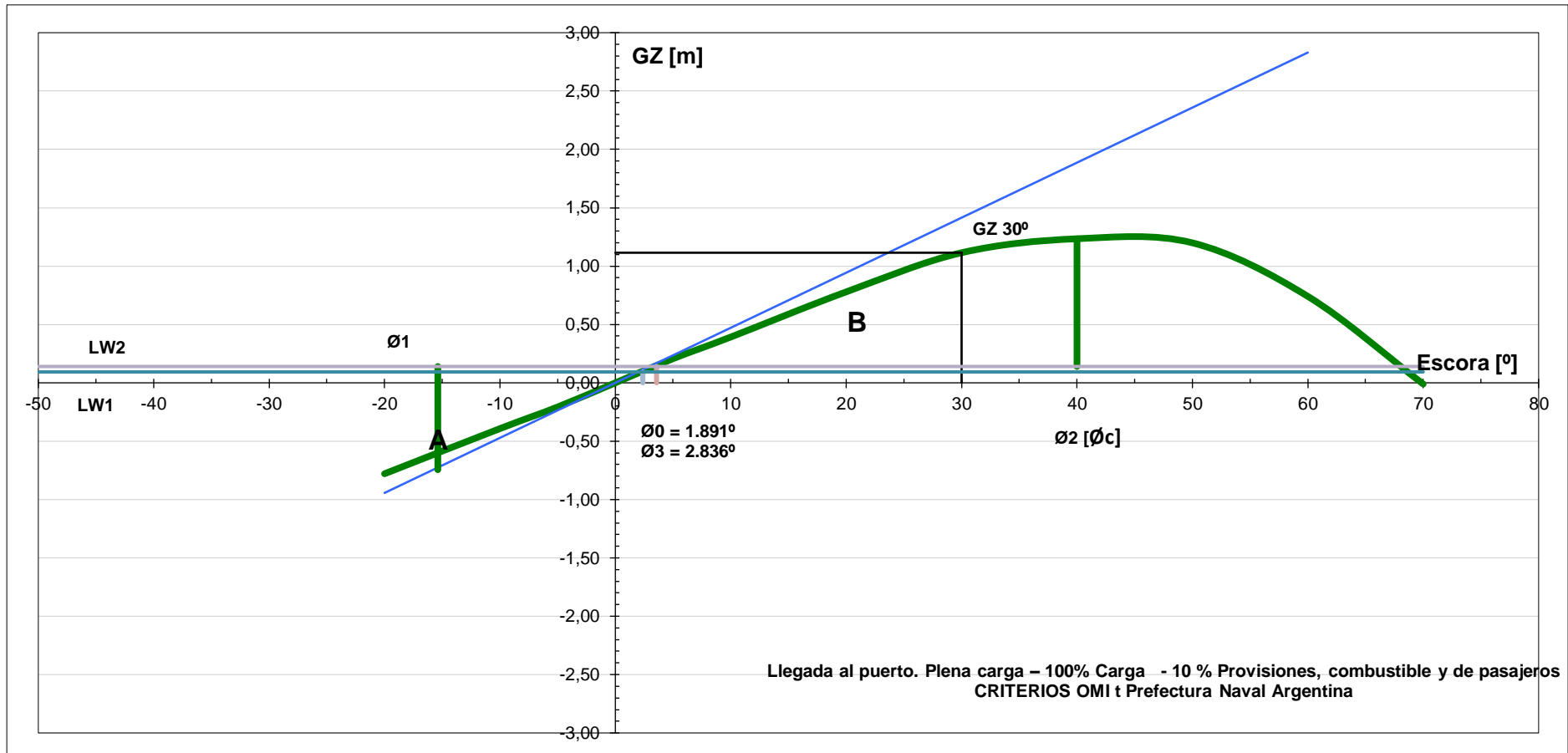
GM Corregido ≥ 0.35 [m]	GM= 2,703	[m]
(Para $\phi \geq 30$); GZ ≥ 0.2 [m]	$\phi = 30$; GZ= 1,115	[m]
ϕ máx. ≥ 25 [°]	ϕ máx. = 43	[°]
e30 $\geq .055$ [m*r]	e30 = 0,303	[m*r]
e40 $\geq .09$ [m*r]	e40 = 0,508	[m*r]
e40-e30 $\geq .03$ [m*r]	e40-e30 = 0,205	[m*r]

Criterio : (B/A) > 1	
B/A =	3,25

Resumen

Δ	Calado	Cwr = B/A	GM	GZ(30)	ϕ máx.	e30	e40	e40-e30
10337,37	5,765	3,22	2,668	1,134	43	0,308	0,517	0,209

PROYECTO	Página 293 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		



PROYECTO	Página 294 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

3. Sin carga – 0 % Carga - 100 % Provisiones, combustible y de pasajeros.

Nro.	DENOMINACION	PESO [t]	% Peso en la condición de carga	Peso en la condición de carga	-popa +proa		ORDENAD	MOM.	SUP. LIBRE
					ABSCISA	MOM.	A		
					Lcg (eje x)	HORIZ.	Vcg (eje y)	VERT.	Par sup. libre
					[m]	[t*m]	[m]	[t*m]	[t*m]
1	Peso de Acero total	4125,404	100	4125,404	-3,120	-	10,469	43188,854	
2	Peso del Equipo y Hablitación	2602,493	100	2602,493	0,000	0,000	16,250	42290,511	
3	Peso del motor Principal	284,400	100	284,4	-17,140	-4874,616	4,000	1137,600	
4	Peso de las reductoras	110,000	100	110	-24,100	-2651,000	2,500	275,000	
5	Peso del resto de la maquinaria	832,730	100	832,73	-9,940	-8277,336	7,500	6245,475	
6	Peso de otros elementos en la c	270,700	100	270,7	-21,140	-5722,598	5,000	1353,500	
7	Peso de la línea de eje	133,300	100	133,3	-39,140	-5217,362	2,874	383,104	
8	Pasajeros	87,500	100	87,5	-5,940	-519,750	18,900	1653,750	
9	Tripulación	6,250	100	6,25	-5,940	-37,125	21,900	136,875	
10	Víveres	23,000	100	23	-5,940	-136,620	19,500	448,500	
11	Carga y pertrechos	27,000	100	27	-5,940	-160,380	19,500	526,500	
12	Carga cubierta principal	200,000	0	0	-9,140	0,000	11,000	0,000	
13	Carga cubierta superior	200,000	0	0	-9,140	0,000	13,500	0,000	
14	Elementos de estiba	40,000	100	40	0,000	0,000	12,500	500,000	
15	Tank MDO bb	44,634	100	44,634	5,660	252,628	4,050	180,768	
16	Tank MDO st	44,634	100	44,634	5,660	252,628	4,050	180,768	
17	Settling T. bb	169,419	100	169,419	21,260	3601,848	4,650	787,798	
18	Settling T.st	169,419	100	169,419	21,260	3601,848	4,650	787,798	

PROYECTO	Página 295 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

19	Service T. bb	58,178	100	58,178	21,260	1236,864	8,350	485,786
20	Service T.st	58,178	100	58,178	21,260	1236,864	8,350	485,786
21	Storage T. b	236,546	100	236,546	27,660	6542,862	5,700	1348,312
22	Storage T.Starboard	236,546	100	236,546	27,660	6542,862	5,700	1348,312
23	Lube oil T.1 bb	12,073	100	12,073	-17,502	-211,302	0,718	8,668
24	Lube oil T.2 bb	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591
25	Lube oil T.3 st	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591
26	Lube oil T.4 st	11,890	100	11,89	-17,502	-208,099	0,718	8,537
27	Dirty Lube oil T.	49,213	0	0	-23,778	0,000	0,796	0,000
28	Storage T. Lube oil	56,867	100	56,867	-35,863	-2039,421	4,748	270,005
29	Agua dulce T.1 bb	165,097	100	165,097	37,646	6215,242	6,062	1000,818
30	Agua dulce T.2 st	165,097	100	165,097	37,646	6215,242	6,062	1000,818
31	Lastre 1 at	45,564	100	45,564	-48,642	-2216,324	5,833	265,775
32	Lastre 1 bb	45,564	100	45,564	-48,642	-2216,324	5,833	265,775
33	Lastre 2 bb	35,190	0	0	-48,653	0,000	5,997	0,000
34	Lastre 2 st	35,190	0	0	-48,653	0,000	5,997	0,000
35	Lastre 3 bb	62,287	100	62,287	-44,633	-2780,056	5,402	336,474
36	Lastre 3 st	62,287	100	62,287	-44,633	-2780,056	5,402	336,474
37	Lastre 4 bb	46,801	100	46,801	-44,640	-2089,197	5,668	265,268
38	Lastre 4 st	46,801	100	46,801	-44,640	-2089,197	5,668	265,268
39	Lastre 5 bb	52,656	100	52,656	12,448	655,462	1,063	55,973
40	Lastre 5 st	52,656	100	52,656	12,448	655,462	1,063	55,973
41	Lastre 6 bb	41,984	100	41,984	22,028	924,824	1,096	46,014
42	Lastre 6 st	41,984	100	41,984	22,028	924,824	1,096	46,014
43	Lastre 7 bb	21,924	100	21,924	31,571	692,163	1,170	25,651
44	Lastre 7 st	21,924	100	21,924	31,571	692,163	1,170	25,651
45	Lastre 8 bb	5,987	100	5,987	-32,083	-192,081	1,649	9,873
46	Lastre 8 st	5,987	100	5,987	-32,083	-192,081	1,649	9,873
47	Lastre 9 bb	67,922	100	67,922	6,053	411,132	4,531	307,755

PROYECTO	Página 296 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

48	Lastre 9 st	67,922	100	67,922	6,053	411,132	4,531	307,755
49	Lastre Bulbo	541,972	0	0	55,283	0,000	6,633	0,000
50	Lastre 10 bb	19,673	0	0	6,041	0,000	1,154	0,000
51	Lastre 10 st	19,673	0	0	6,041	0,000	1,154	0,000
52	Lastre 11 bb	17,074	0	0	41,207	0,000	1,113	0,000
53	Lastre 11 st	17,074	0	0	41,207	0,000	1,113	0,000
54	Lastre 12 bb	12,022	0	0	47,618	0,000	1,150	0,000
55	Lastre 12 st	12,022	0	0	47,618	0,000	1,150	0,000
Sumatoria						-		
a						16847,16		108676,59
						1		4

3. Sin carga - 0 % Carga - 100 % Provisiones, combustible y de pasajeros.	Δ [t]	Xg [m]	Yg [m] (KG)
VOLUMEN DE CARENA V = 10425,581 [m ³]	10686,221	-1,577	10,170
			67,799 % P

DATOS DE ATRIBUTOS DE CARENA CON ASIENTO

Calado	Despl unit	Mom unit	KB	BMt	KMt	Área plano flot.	LCF	LCB
[m]	[t/cm]	[t*m/cm]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]
5,898	25,522	209,286	3,303	9,817	13,120	2489,960	-8,769	-1,411

Asiento +:apopado	Cb	Cpl	Cm	Lflot.	Manga flot.	Sup. lat. obra muerta	ZV crit. met.	AreaSeccMed
[°]				[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ²]
0,057	0,612	0,630	0,972	122,251	23,500	2145,050	14,520	134,722

PROYECTO	Página 297 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

DATOS DE CURVAS CRUZADAS CON ASIEN TO

θ (°)	5	10	20	30	40	50	60	70
KN [m]	1,122	2,210	4,356	6,364	8,012	9,268	9,850	9,878
GZ [m]	0,236	0,444	0,878	1,279	1,475	1,477	1,043	0,322

CALCULO DEL ASIEN TO

ASIEN TO POPA =	0,059	[m]	CALADOS		
ASIEN TO PROA =	-0,059	[m]	PROA	5,839	[m]
ÁNGULO ASIEN TO =	0,057	[°]	CEN TRO	5,898	[m]
			POPA	5,957	[m]

CALCULO DE LA ALTURA METACÉN TRICA

Ordenada metacéntrica	KM=	13,120	[m]
Corrección por nivel libre	dGM=	0	[m]

ALTURA METACEN TRICA GM = **2,950** [m]

CRITERIO METEOROLOGICO

PROYECTO	Página 298 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

SUP. LATERAL A =	2145,05	[m ²]
ALTURA CENTRO O. MUERTA ZV = h =	14,52	[m]
CALADO D =	5,90	[m]
Z = ZV- h/2 =	8,62	[m]

Se adopta una Presión del viento **P** = 504 [Pa]

BRAZOS ESCORANTES

LW1 = $P \times A \times Z / 1000 \times g \times D$ =	0,089	[m]
LW2 = 1,5 x LW1 =	0,133	[m]

MOMENTOS ESCORANTES

MW 1 = LW1 x DESPLAZAMIENTO =	950,18	[Ton*m]
MW 2 = LW2 x DESPLAZAMIENTO =	1 425,27	[Ton*m]

ANGULO DE BALANCE ϕ_b

Coef. Bloque Cb =	0,612
Manga en flotac. Mf =	23,500 [m]
Calado medio Cm =	5,898 [m]
AreaContraRolido Ar =	25,580 [m ²]
CtroGrav. a Flotación =	4,213 [m]
$r=0,73+0,6(KG-Cm)/Cm$ =	1,159
EsloraEnFlotac. Lf =	122,251 [m]
Factor k =	0,900
X1 =	0,719
X2 =	0,961

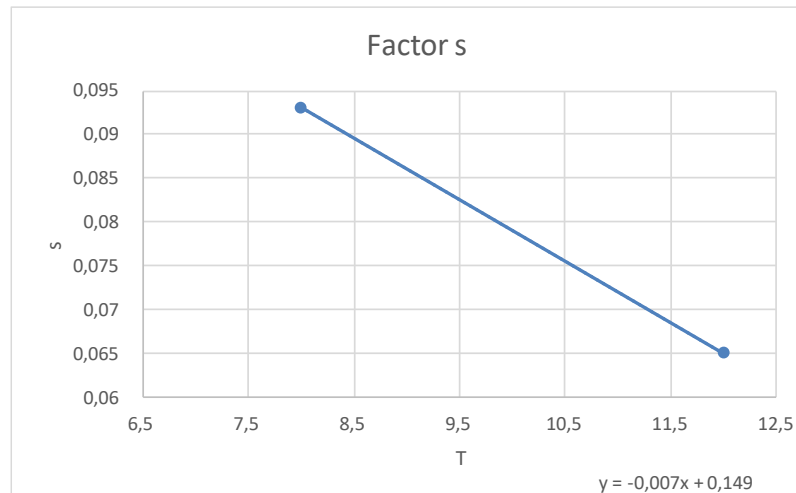
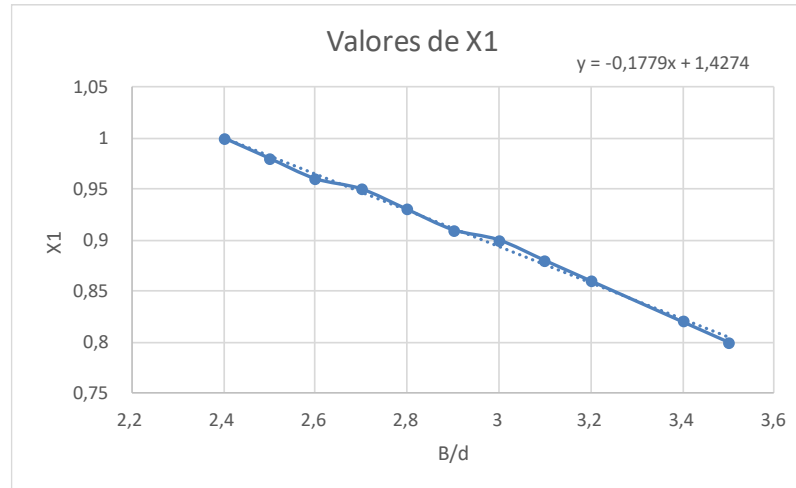
PROYECTO	Página 299 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$S =$	0,070
$\phi b = 109 * K * X1 * X2 * (S * r)^{0,5} =$	-19,301
$\phi b =$	-19,301 [°]
$\phi b =$	19° 18' 04" [°]

$T = 2 C * B / (GM)^{0,5} =$	11,3	[seg.]
Donde:		
$C = 0,3730 + 0,023 * (B/D) - 0,043 * Lf / 100 =$	0,412	

B/d	X1
2,4	1
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3	0,9
3,1	0,88
3,2	0,86
3,4	0,82
3,5	0,8

T	s
6	0,1
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16,000	0,044
18,000	0,038
20,000	0,035
11,276	0,070



ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS CRITERIO

METEOROLOGICO

PROYECTO	Página 301 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Ang. Balance =	-19,301	[°]		
$\phi 0 =$	2,002	(Intersecc. GZ con LW1)		
$\phi 1 =$	-17,299	($\phi 0 + \phi b$)		
$\phi 2 =$	40,000	(Ang Inundación)		
$\phi 3 =$	3,004	(Intersecc. GZ con LW2)		
D3-1 = $\phi 3 - \phi 1 =$	20,302	[°]	=	0,354 [rad]
D2-3 = $\phi 2 - \phi 3 =$	36,996	[°]	=	0,646 [rad]
e $\phi 1 =$	-0,124	[m*r]		
e $\phi 2 =$	0,584	[m*r]		
e $\phi 3 =$	0,009	[m*r]		

CRITERIOS GENERALES

GM Corregido ≥ 0.35 [m]	GM=	2,950	[m]
(Para $\phi \geq 30$); GZ ≥ 0.2 [m]	$\phi = 30$; GZ=	1,279	[m]
ϕ máx. ≥ 25 [°]	ϕ máx. =	43	[°]
e30 $\geq .055$ [m*r]	e30 =	0,344	[m*r]
e40 $\geq .09$ [m*r]	e40 =	0,584	[m*r]
e40-e30 $\geq .03$ [m*r]	e40-e30 =	0,240	[m*r]

Criterio : (B/A) > 1	
B/A =	3,01

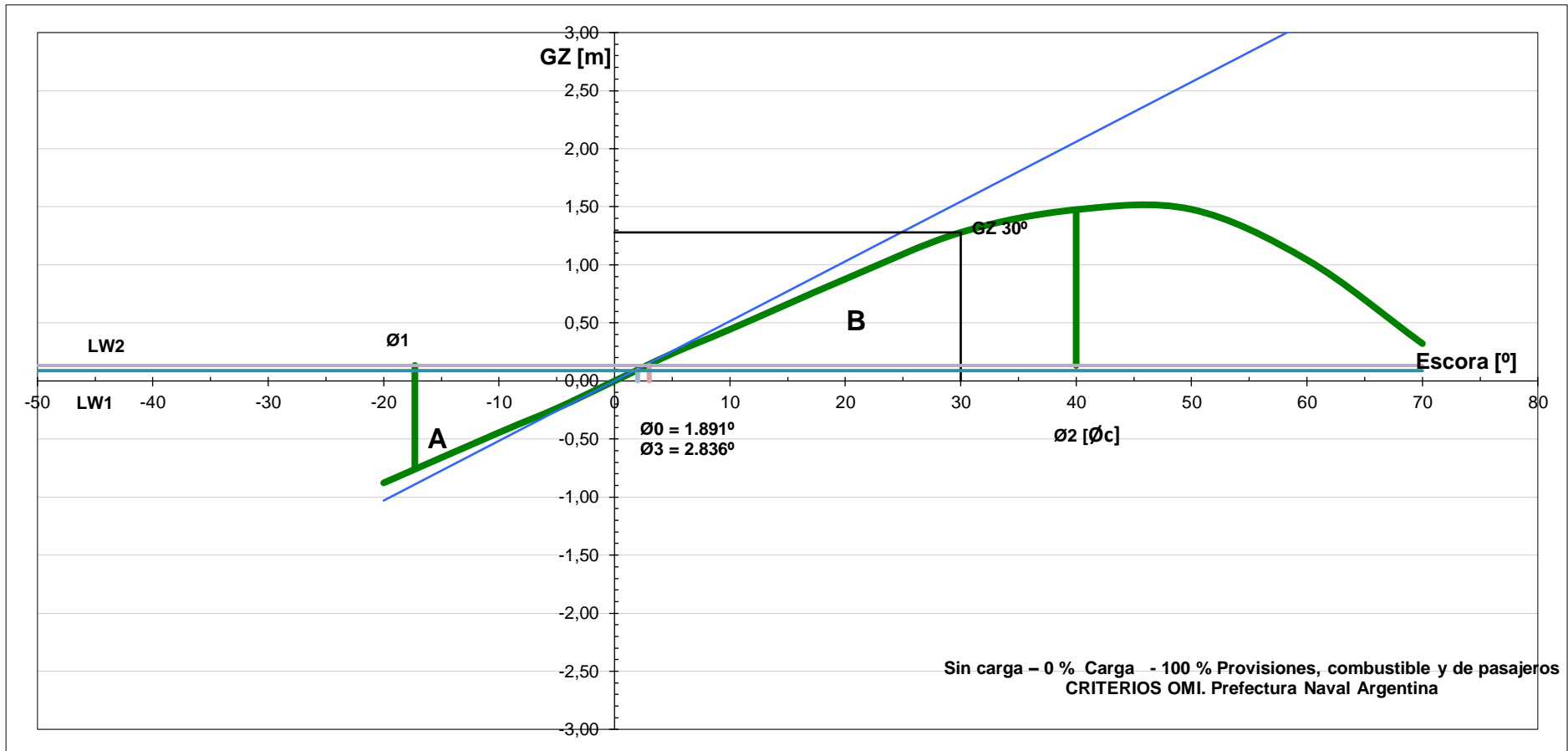
PROYECTO	Página 302 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

Resumen

Δ	Calado	Cwr = B/A	GM	GZ(30)	ϕ máx.	e30	e40	e40-e30
10686,22	5,898	3,01	2,950	1,279	43	0,3435	0,5838	0,2403

PROYECTO	Página 303 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019



PROYECTO	Página 304 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

4. Sin Carga. 0% Carga- 10 % provisiones y consumibles

Nro.	DENOMINACION	PESO	% Peso en la condición de carga	Peso en la condición de carga	-popa +proa		ORDENAD A	MOM.	SUP. LIBRE	
					ABSCISA	MOM.			VERT.	Par libre
		[t]			Lcg (eje x)	HORIZ.	Vcg (eje y)			
					[m]	[t*m]	[m]		[t*m]	[t*m]
1	Peso de Acero total	4125,404	100	4125,404	-3,120	-	10,469		43188,854	0,00
2	Peso del Equipo y Hablitación	2602,493	100	2602,493	0,000	0,000	16,250		42290,511	0,00
3	Peso del motor Principal	284,400	100	284,400	-17,140	-4874,616	4,000		1137,600	0,00
4	Peso de las reductoras	110,000	100	110,000	-24,100	-2651,000	2,500		275,000	0,00
5	Peso del resto de la maquinaria	832,730	100	832,730	-9,940	-8277,336	7,500		6245,475	0,00
6	Peso de otros elementos en la c	270,700	100	270,700	-21,140	-5722,598	5,000		1353,500	0,00
7	Peso de la línea de eje	133,300	100	133,300	-39,140	-5217,362	2,874		383,104	0,00
8	Pasajeros	87,500	100	87,500	-5,940	-519,750	18,900		1653,750	0,00
9	Tripulación	6,250	100	6,250	-5,940	-37,125	21,900		136,875	0,00
10	Viveres	23,000	10	2,300	-5,940	-13,662	19,500		44,850	0,00
11	Carga y pertrechos	27,000	100	27,000	-5,940	-160,380	19,500		526,500	0,00
12	Carga cubierta principal	200,000	0	0,000	-9,140	0,000	11,000		0,000	0,00
13	Carga cubierta superior	200,000	0	0,000	-9,140	0,000	13,500		0,000	0,00
14	Elementos de estiba	40,000	100	40,000	0,000	0,000	12,500		500,000	0,00
15	Tank MDO bb	44,634	10	4,4634	5,660	25,263	2,205		9,842	26,05
16	Tank MDO st	44,634	10	4,4634	5,660	25,263	2,205		9,842	26,05
17	Settling T. bb	169,419	10	16,9419	21,260	360,185	2,265		38,373	76,48
18	Settling T.st	169,419	10	16,9419	21,260	360,185	2,265		38,373	76,48
19	Service T. bb	58,178	10	5,8178	21,260	123,686	7,405		43,081	49,79

20	Service T.st	58,178	10	5,8178	21,260	123,686	7,405	43,081	49,79
21	Storage T. b	236,546	10	23,6546	27,660	654,286	2,370	56,061	76,48
22	Storage T.Starboard	236,546	10	23,6546	27,660	654,286	2,370	56,061	76,48
23	Lube oil T.1 bb	12,073	100	12,073	-17,502	-211,302	0,718	8,668	0,00
24	Lube oil T.2 bb	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591	0,00
25	Lube oil T.3 st	12,308	100	12,308	-17,510	-215,513	0,698	8,591	0,00
26	Lube oil T.4 st	11,890	100	11,89	-17,502	-208,099	0,718	8,537	0,00
27	Dirty Lube oil T.	49,213	90	44,2917	-23,778	-1053,168	0,740	32,776	184,21
28	Storage T. Lube oil	56,867	10	5,6867	-35,863	-203,942	2,639	15,007	12,95
29	Agua dulce T.1 bb	165,097	10	16,5097	37,646	621,524	2,467	40,729	48,23
30	Agua dulce T.2 st	165,097	10	16,5097	37,646	621,524	2,467	40,729	48,23
31	Lastre 1 at	45,564	100	45,564	-48,642	-2216,324	5,833	265,775	0,00
32	Lastre 1 bb	45,564	100	45,564	-48,642	-2216,324	5,833	265,775	0,00
33	Lastre 2 bb	35,190	0	0	-48,653	0,000	5,997	0,000	0,00
34	Lastre 2 st	35,190	0	0	-48,653	0,000	5,997	0,000	0,00
35	Lastre 3 bb	62,287	0	0	-44,633	0,000	5,402	0,000	0,00
36	Lastre 3 st	62,287	0	0	-44,633	0,000	5,402	0,000	0,00
37	Lastre 4 bb	46,801	100	46,801	-44,640	-2089,197	5,668	265,268	0,00
38	Lastre 4 st	46,801	100	46,801	-44,640	-2089,197	5,668	265,268	0,00
39	Lastre 5 bb	52,656	100	52,656	12,448	655,462	1,063	55,973	0,00
40	Lastre 5 st	52,656	100	52,656	12,448	655,462	1,063	55,973	0,00
41	Lastre 6 bb	41,984	100	41,984	22,028	924,824	1,096	46,014	0,00
42	Lastre 6 st	41,984	100	41,984	22,028	924,824	1,096	46,014	0,00
43	Lastre 7 bb	21,924	100	21,924	31,571	692,163	1,170	25,651	0,00
44	Lastre 7 st	21,924	100	21,924	31,571	692,163	1,170	25,651	0,00
45	Lastre 8 bb	5,987	100	5,987	-32,083	-192,081	1,649	9,873	0,00
46	Lastre 8 st	5,987	100	5,987	-32,083	-192,081	1,649	9,873	0,00
47	Lastre 9 bb	67,922	100	67,922	6,053	411,132	4,531	307,755	0,00
48	Lastre 9 st	67,922	100	67,922	6,053	411,132	4,531	307,755	0,00

49	Lastre Bulbo	541,972	100	541,972	55,283	29961,838	6,633	3594,900	0,00
50	Lastre 10 bb	19,673	100	19,673	6,041	118,845	1,154	22,703	0,00
51	Lastre 10 st	19,673	100	19,673	6,041	118,845	1,154	22,703	0,00
52	Lastre 11 bb	17,074	100	17,074	41,207	703,568	1,113	19,003	0,00
53	Lastre 11 st	17,074	100	17,074	41,207	703,568	1,113	19,003	0,00
54	Lastre 12 bb	12,022	100	12,022	47,618	572,464	1,150	13,825	0,00
55	Lastre 12 st	12,022	100	12,022	47,618	572,464	1,150	13,825	0,00
Sumatori a						-9759,19	103852,94	751,21	

4. Sin Carga. 0% Carga- 10 % provisiones y consumibles				Δ [t]	Xg [m]	Yg [m] (KG)
VOLUMEN DE CARENA V =		9717,654	[m ³]	9960,595	-0,980	10,426
						69,776 % P

DATOS DE ATRIBUTOS DE CARENA CON ASIEN TO

Calado	Despl unit	Mom unit	KB	BMt	KMt	Área plano flot.	LCF	LCB
[m]	[t/cm]	[t*m/cm]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]
5,614	24,548	187,149	3,123	9,905	13,028	2394,892	-8,769	-1,411

Asiento +:apopado	Cb	Cpl	Cm	Lflot.	Manga flot.	Sup. lat. obra muerta	ZV crit. met.	AreaSeccMed
[°]				[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ²]
0,016	0,601	0,620	0,970	121,988	23,557	2179,740	14,380	128,282

DATOS DE CURVAS CRUZADAS CON ASIEN TO

PROYECTO	Página 307 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

θ (°)	5	10	20	30	40	50	60	70
KN [m]	1,130	2,239	4,424	6,418	8,020	9,290	9,902	9,925
GZ [m]	0,218	0,422	0,844	1,185	1,292	1,272	0,838	0,090

CALCULO DEL ASIEN TO

Ordenada metacéntrica	KM=	13,028	[m]
Corrección por nivel libre	dGM=	0,0754	[m]

ALTURA METACENTRICA GM =	2,526	[m]
--------------------------	--------------	-----

CRITERIO METEOROLOGICO

SUP. LATERAL A =	2179,74	[m ²]
ALTURA CENTRO O. MUERTA ZV = h	14,38	[m]
=		
CALADO D =	5,61	[m]
Z = ZV- h/2 =	8,77	[m]

Se adopta una Presión del viento P =	504	[Pa]
---	-----	------

BRAZOS ESCORANTES

MOMENTOS ESCORANTES

LW1 = $P \times A \times Z / 1000 \times g \times D$ =	0,099	[m]	MW 1 = LW1 x DESPLAZAMIENTO =	981,67	[Ton*m]
--	-------	-----	-------------------------------	--------	---------

PROYECTO	Página 308 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

$$LW2 = 1,5 \times LW1 = 0,148 \quad [m]$$

$$MW 2 = LW2 \times DESPLAZAMIENTO = 1\,472,51 \quad [Ton*m]$$

ANGULO DE BALANCE ϕ_b

$$\text{Coef. Bloque } C_b = 0,601$$

$$\text{Manga en flotac. } M_f = 23,557 \quad [m]$$

$$\text{Calado medio } C_m = 5,614 \quad [m]$$

$$\text{AreaContraRolido } A_r = 25,528 \quad [m^2]$$

$$\text{CtroGrav. a Flotación } = 4,836 \quad [m]$$

$$r=0,73+0,6(KG-Cm)/Cm= 1,247$$

$$\text{EsloraEnFlotac. } L_f = 121,988 \quad [m]$$

$$\text{Factor } k = 0,900$$

$$X_1 = 0,683$$

$$X_2 = 0,961$$

$$S = 0,064$$

$$\phi_b=109*K*X_1*X_2*(S*r)^{0,5} = -18,118$$

$$\phi_b = -18,118 \quad [^\circ]$$

$$\phi_b = 18^\circ 07' 06'' \quad [^\circ]$$

$$2,5 \quad 0,98$$

$$2,6 \quad 0,96$$

$$2,7 \quad 0,95$$

$$2,8 \quad 0,93$$

$$2,9 \quad 0,91$$

$$3 \quad 0,9$$

$$3,1 \quad 0,88$$

$$3,2 \quad 0,86$$

$$3,4 \quad 0,82$$

$$3,5 \quad 0,8$$

$$T = 2 C*B / (GM)^{0,5} = 12,2 \quad [seg.]$$

Donde:

$$C=0,3730 + 0,023*(B/D) - 0,043*L_f/100 = 0,417$$

B/d	X1
2,4	1

PROYECTO	Página 309 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		
	2019	

ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS CRITERIO METEOROLOGICO

Ang. Balance =	-18,118	[°]		
$\phi 0 =$	2,338	(Intersecc. GZ con LW1)		
$\phi 1 =$	-15,780	($\phi 0 + \phi b$)		
$\phi 2 =$	40,000	(Ang Inundación)		
$\phi 3 =$	3,507	(Intersecc. GZ con LW2)		
D3-1 = $\phi 3 - \phi 1 =$	19,287	[°]	=	0,337 [rad]
D2-3 = $\phi 2 - \phi 3 =$	36,493	[°]	=	0,637 [rad]
$e \phi 1 =$	-0,101	[m*r]		
$e \phi 2 =$	0,541	[m*r]		
$e \phi 3 =$	0,010	[m*r]		

T	s
6	0,1
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16,000	0,044
18,000	0,038
20,000	0,035
12,240	0,064

CRITERIOS GENERALES

GM Corregido ≥ 0.35 [m]	GM= 2,526 [m]
(Para $\phi \geq 30$); GZ ≥ 0.2 [m]	$\phi = 30$; GZ= 1,205 [m]
ϕ máx. ≥ 25 [°]	ϕ máx. = 43 [°]
$e_{30} \geq .055$ [m*r]	$e_{30} =$ 0,33 [m*r]
$e_{40} \geq .09$ [m*r]	$e_{40} =$ 0,55 [m*r]
$e_{40} - e_{30} \geq .03$ [m*r]	$e_{40} - e_{30} =$ 0,22 [m*r]

Criterio : (B/A) > 1	
B/A =	3,15

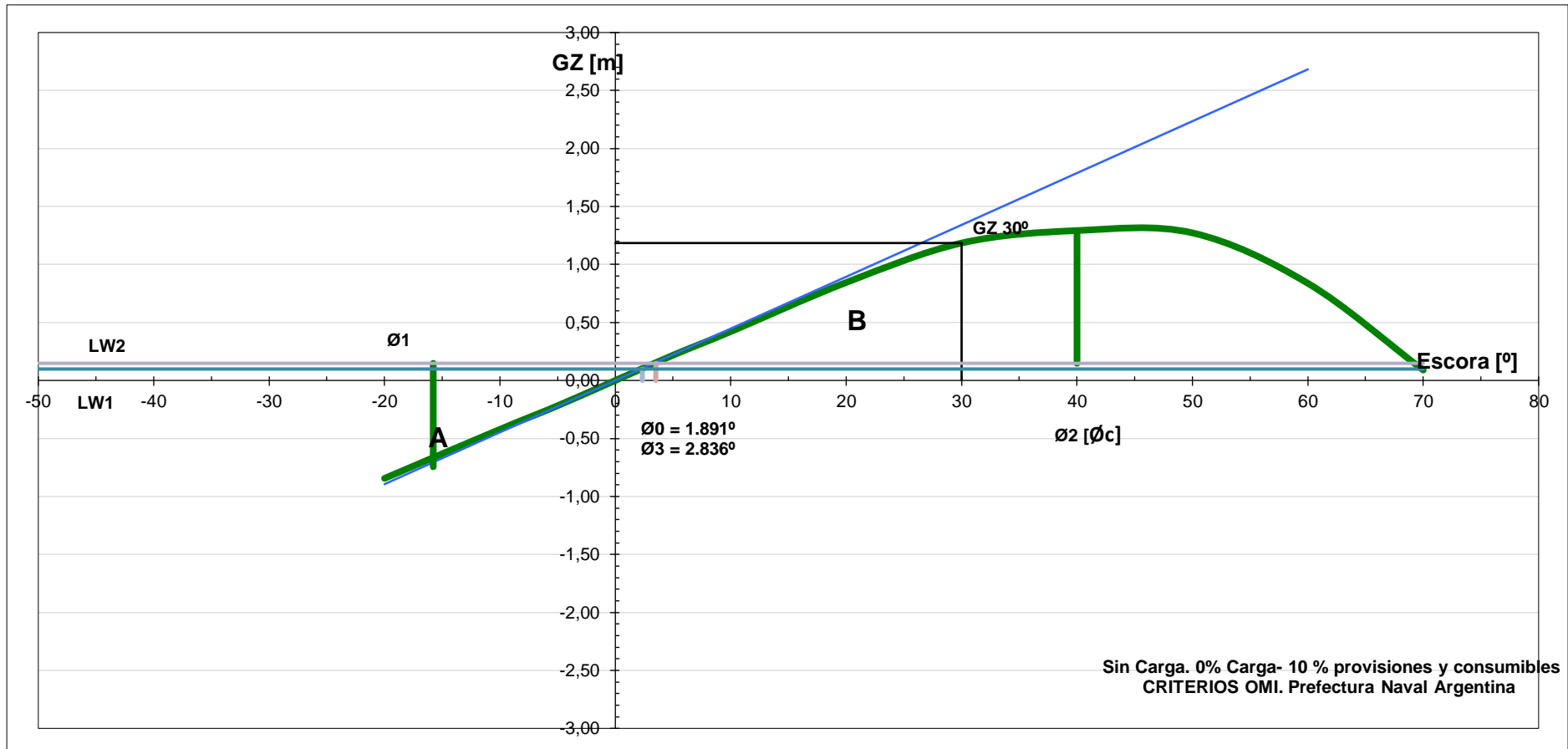
PROYECTO	Página 310 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

RESUMEN

Δ	Calado	Cwr = B/A	GM	GZ(30)	ϕ máx.	e30	e40	e40-e30
9960,60	5,614	3,15	2,526	1,205	43	0,33	0,55	0,22

PROYECTO	Página 311 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019



PROYECTO	Página 312 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

2019

RESISTENCIA LONGITUDINAL

INTRODUCCIÓN

La estructura de un buque la vamos a considerar como el material que provee resistencia y rigidez solicitada por cargas estáticas y dinámicas generadas por las diferentes condiciones de navegación, desde flotación en aguas tranquilas hasta la navegación en las peores condiciones de mar.

Para el buque estas cargas estáticas y dinámicas se traducen en la resultante del Momento Flector Total de la viga buque quien nos permitirá obtener el correcto escantillonado de la estructura. Este momento se discrimina en dos situaciones, Momento Flector en Aguas Tranquilas y Momento Flector sobre la Ola.

El momento flector en aguas tranquilas depende en forma casi exclusivamente de la distribución longitudinal de pesos del buque y el momento flector sobre la ola depende principalmente del área y forma de los planos de flotación en la vecindad de la línea de flotación. Debido a esto debemos evaluar las diferentes condiciones de carga del buque.

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

A estas alturas del proyecto tenemos la distribución de pesos debido a que diseñamos el escantillonado mediante el CAD MaxSurf (estructura). De aquí obtenemos la distribución de pesos a lo largo de la eslora del buque. A esta distribución de pesos que se ve reflejada como una curva, le restamos a esta la curva, la curva de áreas debido al empuje en cada condición de carga.

Una vez obtenido la distribución de carga se prosigue con la integración de dicha curva de cargas.

Matemáticamente el proceso es:

$$Q(x) = \int_0^L q(x) dx$$

Posteriormente la integración de la curva de corte a lo largo de la eslora nos determina el momento flector que sufre la viga buque. Matemáticamente:

$$M(x) = \int_0^L Q(x) dx$$

De la cátedra "Cálculo estructural de Buque" aplicamos una tabla con correcciones para determinar los cortes y momentos flectores.

PROYECTO	Página 313 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA LA PRIMERA CONDICIÓN DE CARGA

DISTRIBUCIÓN DE PESOS				
Secciones	Posición	Peso T/m	Empuje T/m	Carga
0	-3,198	18,583	-4,214	14,369
1	3,202	18,491	-7,582	10,909
2	9,602	77,898	-20,559	57,339
3	16,002	73,438	-50,947	22,491
4	22,402	92,528	-91,373	1,155
5	28,802	61,469	-117,594	-56,125
6	35,202	74,745	-128,857	-54,112
7	41,602	92,978	-133,615	-40,637
8	48,002	86,383	-135,594	-49,211
9	54,402	124,122	-135,633	-11,511
10	60,802	82,294	-134,207	-51,913
11	67,202	73,943	-130,96	-57,017
12	73,602	102,936	-125,361	-22,425
13	80,002	152,63	-116,183	36,447
14	86,402	186,823	-101,276	85,547
15	92,802	118,081	-80,302	37,779
16	99,202	43,453	-56,069	-12,616
17	105,602	55,786	-33,986	21,8
18	112,002	17,894	-19,414	-1,52
19	118,402	10,346	-11,458	-1,112
20	122,002	5,584	-0,714	4,87

TABLA DE CALCULO PARA CARGA, CORTE, MOMENTO, ERRORES.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		q(x)	$\Sigma q(x)$	Correcc.	$\Sigma q(x)$ corr.	Q(x) [t]	Q'(x)	$\Sigma Q'(x)$	Correcc.	$\Sigma Q'(x)$ corr.	M(x)
Ord.	Lpp[m]	p(x)-e(x)	[t/m]	$(\Sigma(20)\text{ord}/20)$	(2)-(3)	(4)* ΔL	[t]	[t]	$\Sigma(20)\text{ord}/20$	(7)-(8)	tm
0	-3,198		14,4	0,0	14,4	-46,0		0,0	0,0	0,0	0,0
		14,4					69,2				
1	3,202		25,3	-3,5	28,8	184,3		69,2	-163,3	232,5	1488,0
		10,9					379,0				
2	9,602		82,6	-7,0	89,7	573,8		448,2	-326,7	774,9	4959,1
		57,3					657,0				
3	16,002		105,1	-10,6	115,7	740,2		1105,2	-490,0	1595,2	10209,3
		22,5					755,2				
4	22,402		106,3	-14,1	120,3	770,1		1860,4	-653,3	2513,7	16087,9
		1,2					601,8				
5	28,802		50,1	-17,6	67,7	433,5		2462,2	-816,6	3278,9	20984,7
		-56,1					271,6				
6	35,202		-4,0	-21,1	17,1	109,7		2733,8	-980,0	3713,8	23768,0
		-54,1					-9,1				
7	41,602		-44,6	-24,6	-20,0	-127,9		2724,7	-1143,3	3868,0	24755,0
		-40,6					-274,1				
8	48,002		-93,8	-28,1	-65,7	-420,3		2450,6	-1306,6	3757,2	24045,9
		-49,2					-445,9				
9	54,402		-105,3	-31,7	-73,7	-471,5		2004,6	-1470,0	3474,6	22237,4
		-11,5					-626,3				
10	60,802		-157,2	-35,2	-122,1	-781,2		1378,3	-1633,3	3011,6	19274,1

		-51,9					-952,4				
11	67,202		-214,3	-38,7	-175,6	-1123,6		425,9	-1796,6	2222,5	14224,0
		-57,0					-1184,1				
12	73,602		-236,7	-42,2	-194,5	-1244,6		-1874,9	-1959,9	85,0	544,0
		-22,4					-1116,7				
13	80,002		-200,2	-45,7	-154,5	-988,8		-2578,8	-2123,3	-455,5	-2915,2
		36,4					-703,8				
14	86,402		-114,7	-49,3	-65,4	-418,8		-2578,8	-2286,6	-292,2	-1869,9
		85,5					-286,7				
15	92,802		-76,9	-52,8	-24,1	-154,5		-2865,4	-2449,9	-415,5	-2659,3
		37,8					-183,6				
16	99,202		-89,5	-56,3	-33,2	-212,7		-3049,1	-2613,3	-435,8	-2789,2
		-12,6					-131,7				
17	105,602		-67,7	-59,8	-7,9	-50,7		-3180,8	-2776,6	-404,2	-2586,9
		21,8					-44,3				
18	112,002		-69,3	-63,3	-5,9	-37,9		-3225,1	-2939,9	-285,2	-1825,2
		-1,5					-30,2				
19	118,402		-70,4	-66,8	-3,5	-22,5		-3255,3	-3103,2	-152,1	-973,2
		-1,1					-11,3				
20	122,002		-70,4	-70,4	0,0	0,0	0,0	-3266,6	-3266,6	0,0	0,0
		4,9					0,0				

RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA 2da CONDICIÓN DE CARGA

DISTRIBUCIÓN DE PESOS				
Secciones	Posición	Peso	Empuje	Carga
		T/m	T/m	T/m
0	-3,198	18,583	-2,557	16,026
1	3,2	18,491	-5,972	12,519
2	9,6	98,686	-18,974	79,712
3	16	73,438	-49,412	24,026
4	22,4	79,723	-89,913	-10,19
5	28,8	66,99	-116,179	-49,189
6	35,2	76,417	-127,496	-51,079
7	41,6	96,994	-132,306	-35,312
8	48	86,383	-134,343	-47,96
9	54,4	124,122	-134,445	-10,323
10	60,8	82,294	-133,084	-50,79
11	67,2	73,943	-129,908	-55,965
12	73,6	102,936	-124,381	-21,445
13	80	88,619	-115,287	-26,668
14	86,4	120,294	-100,468	19,826
15	92,8	129,542	-79,606	49,936
16	99,2	55,24	-55,519	-0,279
17	105,6	63,914	-33,628	30,286
18	112	89,994	-19,268	70,726
19	118,4	42,315	-11,448	30,867
20	124,8	6,301	-0,716	5,585

TABLA DE CALCULO PARA CARGA, CORTE, MOMENTO, ERRORES.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		q(x)	$\sum q(x)$	Correcc.	$\sum q(x)$ corr.	Q(x) [t]	Q'(x)	$\sum Q'(x)$	Correcc.	$\sum Q'(x)$ corr.	M(x)
Ord.	Lpp[m]	p(x)-e(x)	[t/m]	$(\sum(20)\text{ord}/20)$	(2)-(3)	(4)* ΔL	[t]	[t]	$\sum(20)\text{ord}/20$	(7)-(8)	tm
0	-3,198		16,0	0,0	16,0	-51,3		0,0	0,0	0,0	0,0
		16,0					69,8				
1	3,2		28,5	-1,3	29,8	190,8		69,8	-282,1	351,8	2251,8
		12,5					449,9				
2	9,6		108,3	-2,5	110,8	709,0		519,7	-564,2	1083,8	6936,5
		79,7					789,9				
3	16		132,3	-3,8	136,1	870,9		1309,6	-846,2	2155,9	13797,5
		24,0					842,3				
4	22,4		122,1	-5,1	127,1	813,7		2151,9	-1128,3	3280,2	20993,6
		-10,2					660,4				
5	28,8		72,9	-6,3	79,2	507,0		2812,3	-1410,4	4222,7	27025,4
		-49,2					347,6				
6	35,2		21,8	-7,6	29,4	188,2		3159,9	-1692,5	4852,4	31055,5
		-51,1					79,3				
7	41,6		-13,5	-8,8	-4,6	-29,7		3239,2	-1974,6	5213,8	33368,0
		-35,3					-179,1				
8	48		-61,4	-10,1	-51,3	-328,6		3060,1	-2256,6	5316,7	34026,9
		-48,0					-357,5				
9	54,4		-71,8	-11,4	-60,4	-386,5		2702,5	-2538,7	5241,2	33544,0
		-10,3					-545,0				
10	60,8		-122,6	-12,6	-109,9	-703,5		2157,5	-2820,8	4978,3	31861,2

		-50,8					-878,5				
11	67,2		-178,5	-13,9	-164,6	-1053,6		1279,0	-3102,9	4381,8	28043,8
		-56,0					-1118,2				
12	73,6		-200,0	-15,2	-184,8	-1182,7		-1103,3	-3385,0	2281,7	14603,0
		-21,4					-1264,0				
13	80		-226,6	-16,4	-210,2	-1345,3		-2381,1	-3667,1	1285,9	8230,1
		-26,7					-1277,8				
14	86,4		-206,8	-17,7	-189,1	-1210,4		-2381,1	-3949,1	1568,0	10035,4
		19,8					-1046,5				
15	92,8		-156,9	-19,0	-137,9	-882,7		-3427,6	-4231,2	803,6	5143,0
		49,9					-879,5				
16	99,2		-157,2	-20,2	-136,9	-876,4		-4307,2	-4513,3	206,1	1319,3
		-0,3					-775,4				
17	105,6		-126,9	-21,5	-105,4	-674,5		-5082,6	-4795,4	-287,2	-1838,1
		30,3					-444,1				
18	112		-56,1	-22,7	-33,4	-213,7		-5526,7	-5077,5	-449,2	-2874,9
		70,7					-110,9				
19	118,4		-25,3	-24,0	-1,3	-8,1		-5637,6	-5359,5	-278,0	-1779,4
		30,9					-4,0				
20	124,8		-25,3	-25,3	0,0	0,0	0,0	-5641,6	-5641,6	0,0	0,0
		5,6					0,0				

RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA 3da CONDICIÓN DE CARGA

DISTRIBUCIÓN DE PESOS				
Secciones	Posición	Peso	Empuje	Carga
		T/m	T/m	
0	-3,198	18,583	-6,284	12,299
1	3,2	18,491	-9,668	8,823
2	9,6	82,462	-22,668	59,794
3	16	133,121	-53,071	80,05
4	22,4	92,526	-93,494	-0,968
5	28,8	66,99	-119,711	-52,721
6	35,2	74,535	-130,965	-56,43
7	41,6	94,887	-135,714	-40,827
8	48	86,383	-137,681	-51,298
9	54,4	124,122	-137,702	-13,58
10	60,8	82,294	-136,253	-53,959
11	67,2	73,943	-132,973	-59,03
12	73,6	102,936	-127,327	-24,391
13	80	152,63	-118,083	34,547
14	86,4	186,823	-103,079	83,744
15	92,8	129,542	-81,964	47,578
16	99,2	43,453	-57,502	-14,049
17	105,6	55,786	-35,02	20,766
18	112	17,895	-19,888	-1,993
19	118,4	10,346	-11,507	-1,161
20	124,8	5,584	-0,716	4,868

TABLA DE CALCULO PARA CARGA, CORTE, MOMENTO, ERRORES.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		q(x)	$\Sigma q(x)$	Correcc.	$\Sigma q(x)$ corr.	Q(x) [t]	Q'(x)	$\Sigma Q'(x)$	Correcc.	$\Sigma Q'(x)$ corr.	M(x)
Ord.	Lpp[m]	p(x)-e(x)	[t/m]	$(\Sigma(20)\text{ord}/20)$	(2)-(3)	(4)* ΔL	[t]	[t]	$\Sigma(20)\text{ord}/20$	(7)-(8)	tm
0	-3,198		12,3	0,0	12,3	-39,3		0,0	0,0	0,0	0,0
		12,3					16,0				
1	3,2		21,1	-1,1	22,3	71,2		16,0	-20,1	36,1	231,0
		8,8					168,7				
2	9,6		80,9	-2,3	83,2	266,2		184,7	-40,3	225,0	1439,9
		59,8					396,1				
3	16		161,0	-3,4	164,4	526,0		580,8	-60,4	641,3	4104,0
		80,1					526,3				
4	22,4		160,0	-4,6	164,6	526,6		1107,1	-80,6	1187,7	7601,4
		-1,0					444,1				
5	28,8		107,3	-5,7	113,0	361,5		1551,2	-100,7	1651,9	10572,3
		-52,7					273,1				
6	35,2		50,8	-6,8	57,7	184,6		1824,3	-120,9	1945,1	12448,9
		-56,4					121,1				
7	41,6		10,0	-8,0	18,0	57,6		1945,4	-141,0	2086,4	13352,9
		-40,8					-22,6				
8	48		-41,3	-9,1	-32,2	-102,9		1922,7	-161,2	2083,9	13336,9
		-51,3					-122,8				
9	54,4		-54,9	-10,3	-44,6	-142,7		1799,9	-181,3	1981,2	12679,9
		-13,6					-227,2				
10	60,8		-108,8	-11,4	-97,4	-311,7		1572,7	-201,5	1774,2	11354,6

		-54,0					-404,3				
11	67,2		-167,8	-12,5	-155,3	-497,0		1168,4	-221,6	1390,0	8895,7
		-59,0					-534,2				
12	73,6		-192,2	-13,7	-178,6	-571,4		119,9	-241,7	361,7	2314,6
		-24,4					-514,3				
13	80		-157,7	-14,8	-142,9	-457,2		-201,4	-261,9	60,4	386,8
		34,5					-321,4				
14	86,4		-73,9	-16,0	-58,0	-185,5		-201,4	-282,0	80,6	515,8
		83,7					-107,6				
15	92,8		-26,4	-17,1	-9,3	-29,6		-309,0	-302,2	-6,9	-43,9
		47,6					-50,3				
16	99,2		-40,4	-18,2	-22,2	-71,0		-359,3	-322,3	-37,0	-236,9
		-14,0					-35,9				
17	105,6		-19,7	-19,4	-0,3	-0,9		-395,2	-342,5	-52,8	-337,8
		20,8					-2,2				
18	112		-21,6	-20,5	-1,1	-3,6		-397,5	-362,6	-34,9	-223,0
		-2,0					-3,6				
19	118,4		-22,8	-21,7	-1,1	-3,6		-401,1	-382,8	-18,3	-117,3
		-1,2					-1,8				
20	124,8		-22,8	-22,8	0,0	0,0	0,0	-402,9	-402,9	0,0	0,0
		4,9					0,0				

RESISTENCIA LONGITUDINAL PARA 4da CONDICIÓN DE CARGA

DISTRIBUCIÓN DE PESOS				
Secciones	Posición	Peso	Empuje	Carga
		T/m	T/m	
0	-3,198	18,583	-0,039	18,544
1	3,2	18,491	-2,727	15,764
2	9,6	82,462	-15,597	66,865
3	16	98,951	-45,927	53,024
4	22,4	79,724	-86,392	-6,668
5	28,8	66,99	-112,634	-45,644
6	35,2	76,417	-123,93	-47,513
7	41,6	96,993	-128,719	-31,726
8	48	86,383	-130,738	-44,355
9	54,4	124,122	-130,83	-6,708
10	60,8	82,294	-129,47	-47,176
11	67,2	73,943	-126,316	-52,373
12	73,6	102,936	-120,838	-17,902
13	80	88,621	-111,833	-23,212
14	86,4	120,295	-97,165	23,13
15	92,8	129,542	-76,546	52,996
16	99,2	55,24	-52,881	2,359
17	105,6	63,914	-31,755	32,159
18	112	89,994	-18,443	71,551
19	118,4	42,315	-11,386	30,929
20	124,8	6,301	-0,716	5,585

TABLA DE CALCULO PARA CARGA, CORTE, MOMENTO, ERRORES.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		q(x)	$\Sigma q(x)$	Correcc.	$\Sigma q(x)$ corr.	Q(x) [t]	Q'(x)	$\Sigma Q'(x)$	Correcc.	$\Sigma Q'(x)$ corr.	M(x)
Ord.	Lpp[m]	p(x)-e(x)	[t/m]	$(\Sigma(20)\text{ord}/20)$	(2)-(3)	(4)* ΔL	[t]	[t]	$\Sigma(20)\text{ord}/20$	(7)-(8)	tm
0	-3,198		18,5	0,0	18,5	-59,3		0,0	0,0	0,0	0,0
		18,5					21,7				
1	3,2		34,3	2,2	32,1	102,7		21,7	-113,8	135,5	867,0
		15,8					206,2				
2	9,6		101,2	4,4	96,8	309,7		227,9	-227,5	455,4	2914,8
		66,9					391,0				
3	16		154,2	6,6	147,6	472,3		618,9	-341,3	960,2	6145,0
		53,0					458,1				
4	22,4		147,5	8,8	138,7	443,9		1077,0	-455,0	1532,0	9804,9
		-6,7					367,4				
5	28,8		101,9	11,0	90,9	290,8		1444,3	-568,8	2013,1	12884,0
		-45,6					211,3				
6	35,2		54,4	13,2	41,2	131,7		1655,6	-682,5	2338,1	14964,1
		-47,5					77,4				
7	41,6		22,6	15,4	7,2	23,1		1733,0	-796,3	2529,3	16187,6
		-31,7					-51,4				
8	48		-21,7	17,6	-39,3	-125,8		1681,7	-910,1	2591,7	16587,0
		-44,4					-140,1				
9	54,4		-28,4	19,8	-48,2	-154,4		1541,6	-1023,8	2565,4	16418,4
		-6,7					-233,4				
10	60,8		-75,6	22,0	-97,6	-312,4		1308,2	-1137,6	2445,8	15652,9

		-47,2					-399,7				
11	67,2		-128,0	24,2	-152,2	-487,0		908,5	-1251,3	2159,8	13823,0
		-52,4					-519,2				
12	73,6		-145,9	26,4	-172,3	-551,3		-202,7	-1365,1	1162,4	7439,5
		-17,9					-592,0				
13	80		-169,1	28,6	-197,7	-632,7		-801,9	-1478,8	677,0	4332,7
		-23,2					-599,2				
14	86,4		-146,0	30,8	-176,8	-565,7		-801,9	-1592,6	790,7	5060,8
		23,1					-484,4				
15	92,8		-93,0	33,0	-126,0	-403,2		-1286,3	-1706,4	420,1	2688,5
		53,0					-402,9				
16	99,2		-90,6	35,2	-125,8	-402,7		-1689,2	-1820,1	130,9	837,9
		2,4					-354,7				
17	105,6		-58,4	37,4	-95,9	-306,8		-2043,9	-1933,9	-110,0	-704,3
		32,2					-195,8				
18	112		13,1	39,6	-26,5	-84,9		-2239,8	-2047,6	-192,1	-1229,6
		71,6					-38,9				
19	118,4		44,0	41,8	2,2	7,0		-2278,7	-2161,4	-117,3	-750,6
		30,9					3,5				
20	124,8		44,0	44,0	0,0	0,0	0,0	-2275,1	-2275,1	0,0	0,0
		5,6					0,0				

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA LONGITUDINAL.

MOMENTOS FLECTORES

En la Sección de ESCANTILLONADO remarcamos que el máximo momento flector obtenido en las condiciones de carga debe satisfacer la siguiente condición.

$$|M| \leq \overline{M_s}$$

$\overline{M_s}$ es el momento máximo permitido en la condición de aguas tranquilas. En la sección de “RESISTENCIA ESTRUCTURAL” se lo cálculo con estos resultados obtenidos:

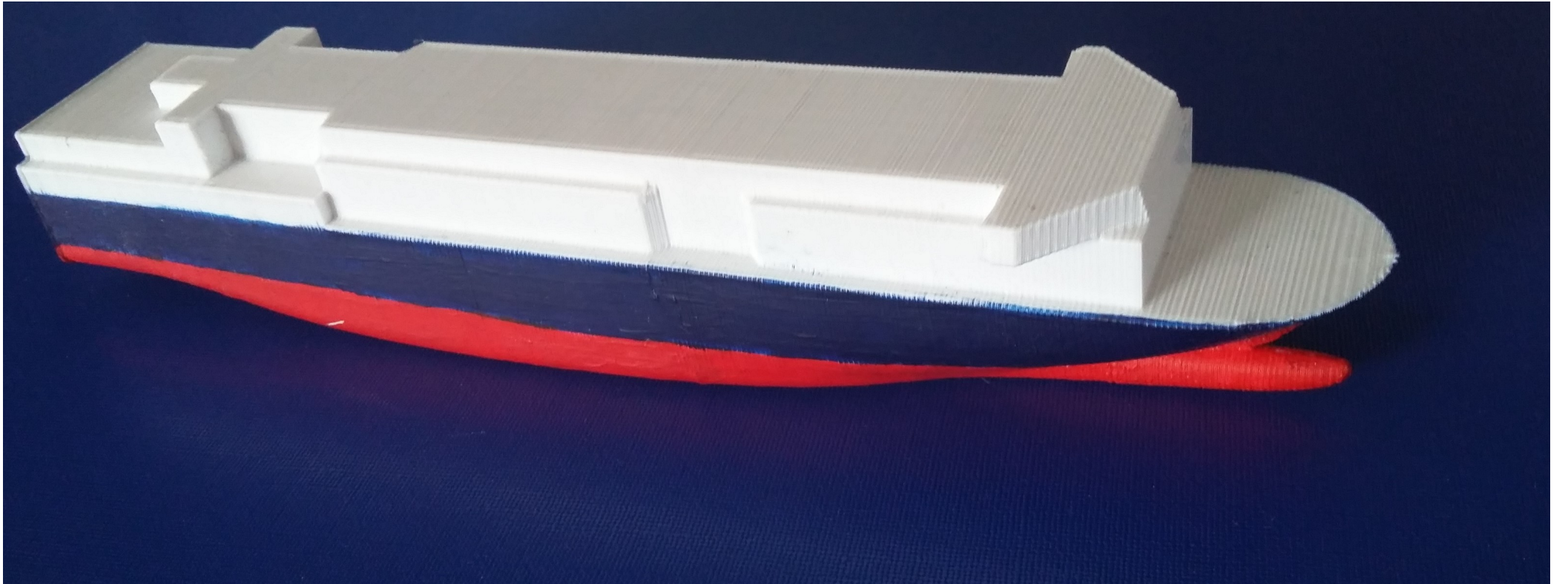
Arrufo		Quebranto	
/Ms/ kNm	1594218,603	/Ms/ kNm	1817210

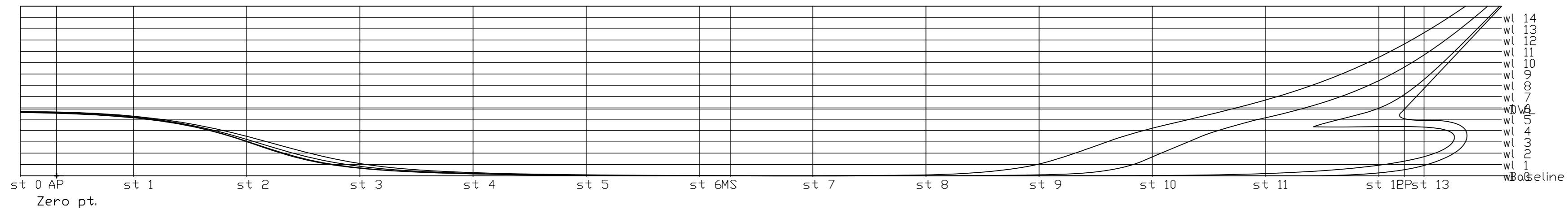
El máximo momento flector obtenido debido a estudio de las condiciones de carga es de 34026,9 tn.m. Este valor es menor a todos los valores calculados por el registro de clasificación.

$$M_s = 34026,9 \text{ t.m} \times 9,8 \text{ m} / s^2$$

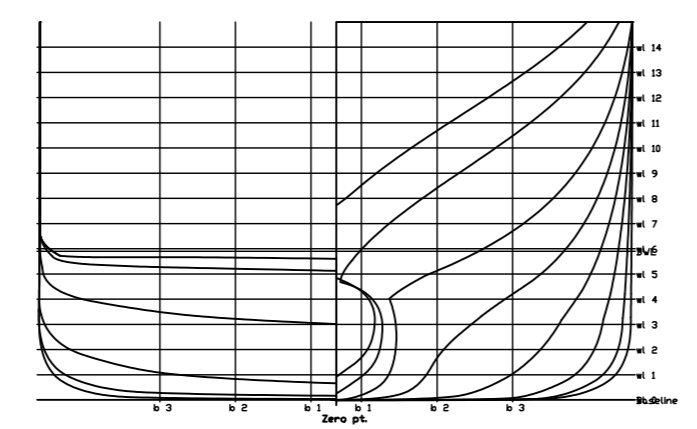
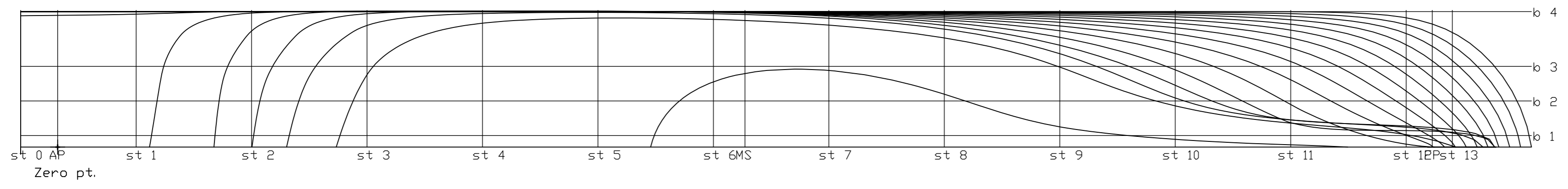
$$\underline{\underline{M_s = 333463,62 \text{ kNm}}}$$


PROYECTO	Página 326 de 326	Sebastian Reyes Carlos. G
FERRY		
CHARLY		

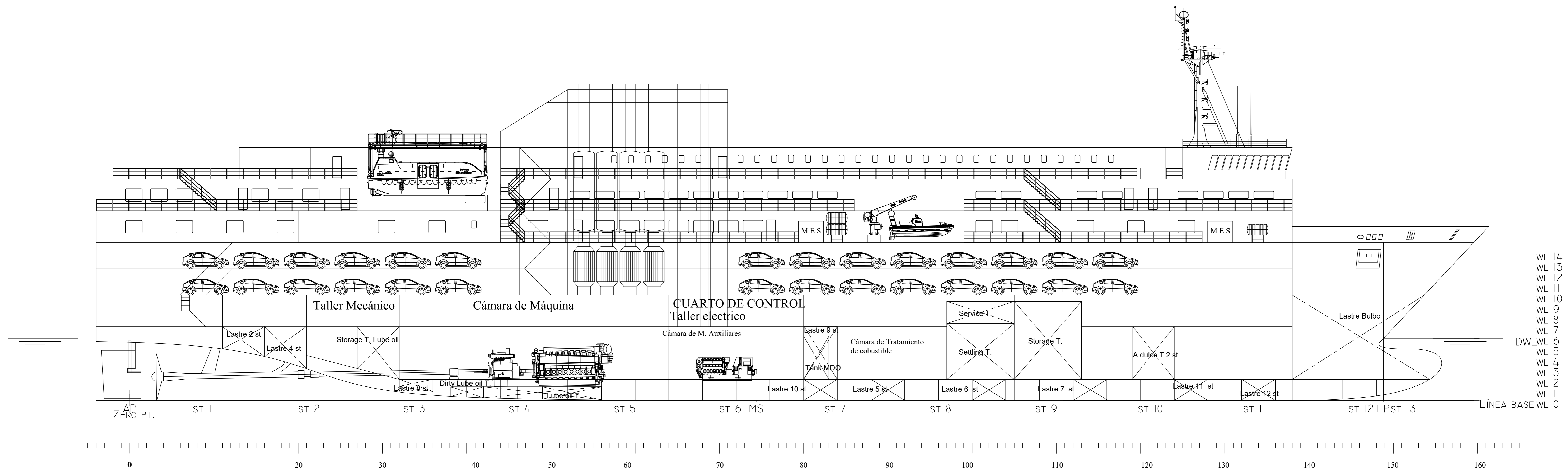




CARACTERÍSTICAS	
ESLORA TOTAL	130,855 m
ESLORA DE FLOTACIÓN	122,38 m
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	119,18 m
MANGA DE TRAZADO	21,4 m
PUNTAL	15 m
CALADO DE PROYECTO	5,89 m
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,622
COEFICIENTE DE LA SECCIÓN MAESTRA	0,938
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,675
COEFICIENTE DE FLOTACIÓN	0,892
SEPARACIÓN ENTRE LAS SECCIONES	10 m
SEPARACIÓN ENTRE LAS LINEAS DE AGUA	1 m

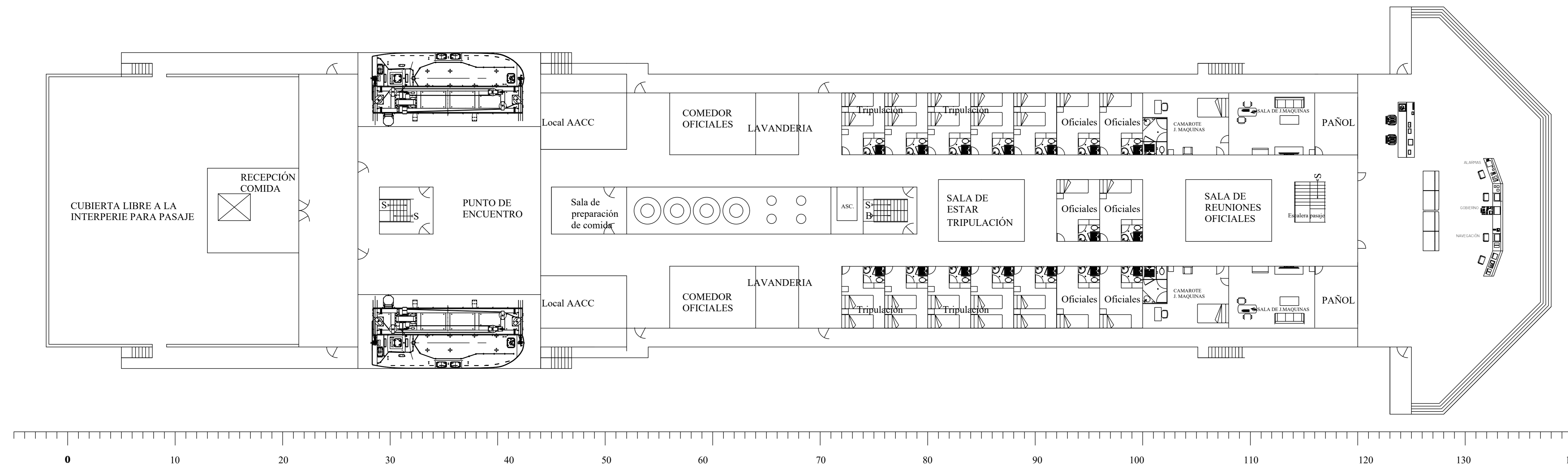


 Universidad Tecnológica Nacional La Plata	EMBARCACIONES VELOCEZ	
	FERRY RO-PAX	
Tipo de plano:	PLANO DE FORMAS	Escala: 1:100
Dibujado:	Sebastian R. Carlos	A2
Profesor Ing. Martinez tutor:		Fecha:
		Firma:



CUBIERTA N°7

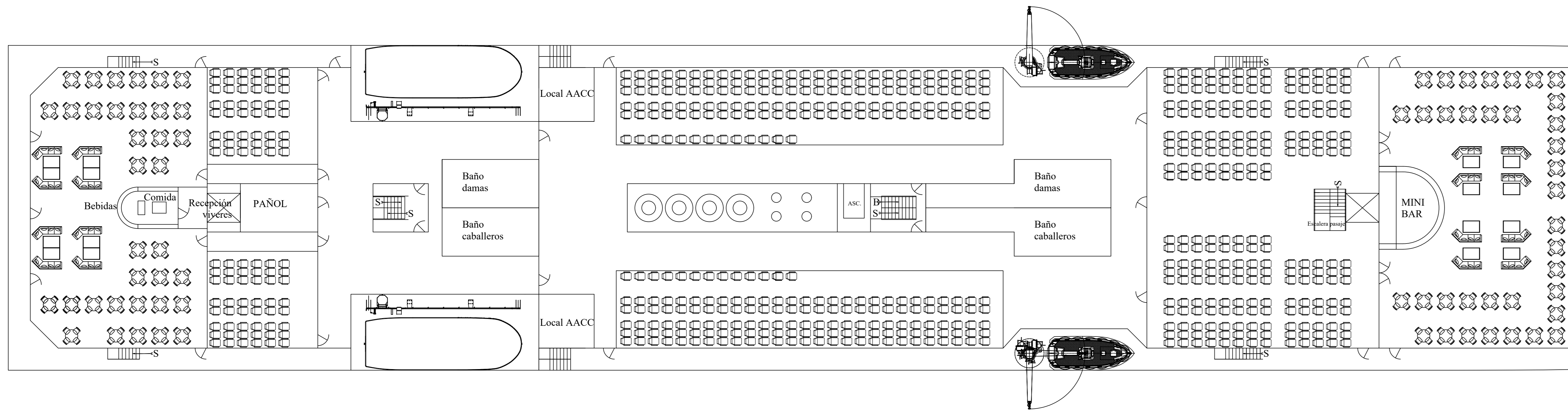
21000 mm sobre la Línea Base



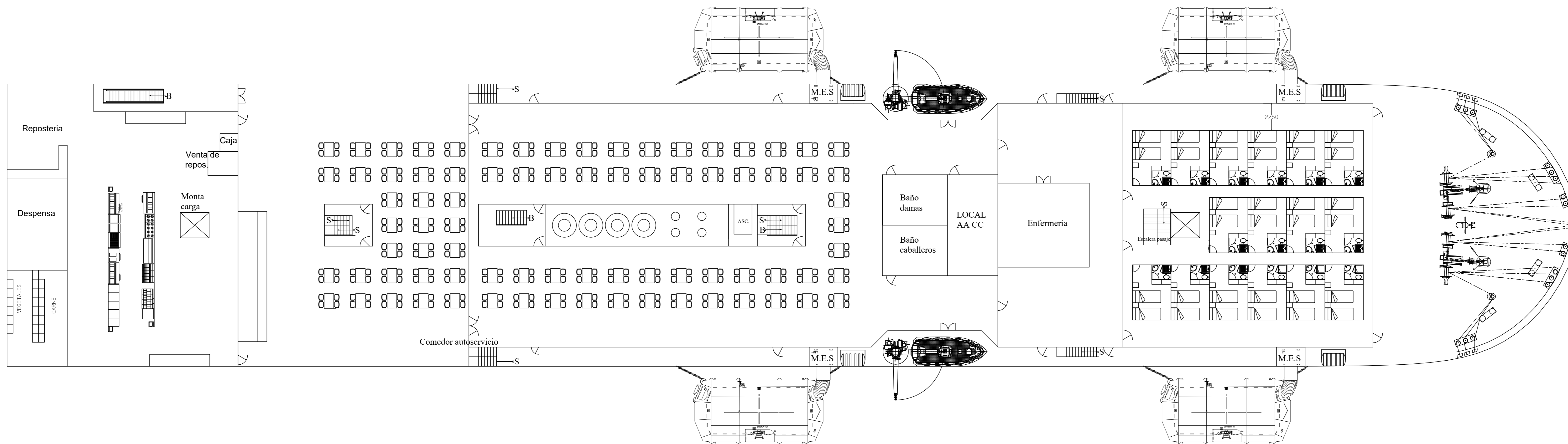
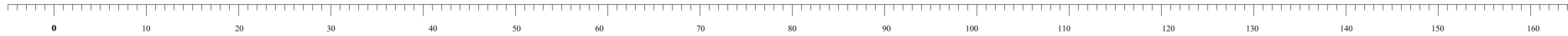
DESIGNACIÓN DEL BUQUE: CHARLY	MATRÍCULA: E/T
CARACTERÍSTICAS GENERALES ESLORA:132,26M MANGA:23,500M PUNTALE:15M ESL.E/ PERPEND.:118,08M PLANTA PROPULSORA:WÄRTSILA16V32 CALADO:5,9 M POTENCIA TOTAL: 37120 kW (MCR)	NÚMERO CÚBICO: 164,7 TIPO DE BUQUE: FERRY
REGLAS O NORMAS DE CONSTRUCCIÓN: P.N.A.-LLOYD'S REGISTER	NAVEGACIÓN: OCEÁNICA
PROPIETARIO: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA	MATERIAL: -
ARMADORES: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA	MEDIDAS: -

ARREGLO GENERAL, PLANO 1 DE 3

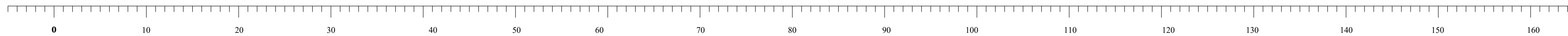
ESTUDIO TÉCNICO: - NOMBRE: - TELÉFONO: - DIRECCIÓN: - FAX: -	ESCALA: 1:150 UNIDADES: MM					
PROYECTISTA/CALCULISTA: TÍTULO: EST. I.NAVAL NOMBRE: SEBASTIAN R. CARLOS MAT. PNA: - DIRECCIÓN: - MAT. PROF.: - TELÉFONO: - FIRMA: -	FECHA: DIBUJÓ:SEBASTIAN.C CONTROLÓ:					
CALIFICACIÓN:	FECHA:	ANALIZADO:	JEFE DE SECCIÓN:			
BOLETA N°:	LIBRO DE INSPECCIÓN: INSP.: N°:	FOLIO:	LUGAR:	FECHA:	RESULT.:	INSP.:



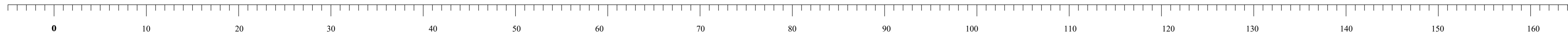
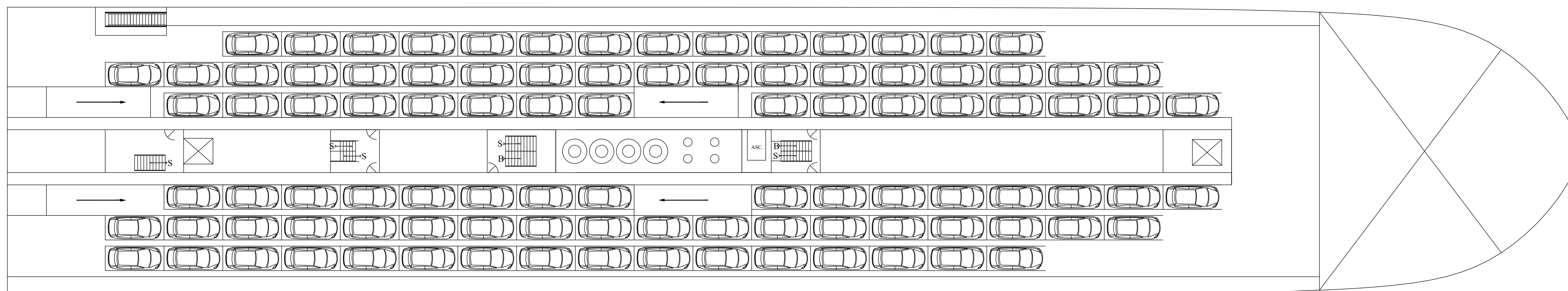
CUBIERTA N°6
18000 mm sobre la Línea Base



CUBIERTA N°5
15000 mm sobre la Línea Base



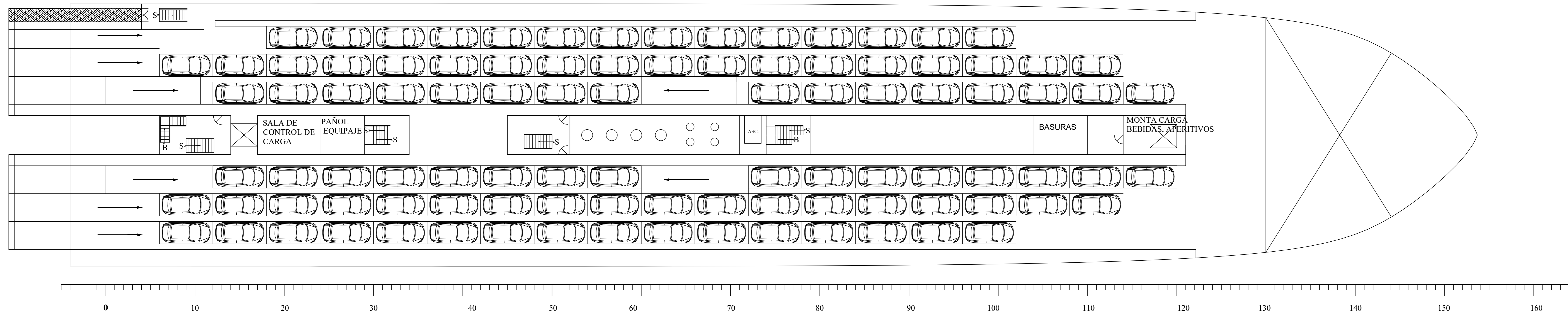
CUBIERTA N°4
12500 mm sobre la Línea Base



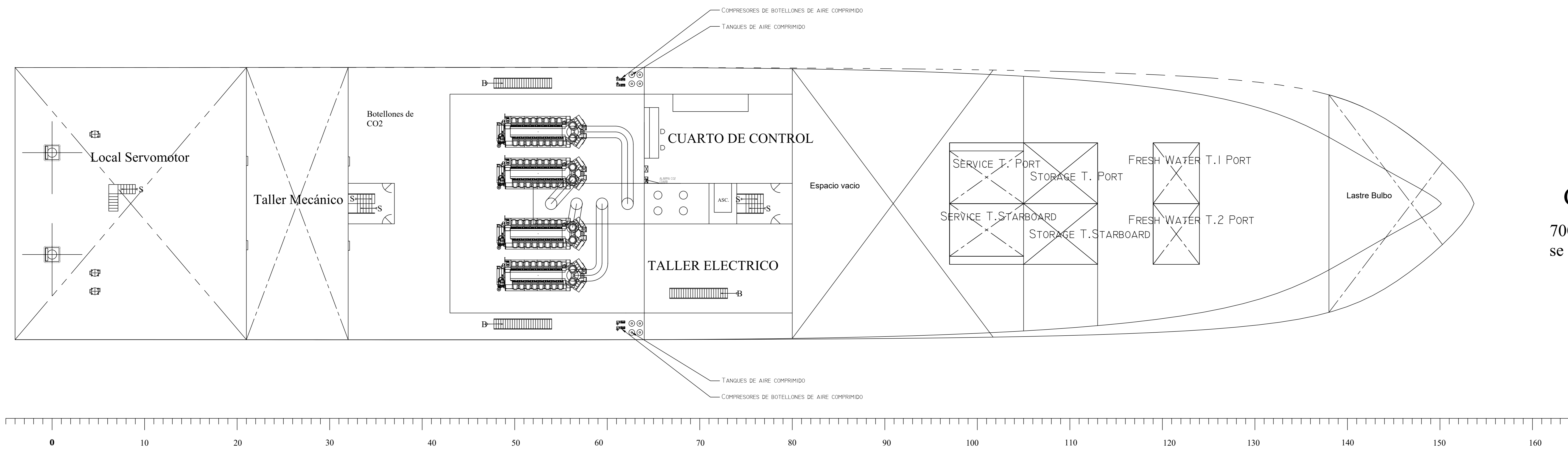
DESIGNACIÓN DEL BUQUE: CHARLY	MATRÍCULA: E/T
CARACTERÍSTICAS GENERALES ESLORA:132,26M MANGA:23,500M PUNTA:15M ESL.E/ PERPEND.:118,08M PLANTA PROPULSORA:WÄRTSILA16V32 CALADO:5,9 M POTENCIA TOTAL: 37120 kW (MCR)	NUMERAL CÚBICO: 164,7 TIPO DE BUQUE FERRY
REGLAS O NORMAS DE CONSTRUCCIÓN: P.N.A.-LLOYD'S REGISTER	NAVEGACIÓN: OCEÁNICA
PROPIETARIO: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA	MATERIAL: -
ARMADORES: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA	MEDIDAS: -

ARREGLO GENERAL, PLANO 2 DE 3

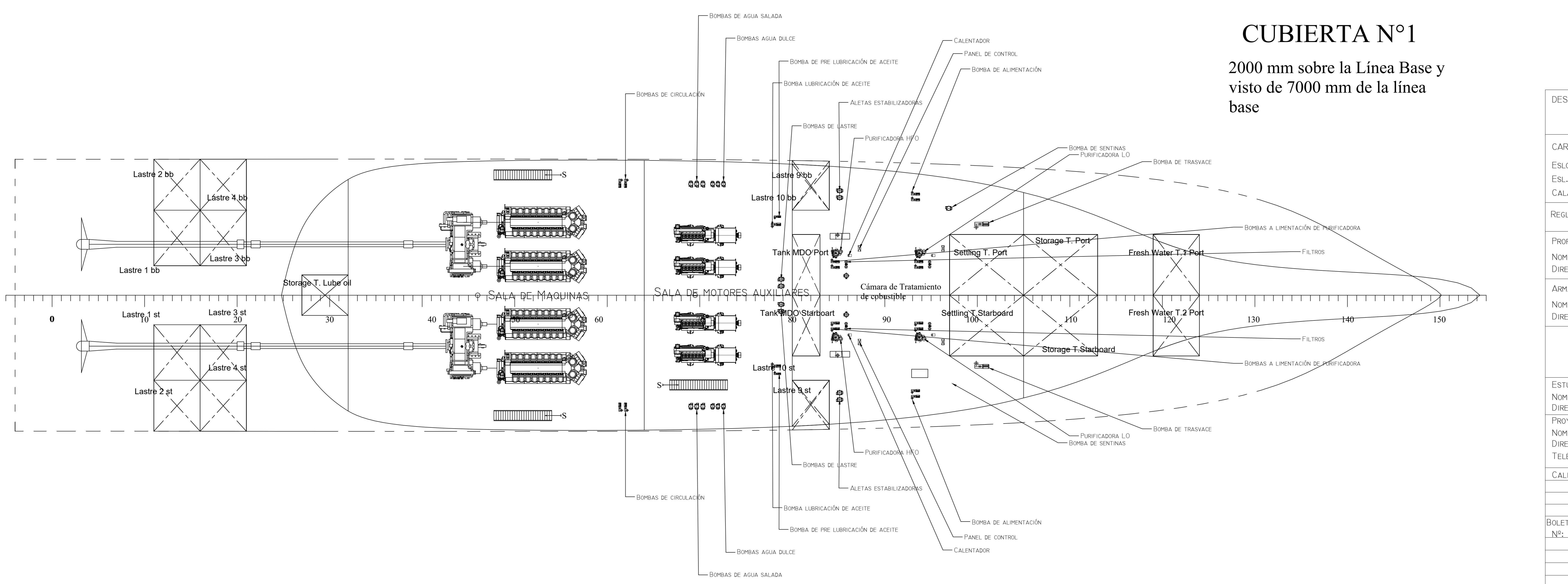
ESTUDIO TÉCNICO: - NOMBRE: - TELÉFONO: - DIRECCIÓN: - FAX: -	ESCALA: 1:150 UNIDADES: MM					
PROYECTISTA/CALCULISTA: TÍTULO: EST. I.NAVAL NOMBRE: SEBASTIAN R. CARLOS MAT. PNA: - DIRECCIÓN: - MAT. PROF.: - TELÉFONO: - FIRMA: -	FECHA: DIBUJÓ:SEBASTIAN.C CONTROLÓ:					
CALIFICACIÓN:	FECHA:	ANALIZADO:	JEFE DE SECCIÓN:			
BOLETA N°:	LIBRO DE INSPECCIÓN: INSP.: N°:	FOLIO:	LUGAR:	FECHA:	RESULT.:	INSP.:



CUBIERTA N°3
10000 mm sobre la Línea Base



CUBIERTA N°2
7000 mm sobre la Línea Base y
se mira a 10000 mm

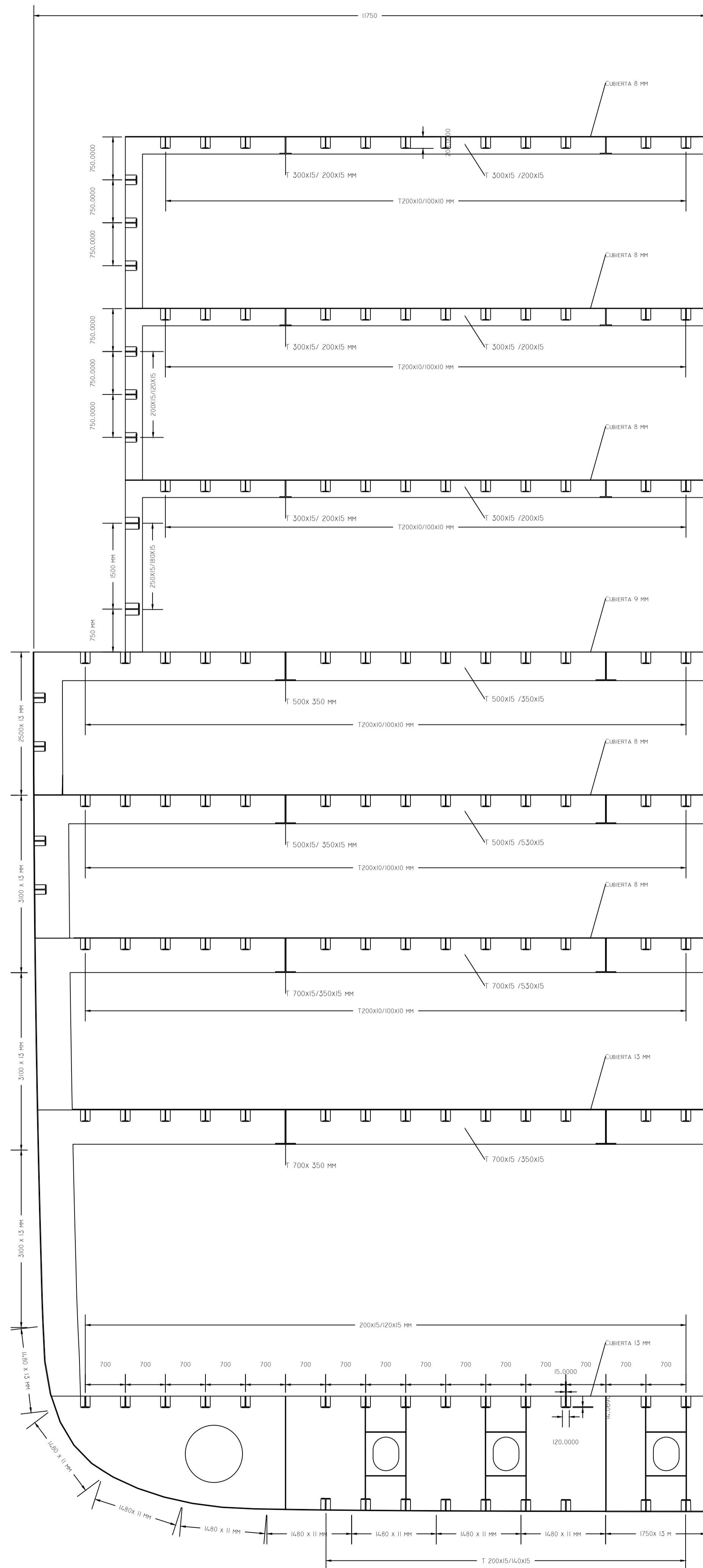


CUBIERTA N°1
2000 mm sobre la Línea Base y
visto de 7000 mm de la línea
base

DESIGNACIÓN DEL BUQUE: CHARLY		MATRÍCULA: E/T
CARACTERÍSTICAS GENERALES ESLORA:132,26M MANGA:23,500M PUNTALE:15M ESL.E/ PERPEND.:118,08M PLANTA PROPULSORA:WÄRTSILAIGV32 CALADO:5,9 M POTENCIA TOTAL: 37120 kW (MCR)		NUMERAL CÚBICO: 164,7 TIPO DE BUQUE FERRY
REGLAS O NORMAS DE CONSTRUCCIÓN: P.N.A.-LLOYD'S REGISTER		NAVEGACIÓN: OCEÁNICA
PROPIETARIO: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA		MATERIAL: -
ARMADORES: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA		MEDIDAS: -

ARREGLO GENERAL, PLANO 3 DE 3

ESTUDIO TÉCNICO: - NOMBRE: - TELÉFONO: - DIRECCIÓN: - FAX: -		ESCALA: 1:150 UNIDADES: MM				
PROYECTISTA/CALCULISTA: TÍTULO: EST. I.NAVAL NOMBRE: SEBASTIAN R. CARLOS MAT. P.N.A.: - DIRECCIÓN: - MAT. PROF.: - TELÉFONO: - FIRMA: -		FECHA: DIBUJÓ:SEBASTIAN.C CONTROLÓ:				
CALIFICACIÓN:	FECHA:	ANALIZADO:	JEFE DE SECCIÓN:			
BOLETA N°:	LIBRO DE INSPECCIÓN: INSP.: N°:	FOLIO:	LUGAR:	FECHA:	RESULT.:	INSP.:



CUADERNA 76

ESCANTILLONADO GENERAL CUERPO CENTRAL	
FONDO :	11
FONDO TRACA QUILLA:	13
PANTOCQUE:	1
COSTADO:	13
CUBIERTA PRINCIPAL:	9
DOBLE FONDO:	13
CARLINGA CENTRAL:	13
CARLINGAS LATERALES:	11
VARENGAS:	15
BULÁRCAMAS:	15
LONGITUDINALES DE FONDO:	PT200x15/140x15
LONGITUDINALES DOBLE FONDO:	PT200x15/120x15

NOTAS:

MATERIALES

ACERO PARA NAVAL CHAPAS Y PERFILES ESTRUCTURALES ASTM A-131

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL

TENSIÓN DE FLUENCIA MÍN: 235 N/MM²

TENSIÓN DE ROTURA: 400 A 520 N/MM²

DENSIDAD ρ : 7,8 [g/cm³] = 7,8 [T/m³]

CONVENCIÓN DE DIBUJO

OBSERVADOR PARADO EN POPA MIRANDO HACIA PROA

DESIGNACIÓN DEL BUQUE: CHARLY	MATRICULA: E/T
CARACTERÍSTICAS GENERALES ESLORA:132,360M MANGA:23,5000M PUNTA:13M ESL.E/ PERPEND.:119,08M PLANTA PROPULSORA:WÄRTSILA 16V32 CALADO:5,9 M POTENCIA TOTAL: 37120 kW (MCR)	NUMERAL CÚBICO: 1647 TIPO DE BUQUE FERRY
REGLAS O NORMAS DE CONSTRUCCIÓN: P.N.A.-LLOYD'S REGISTER	NAVEGACIÓN: OCEÁNICA
PROPIETARIO: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA	MATERIAL: -
ARMADORES: - NOMBRE: U.T.N. F.R.L.P. TELÉFONO: - DIRECCIÓN: Av.60 ESQ. 124 S/N, LA PLATA	MEDIDAS: -

ESCANTILLONADO SECCIÓN MEDIA

ESTUDIO TÉCNICO: - NOMBRE: - DIRECCIÓN: - TELÉFONO: - FAX: -	ESCALA: INDICADA UNIDADES: MM					
PROYECTISTA/CALCULISTA: NOMBRE: SEBASTIAN REYES C. DIRECCIÓN:- TELÉFONO:-	TITULO: EST. I.NAVAL MAT. PNA: - MAT. PROF.: - FIRMA:-					
CALIFICACIÓN:	FECHA:	ANALIZADO:	JEFE DE SECCIÓN:			
BOLETA Nº:	LIBRO DE INSP. Nº:	FOLIO:	LUGAR:	FECHA:	RESULT.:	INSP.: