



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

CURSO 2016/17

REMOLCADOR DE PUERTO DE 60 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 8

CUADERNA MAESTRA

Alumno: Mario Martínez Caamaño

Tutor: Marcos Míguez González

PROYECTO NÚMERO 17-08

TIPO DE BUQUE: Remolcador de puerto de 60 TPF

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas, SOLAS, MARPOL, FIFI 1 OIL REC

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Gancho de remolque

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 nudos en condiciones de servicio. 85%MCR+15% de margen de mar. Autonomía: 3000 millas a la velocidad de servicio

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los habituales en este tipo de buques

PROPULSIÓN: propulsor azimutal. DIESEL ELECTRICO

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 4 personas + 10 SURVIVORS

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Contraincendios, lucha contra la contaminación en el mar

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **Dº Mario Martínez Caamaño**

Contenido

1	PRESENTACIÓN.....	4
2	TIPO DE ESTRUCTURA	4
3	MATERIALES	5
4	DEFINICIONES.....	6
5	DISPOSICIÓN ESTRUCTURAL.....	9
6	CÁLCULO DE VALORES PREVIOS AL ESCANTILLONADO	10
6.1	CARGAS LOCALES EXTERNAS.....	10
6.2	CARGAS LOCALES INTERNAS	14
7	ESCANTILLONADOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CUADERNA MAESTRA	19
7.1	ESCANTILLONADO DE CHAPAS.....	19
7.1.1	CHAPA DEL FONDO.....	19
7.1.2	CHAPA DEL DOBLE FONDO.....	20
7.1.3	CAPA DE LA CUBIERTA EXPUESTA	21
7.1.4	CHAPA DEL COSTADO.....	21
7.1.5	CHAPA DEL DOBLE CASCO	22
7.1.6	VAGRA	22
7.1.7	VARENGA.....	23
7.2	REFORZADO DE VAGRAS Y VARENGAS.....	24
7.3	ESLORAS	25
7.4	BAOS.....	26
7.5	CONSOLAS	27
7.6	CUADERNAS.....	28
7.7	PALMEJAR.....	29
7.8	PUNTALES.....	30
8	MÓDULO RESISTENTE	31
9	PLANO DE LA CUADERNA MAESTRA	35

1 PRESENTACIÓN

Seleccionaremos en este cuaderno el tipo de estructura de nuestro buque así como los materiales a utilizar, y una vez realizado este paso, se procederá, de acuerdo con lo exigido por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, al cálculo de los módulos y escantillones mínimos exigidos. En el citado reglamento se muestran las pautas a seguir para el escantillonado de buques de eslora inferior a 65 m.

Posición de la cuaderna maestra para la cual se realizará el dimensionamiento:

$$X_{\text{cuaderna maestra}} = L_{pp}/2 = 13,4 \text{ m}$$

En nuestro buque, se encuentra situada entre la cuaderna 22 y la 23.

Estas son las características principales del buque:

Loa	30,20 m
Lpp	26,80 m
B	11 m
D	5,45 m
T	4,45 m
Cb	0,53
Cm	0,86
Cp	0,61
Cf	0,62
Δ	712,67 t

2 TIPO DE ESTRUCTURA

Son tres los tipos de estructura que podríamos adoptar: longitudinal, transversal y mixta. Las características y funciones a realizar por el buque, determinarán cuál de los tres es el más adecuado.

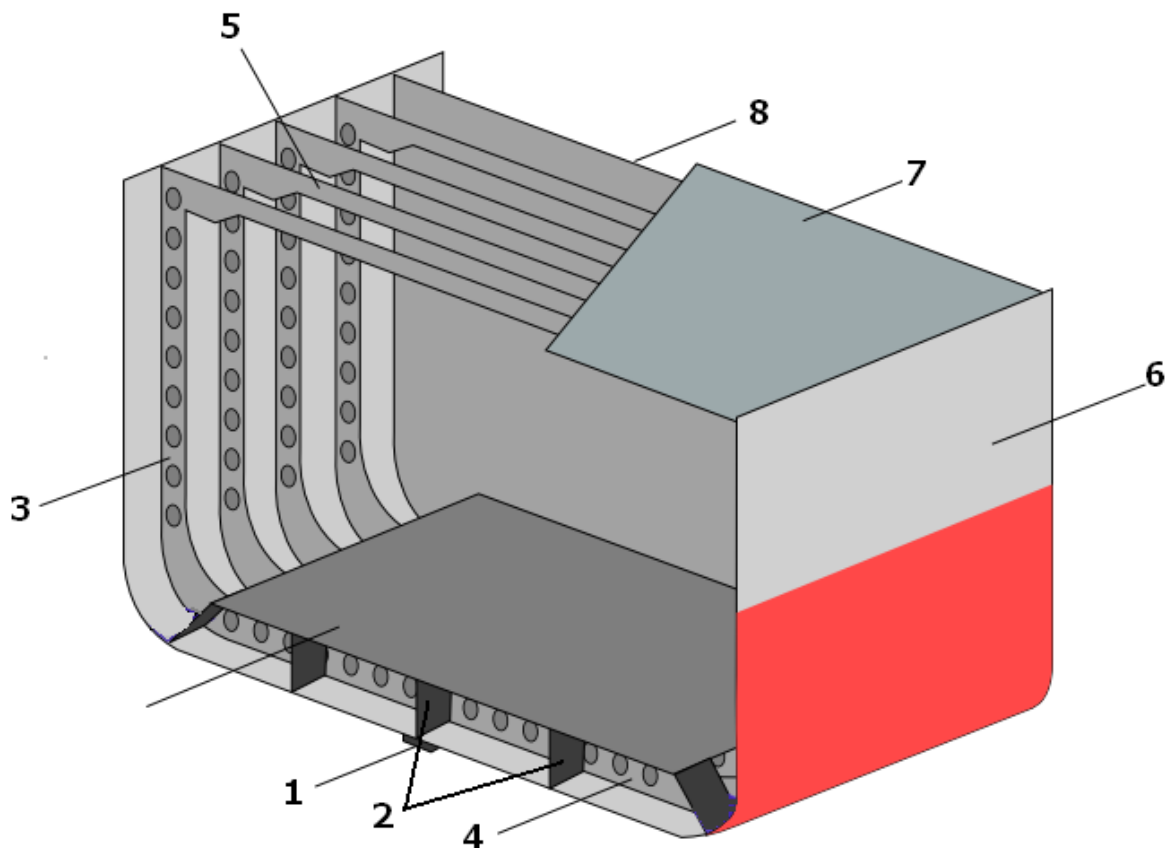
Dada nuestra eslora, los esfuerzos de flexión se hacen menos significativos, por lo que los valores de los esfuerzos secundarios y terciarios son más importantes que los primarios.

Debido a la función a realizar de apoyo a otros buques, los empujes, abarloadamientos etc, serán frecuentes.

Por todo lo anterior nos decantamos por una estructura de tipo transversal cuya base estará constituida por las cuadernas reforzadas por varengas y baos.

Al situar una bulárcama cada cuatro claras de cuaderna, dispondremos de un anillo formado por varenga, bulárcama y bao fuerte cada 2,4 m, al ser 0,6 m la distancia entre cuadernas desde la perpendicular de popa hacia proa.

Mostramos a continuación una imagen de este tipo de estructura:



3 MATERIALES

El buque estará diseñado como una construcción totalmente soldada.

Todos los componentes estructurales de acero serán de calidad naval. Los ensayos, inspecciones y certificados según y cuando lo requiera la Sociedad de Clasificación/Organismos Reguladores, serán física y químicamente conforme con tales requisitos. Todo el acero utilizado para la construcción estará exento de fisuras u otros defectos.

Presentamos una tabla que indica los tipos de aceros y sus cualidades mecánicas:

Steel grades $t \leq 100$ mm	Minimum yield stress R_{eH} , in N/mm ²	Ultimate minimum tensile strength R_m , in N/mm ²
A-B-D-E	235	400 - 520
AH32-DH32 EH32-FH32	315	440 - 590
AH36-DH36 EH36-FH36 EH36CAS-FH36CAS	355	490 - 620
AH40-DH40 EH40- FH40 EH40CAS-FH40CAS	390	510 - 650
EH47CAS	460	570 - 720

Note 1: Ref.: NR216 Materials and Welding, Ch 2, Sec 1, [2]

Nos decantaremos por uno Naval A, definido por nuestra Sociedad de Clasificación como BV-A, con un límite elástico mayor o igual a 235 N/mm². y una resistencia mecánica de 400-520 N/mm².

4 DEFINICIONES

Definiciones según BUREAU VERITAS Ch1, Sec1 Article 4 y Art3

Eslora de escantillonado o reglamentaria” L”:

Distancia en metros en la flotación de verano, entre la cara de proa de la roda y la cara de popa del codaste, o la mecha del eje del timón si aquel no existe. No será inferior al 96%, ni precisa ser superior al 97% de la eslora extrema en la flotación de verano.

$$L_{\text{escant}} = \text{máx}[0,96 \times L_{\text{flotac}}; \text{mín}(0,97 \times L_{\text{flotac}}, L_{\text{pp}})]$$

$$L_{\text{flotac}} = 29,5 \text{ m}$$

$$0,96 \times L_{\text{flotac}} = 28,32 \text{ m}$$

$$0,97 \times L_{\text{flotac}} = 28,61 \text{ m}$$

$$0,97 \times L_{pp} = 26 \text{ m}$$

Tendremos, por tanto:

$$L_{escant} = 28,32 \text{ m}$$

Calado de escantillado: T

Es el calado de verano medido desde el canto alto de la quilla. No podrá ser inferior al 85% del puntal para el cálculo de escantillones.

$$D = 5,45 \text{ m}$$

Nuestro calado en la condición de salida de puerto = 4,31 m

$$85\% \text{ de } D = 4,63 \text{ m}$$

$$T = 4,63 \text{ m}$$

Manga: B

Es la correspondiente a la máxima de trazado del buque:

$$B = 11 \text{ m}$$

Puntal mínimo de trazado

Distancia, medida al mitad de la eslora L, desde el canto alto de la quilla hasta el canto superior en el costado de la cubierta continua más alta.

$$D = 4,45 \text{ m}$$

Coeficiente de bloque: Cb

El que corresponde a la eslora, manga y calado de escantillado.

$$T = 4,63 \text{ m}$$

$$B = 11 \text{ m}$$

$$L_{escant} = 28,32 \text{ m}$$

$$\Delta = 709,50 \text{ t}$$

Sabiendo que:

$$Cb = \frac{\Delta}{L \times B \times T \times \rho}$$

Despejando, obtenemos:

$$Cb = 0,48$$

Peso en rosca

Peso en toneladas sin carga, combustible, aceite, agua de lastre, agua dulce, agua potable, víveres, pasajeros y tripulación con sus efectos, pero incluyendo líquidos en las tuberías.

Peso muerto

Diferencia en toneladas entre el desplazamiento, al calado de verano en agua salada de densidad $1,025 \text{ t/m}^3$ y el peso en rosca.

Cubierta de francobordo

Según definición del Convenio Internacional de líneas de carga de 1966.

Clara reglamentaria entre cuadernas

Consideramos una separación entre cuadernas de 600 mm

Tensión mínima de fluencia

Su valor será:

$$R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$$

Coeficiente de navegación

Según el tipo de navegación:

Navigation notation	Navigation coefficient n
unrestricted navigation	1,00
summer zone	0,90
tropical zone	0,80
coastal area	0,80
sheltered area	0,65

Factor del material

$K = 1$

R_{eH} , in N/mm^2	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

5 DISPOSICIÓN ESTRUCTURAL

El tipo de estructura escogida para el buque será transversal.

Detallamos los elementos que la componen:

Elementos longitudinales:

En el fondo → Serán las vagras: dispondremos una en crujía y dos más a cada costado separadas entre sí una distancia de 1832 mm. Además de las citadas, se situarán otras adicionales en la zona de los polines de los motores.

En los costados → Un palmejar se situará en el forro a una altura de 3515 mm de la línea base. En caso de tomar la decisión de montar doble casco en la cámara de máquinas, iría otro palmejar en la chapa que lo conforma a la misma altura que el anterior.

En la cubierta → Situaremos una eslora en crujía y otra a cada costado separadas 2635 mm entre sí.

Estas esloras descansarán sobre sus respectivos puntales situados en la cámara de máquinas.

Elementos transversales:

En el fondo → Son las varengas.

En los costados → Serán las cuadernas y bulárcamas. Se situarán estas últimas cada cuatro claras de cuaderna, es decir, cada 2,4 m.

En las cubiertas → Son los baos, que cada cuatro claras será reforzado.

Los anillos que conforman esta estructura transversal, están formados por las varengas, cuadernas o bulárcamas y baos, simples o reforzados (fuertes). Por tanto

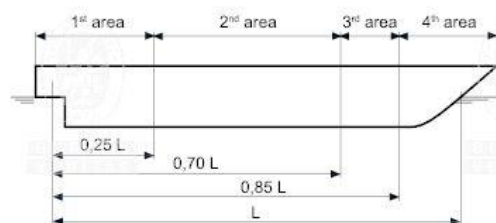
cada 2,4 m, la varenga llena, la bulárcama y el bao fuerte conformarán el anillo “reforzado”.

6 CÁLCULO DE VALORES PREVIOS AL ESCANTILLONADO

Comenzaremos calculando una serie de valores: aceleraciones, presiones, y valores de referencia, que serán necesarios para el posterior escantillonado de los elementos que conformarán la estructura de la cuaderna maestra.

El reglamento divide al buque en cuatro zonas. Dada la situación de la cuaderna maestra, las fórmulas para nuestros cálculos serán las correspondientes a la zona comprendida entre 0,25L y 0,70L.

Figure 1 - Definition of longitudinal areas



6.1 CARGAS LOCALES EXTERNAS

Del Ch 3, Sect 3, Art.2. obtendremos la fórmula para hallar el valor de h_1 , que es el valor de referencia para el movimiento relativo del buque: traslación vertical de la línea de flotación en el costado.

La fórmula que presenta para esta zona es la siguiente:

$$h_1 = 0,36 \times n \times C_W \times (C_B + 0,7)$$

Siendo:

$$C_W = 0,625 (118 - 0,36 L_W) L_W 10^{-3}$$

$n = 1$ (coeficiente según el tipo de navegación)

Navigation notation	Navigation coefficient n
unrestricted navigation	1,00
summer zone	0,90
tropical zone	0,80
coastal area	0,80
sheltered area	0,65

Sustituyendo, obtenemos:

$$C_W = 2,01$$

$$h_1 = 0,88$$

La presión ejercida por el mar en el fondo y costado, se obtienen, en KN/m², como sigue:

Presión en el fondo:

$$P_S = \rho \times g \times (T + h_1 + h_2 - Z_0)$$

Siendo:

h_1 → valor del movimiento relativo del buque

h_2 → parámetro en metros que depende del tipo de casco:

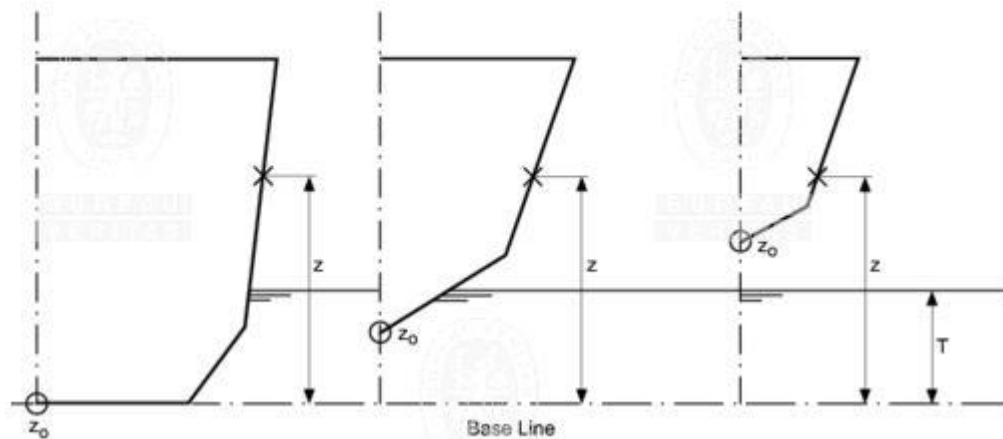
Para monocascos $h_2 = 0$

Z_0 → Distancia en metros, desde la línea base al fondo del casco.

Z → (Aparece en la fórmula de presión en el costado). Distancia en metros, desde la línea base y el punto considerado de cálculo

Las distancias Z_0 y Z se representan en la siguiente figura:

Figure 1 - Z co-ordinate at the calculation point



$$P_s(\text{fondo}) = 53,54 \text{ KN/m}^2$$

Presión en el doble fondo:

Según el Ch3, Sec4, Art4 4.3, para el cálculo de la presión en cubiertas y plataformas situadas en cámara de máquinas (debido a equipos, motores etc) se calcula mediante la fórmula:

$$P = p_s \times \left[1 + \frac{a_z \times \eta}{g} \right]$$

Siendo:

$p_s = 10 \text{ KN/m}^2$. Se tomará este valor cuando no está definido por el proyectista, según el reglamento

a_z = aceleración vertical (calculada anteriormente)

$\eta = 1$. Tabulado por el reglamento

Al sustituir:

$$P = 15,50 \text{ KN/m}^2$$

Presión en el costado:

El más grande de los valores obtenidos con las fórmulas siguientes pero sin tomar ningún valor superior al calculado para el fondo:

$$P_s = \rho \times g \times (T + h_1 + h_2 - Z)$$

$$P_S = \rho \times g \times \left(T + \frac{0,8 \times B}{2} \right) \times \sin(A_R - Z)$$

$$P_S = P_{d \text{ mín}}$$

Donde:

$P_{d \text{ mín}}$ → Mínima presión en la cubierta expuesta, en KN/m^2 , en la sección considerada, tomando φ_1 y φ_3 igual a 1. (Definida más adelante)

A_R → Ángulo, en grados, que depende del tipo de casco: para monocascos

$$A_R = 20^\circ$$

Si sustituimos valores: (tomando $Z = 2,30 \text{ m}$)

$$P_{S(\text{costado})1} = 30,46 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{S(\text{costado})2} = 58,19 \text{ KN/m}^2$$

Por ser el valor más alto, superior al calculado para el fondo, se tomará como valor de presión en el costado, la calculada anteriormente para el fondo:

$$P_{S(\text{costado})} = 53,54 \text{ KN/m}^2$$

Presión en cubiertas expuestas

Las cargas locales externas, en KN/m^2 , en las cubiertas expuestas se obtienen de la siguiente fórmula:

$$P_d = (P_0 - 10Z_d) \times \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3 > P_{d \text{ mín}}$$

Donde:

P_0 → Presión del mar, en KN/m^2 , calculada en la línea base como P_s tomando $Z_0 = 0$

Z_d → Distancia vertical, en metros, entre la cubierta y la línea base en la sección considerada.

φ_1 → coeficiente para la presión:

Cubierta de francobordo = 1

Parte alta del nivel bajo = 0,75

Parte alta del segundo nivel = 0,56

Parte alta del tercer nivel = 0,42

Parte alta del cuarto nivel y superior = 0,32

φ_2 → coeficiente que toma el valor:

$$\varphi_2 = \frac{L_W}{120} \geq 0,42$$

φ_3 → Coeficiente que toma el valor 0,70 si la cubierta está parcialmente protegida, o en otros casos toma el valor 1. En nuestro caso tomaría el valor 1

$P_{dmín}$ → Mínima presión en la cubierta, en KN/m², desde popa hasta 0,70 L_w:

$$P_{dmín} = 17,5 \times n \times \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3$$

$$P_{dmín} = 7,35 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

Al calcular P_d da un valor inferior a $P_{dmín}$ por lo que se tomaría este valor

La presión en la cubierta expuesta será:

$$P_d = 7,35 \text{ KN/m}^2.$$

La misma fórmula empleada para el cálculo de la presión en el doble fondo como consecuencia de motores, equipos etc:

$$P = p_s \times \left[1 + \frac{a_z \times \eta}{g} \right]$$

se empleará para el cálculo de la presión en la cubierta como consecuencia de la acomodación, según el Ch3, Sec4, Art4 4.1 tomando como valor de $p_s= 3$, según la tabla que mostramos:

Type of accommodation deck	p_s , in kN/m ²
Large public spaces such as restaurants, halls, cinema, lounges	5,0
Large rooms such as rooms with fixed furniture, games and hobbies rooms, hospitals	3,0
Cabins	3,0
Other compartments	2,5

Al realizar los cálculos, obtenemos:

$$P = 4,64 \text{ KN/m}^2$$

6.2 CARGAS LOCALES INTERNAS

Ch 3, Sect 4, Art.2

Calculamos aceleraciones y posteriormente las presiones debido a los fluidos en los tanques u otras cargas.

Obtenemos el valor de a_B , el cual es un parámetro de aceleración y movimiento:

$$a_B = n \times \left(0,76F + 2,5 \times \frac{C_W}{L_W} \right)$$

Donde:

$F \rightarrow$ N° de Froude:

$$F = 0,164 \times \left(\frac{v}{\sqrt{LW}} \right) \leq 0,33$$

En una fase en la que v todavía es desconocido, se puede tomar $F = 0,33$

$$a_B = 0,42$$

Aceleración vertical por cabeceo

Para buques de carga, se obtiene con la siguiente fórmula, en m/s^2 :

$$a_H = a_B \times g$$

$$a_H = 4,12 \text{ m/s}^2$$

Aceleración por cabeceo

Esta es la fórmula para su cálculo en rad/s^2 :

$$\alpha_p = A_p \times \left(\frac{2\pi}{T_p} \right)^2 \times n$$

Donde:

$$A_p = (1 - L_W \times 10^{-3}) \times C_{AP}$$

$C_{AP} \rightarrow 0,14$ Para buques de carga monocascos

$T_p \rightarrow$ Período de cabeceo es segundos

$$T_p = 0,56 \times L_W^{0,5}$$

$$\alpha_p = 0,58 \text{ m/s}^2$$

Aceleración por balance

$$\alpha_R = A_R \times \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 \times n$$

$A_R = 0,35$ para monocascos

$T_R \rightarrow$ Período:

$$T_R = 2,2 \times \frac{\delta}{\sqrt{GM}}$$

$\delta \rightarrow 0,35B$

$$GM = 0,13 \times B_{WL}$$

$$\alpha_R = 0,28 \text{ m/s}^2$$

Aceleración vertical a_z

$$a_z = \sqrt{a_H^2 + \alpha_P^2 \times (0,20 \times L_W)^2}$$

$$a_z = 5,39 \text{ m/s}^2$$

Presiones

La presión interna, en KN/m^2 , en mamparos estancos (entendiendo como tal, todos los que delimitan tanques), independientemente de que sean chapas del fondo, las que forman vagras o varengas, costados etc, será el valor más alto obtenido de las siguientes fórmulas:

$$P = \rho_L \times [0,15\eta g \times \frac{l_B}{2} + a_z\eta(Z_{TOP} - Z) + g(Z_L - Z)]$$

$$P = \rho_L(g + a_z\eta)(Z_{TOP} - Z) + 100p_{pv} + 0,15\eta g\rho_L \times \frac{l_B}{2}$$

Donde:

ρ_L → Densidad del líquido considerado

a_z → Aceleración vertical, en m/s^2

l_B → Distancia longitudinal, en m, entre los límites transversales del tanque

η → coeficiente de aceleración = 0,8

Z_{TOP} → coordenada del punto más alto del tanque

Z → coordenada del punto calculado

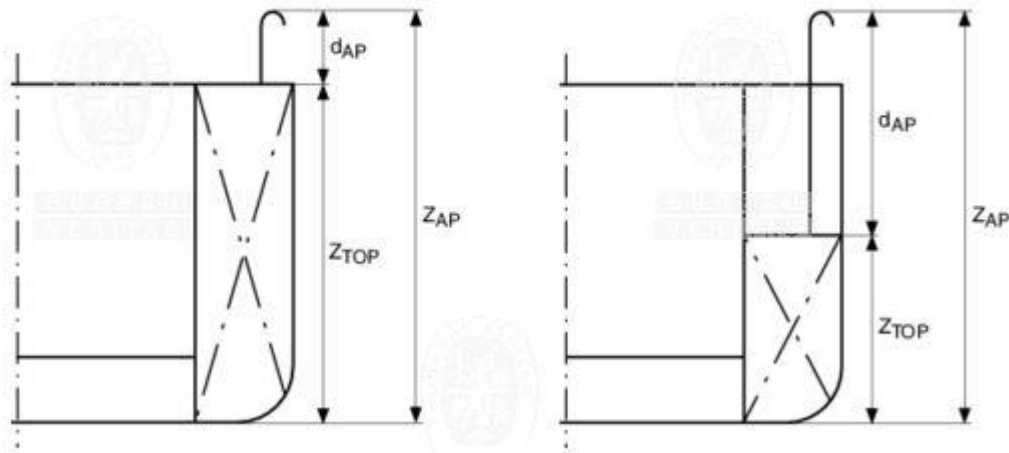
p_{pv} → presión de las válvulas de seguridad, en caso de haberlas. En nuestro caso 0.

Z_L → $Z_L = Z_{TOP} + 0,5(Z_{AP} - Z_{TOP})$

Con:

Z_{AP} → coordenada z, en m, del punto más alto de la aireación. (Ver figura 1)

Figure 1 - z co-ordinates



Chapa del fondo

Para el cálculo de la presión en una chapa del fondo de un tanque de combustible, situado en el doble fondo en la cámara de máquinas, ya que es a esa altura de la eslora donde situaríamos la cuaderna maestra, tenemos:

$Z_{TOP} = 1,2$ m (altura del doble fondo)

$Z = 0$ m

$l_b = 4,8$ m, (8 claras de cuaderna de 0,6 m de separación), es la distancia longitudinal del tanque

$\eta = 0,8$

$a_z = 5,39$ m/s²

$Z_L = Z_{TOP} + 0,5(Z_{AP} - Z_{TOP}) = 1,2 + 0,5(6,21 - 1,2) = 3,705$

$Z_{AP} = 6,21$ m = 5.45 (m de puntal) + 0,76 (m de la aireación desde la cubierta)

Sustituyendo, obtenemos de la primera fórmula:

$P = 37,69$ KN/m²

De la segunda:

$P = 16,80$ KN/m²

Por tanto, nos quedaremos con el valor de:

$P = 37,69$ KN/m²

Este mismo valor de presión que calculamos para el fondo, será el que utilizemos, en el apartado de escantillonado, para el cálculo del espesor de vagras y varengas ya que será en ese mismo punto de altura $Z = 0$, el que tomamos para el cálculo, es

decir, será en un punto de la parte inferior de la vagra o de la varenga. Lo que ocurrirá, es que aunque la presión empleada sea la misma, la relación de aspecto variará, al tomar “s” y “l” valores diferentes en una y en otra como veremos en el apartado dedicado al escantillonado.

Chapa del doble fondo

Ahora, calcularemos la presión para la chapa del doble fondo, donde el valor de Z será igual a la altura que tiene nuestro doble fondo 1,2 m, que será la misma altura que tomaremos para un punto de la chapa del doble casco situado en cámara de máquinas, en caso de adoptar la decisión de montarlo.

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$P = 28,08 \text{ KN/m}^2 \text{ para la primera fórmula}$$

$$P = 2,89 \text{ KN/m}^2 \text{ para la segunda fórmula}$$

Nos quedaremos, por tanto, con $P = 28,08 \text{ KN/m}^2$

Cálculo de presiones suponiendo como tanque el doble casco

Suponiendo que el espacio del doble casco se ocupase para lastre, (no es el caso), o se inundase por colisión etc, tendremos que calcular la presión que soportaría el doble fondo, el casco, la chapa interior que forma el doble casco, y la cubierta (sería como la “tapa de ese tanque”), como consecuencia de llenarse ese espacio de agua salada.

Cubierta:

Realizaremos el cálculo con las fórmulas anteriores y tomando un valor para Z = 5,45 m (Es el puntal del buque).

El valor de l_b será ahora de 12 m, ya que es la longitud de la cámara de máquinas.

Sustituyendo valores, obtenemos para la primera de las fórmulas:

$$P = 11,06 \text{ KN/m}^2 \text{ y para la segunda:}$$

$$P = 7,24 \text{ KN/m}^2$$

Tomaremos $P = 11,06 \text{ KN/m}^2$

Doble fondo:

Para el doble fondo, suponiendo tanque el doble casco:

$$Z = 1,2 \text{ m (altura del doble fondo)}$$

Para la primera fórmula:

$$P = 72,58 \text{ KN/m}^2 \text{ y para la segunda:}$$

$$P = 68,75 \text{ KN/m}^2$$

Tomamos, por tanto:

$$P = 72,58 \text{ KN/m}^2$$

Chapa del costado

Realizando los cálculos para la chapa del forro del buque, suponiendo la posibilidad de actuar como tanque el espacio del doble casco:

Tomaremos un valor de $Z = 2,725 \text{ m}$ (mitad del puntal)

Obtenemos para la primera fórmula:

$$P = 50,50 \text{ KN/m}^2, \text{ y para la segunda:}$$

$$P = 46,68 \text{ KN/m}^2$$

Se tomará el valor de $P = 50,50 \text{ KN/m}^2$.

Este mismo valor de presión, será tenido en cuenta para escantillonar la chapa que forma el doble casco.

7 ESCANTILLONADOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CUADERNA MAESTRA

7.1 ESCANTILLONADO DE CHAPAS

7.1.1 CHAPA DEL FONDO

Estará sometida a la presión del mar y a la presión interior del líquido de los tanques:

Debido a la presión del mar:

$$P_s(\text{fondo}) = 53,54 \text{ KN/m}^2$$

Debido a la presión del líquido:

$$P = 37,69 \text{ KN/m}^2$$

La relación de aspecto del panel viene dada por la siguiente fórmula:

$$\mu = 1,21 \times \sqrt{1 + 0,33\left(\frac{s}{l}\right)^2} - 0,69 \frac{s}{l} \leq 1$$

$s \rightarrow$ longitud, en m, del lado más corto del panel

$l \rightarrow$ longitud, en m, del lado más largo del panel

$s = 0,6 \text{ m}$ (separación entre cuadernas)

$l = 1,83 \text{ m}$ (distancia entre vagras)

Al sustituir, $\mu = 1,005$ por lo que tomaremos $\mu = 1$

En general, el espesor mínimo requerido para buques de carga (Ch4, Sec3 Article2 2.2.1):

$$t_{\text{mínimo}} = 0,05 \times L_W \times K^{\frac{1}{2}} + 3,5$$

$$t_{\text{mínimo}} = 4,85 \text{ mm}$$

Contempla el reglamento (Ch4, Sec3 Article2. 2.2.2), que el espesor de las chapas sometidas a presiones no será menos que el valor obtenido por esta fórmula:

$$t = 22,4\lambda n_p \mu_s \sqrt{\frac{P}{\sigma_{\text{loca}}}}$$

Donde:

$\lambda \rightarrow 1,10$. Refleja el aumento del espesor por corrosión.

$P \rightarrow$ Presiones locales(internas o de mar), en $\text{KN/m}^2 = 53,54 \text{ KN/m}^2$. Tomamos este valor, por ser el valor más alto de las presiones a las cuales la chapa del fondo está sometida.

$$\sigma_{\text{loca}} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$n_p \rightarrow 0,67$ para chapas longitudinales

0,77 para chapas transversales

Sustituyendo:

$t = 5,43 \text{ mm}$. Tomaremos

$t_{\text{fondo}} = 6 \text{ mm}$

7.1.2 CHAPA DEL DOBLE FONDO

Por su parte inferior, estará sometida a la presión debida al combustible, y por su parte superior pueden ser dos presiones las que le afecten: la debida a los pesos de motores, equipos, etc, o la debida al líquido si el espacio del doble casco hiciese de tanque.

La presión calculada anteriormente para cubiertas y plataformas en espacios de cámaras de máquinas es de:

$$P = 15,50 \text{ KN/m}^2$$

La presión debida al combustible será:

$$P = 37,69 \text{ KN/m}^2$$

La presión que soportaría si el doble casco fuese tanque era :

$$P = 72,58 \text{ KN/m}^2$$

Si escantillonamos según esta presión, por ser el valor más alto:

$$t = 6,32 \text{ mm}$$

$$t_{\text{doble fondo}} = 6,50 \text{ mm}$$

En caso de escantillonar sin contar con doble casco, la presión sería $P = 37,69 \text{ KN/m}^2$, dándonos por tanto, el mismo espesor que para la chapa del fondo:

$$t_{\text{doble fondo}} = 6 \text{ mm}$$

7.1.3 CAPA DE LA CUBIERTA EXPUESTA

La presión a la que está sometida (calculada anteriormente) es:

$$P_d = 7,35 \text{ KN/m}^2$$

La presión calculada considerando que pueda ser cierre de un tanque, (formado por el doble casco) es:

$$P = 11,06 \text{ KN/m}^2$$

Y la calculada debido a la acomodación:

$$P = 4,64 \text{ KN/m}^2$$

Utilizaremos, por tanto, el valor de $11,06 \text{ KN/m}^2$.

Calcularemos la relación de aspecto, siendo:

$s = 0,6 \text{ m}$. En cada clara de cuaderna situaremos un bao.

$l = 2,64 \text{ m}$. Se situará una eslora en crujía y otra a 2635 mm a cada banda.

$\mu = 1,063 > 1$. Tomamos $\mu = 1$

$t_{\text{cubierta}} = 2,47 \text{ mm}$ valor muy inferior al mínimo exigido, por lo cual tomaremos:

$$t = t_{\text{mínimo}} = 4,85 \text{ mm}$$

$$t_{\text{cubierta}} = 5 \text{ mm}$$

Ya no realizamos el cálculo para la presión de $7,35 \text{ KN/m}^2$, que sería la de aplicación si no lleva doble casco, porque daría todavía más bajo que el de $2,47 \text{ mm}$ calculado y muy inferior al mínimo exigible.

7.1.4 CHAPA DEL COSTADO

Las presiones que calculamos para la chapa del costado fueron:

$P = 50,50 \text{ KN/m}^2$. Esta sería la producida como consecuencia de inundarse el espacio del doble casco.

La calculada como exterior es:

$$P_{S(\text{costado})} = 53,54 \text{ KN/m}^2$$

Tomamos:

$s = 0,6 \text{ m}$ (separación entre cuadernas)

$l = 2,125 \text{ m}$ (puntal menos la altura del doble fondo)/2, debido a que disponemos un palmejar a la mitad de altura)

Escantillonando, por tanto, para este último valor de presión, obtenemos:

$t = 4,73 \text{ mm}$, valor inferior al mínimo, por lo que tomaremos:

$t_{\text{costado}} = 5 \text{ mm}$

Debido al pequeño puntal del buque, se decide establecer el mismo espesor que el del fondo para el pantoque y la chapa del costado, con lo que nos quedará:

$t_{\text{costado}} = 6 \text{ mm}$

7.1.5 CHAPA DEL DOBLE CASCO

Se realizan los cálculos por si se toma la decisión, como explicamos anteriormente, de disponer de doble casco en cámara de máquinas.

Esta chapa dispondrá, como la del costado, de un palmejar a mitad de altura, es decir:

Altura de la chapa = puntal-doble fondo = $5,45 \text{ m} - 1,2 \text{ m} = 4,25 \text{ m}$

Al llevar un palmejar en la mitad, nos quedará un valor para "l" de $4,25/2 = 2,125 \text{ m}$

$s = 0,6 \text{ m}$ (perfiles verticales a la misma distancia que la separación de cuadernas)

La presión que utilizaremos, será la ocasionada por una supuesta inundación de ese doble casco, que calculamos en el apartado de presiones:

$P = 50,50 \text{ KN/m}^2$.

Sustituyendo valores:

$t = 4,59 \text{ mm}$, valor inferior al mínimo, por lo que tomaremos:

$t_{\text{doble casco}} = 5 \text{ mm}$

7.1.6 VAGRA

Estará sometida a las presiones debidas al mar:

$P = 53,54 \text{ KN/m}^2$

La debida al fluido del tanque:

$P = 37,69 \text{ KN/m}^2$

La debida a motores, equipos etc:

$P = 15,50 \text{ KN/m}^2$

Se tomará la primera para los cálculos por ser la más elevada.

Calculamos, con la fórmula utilizada anteriormente, la relación de aspecto de la vagra:

$$\mu = 1,21 \times \sqrt{1 + 0,33\left(\frac{s}{l}\right)^2} - 0,69 \frac{s}{l} \leq 1$$

siendo:

s → longitud, en m, del lado más corto del panel

l → longitud, en m, del lado más largo del panel

s = 0,6 m (separación entre cuadernas)

l = 1,2 m (altura de la vagra, ya que es la altura del doble fondo)

Obtenemos:

$$\mu = 0,914$$

Sustituyendo en la fórmula del escantillón:

$$t = 22,4\lambda n_p \mu s \sqrt{\frac{P}{\sigma_{loca}}}$$

t = 4,32 mm, valor inferior al mínimo exigido de 4,85 mm, por lo que tomamos

t vagra = 5 mm

7.1.7 VARENGA

Estará sometida a las mismas presiones que la anterior, pero cambiará la relación de aspecto, ya que ahora:

s = 1,2 m (altura de la varenga, como la del doble fondo)

l = 1,83 m (separación entre vagras)

Operando, se obtiene una relación de aspecto :

$$\mu = 0,84$$

Para el espesor, obtenemos:

t = 9,13 mm. Tomaremos

t varenga = 9,50 mm

Vemos que nos da un espesor muy superior al de las vagras, debido a la relación de aspecto.

Si contásemos con que los refuerzos verticales, situados cada 0,5 m y calculados en el apartado siguiente, ocupasen toda la altura de la varenga, lógicamente variaría sensiblemente la relación de aspecto, quedando como resultado:

$$\mu = 0,9566$$

t varenga = 3,77 mm

Dando un resultado inferior al mínimo exigido de 4,85 mm, por lo que tendríamos:

$t_{\text{varenga}} = 5 \text{ mm}$

Tanto las vagras como las varengas, llevarán aligeramientos de 600x400, que permitirán el paso de una persona.

7.2 REFORZADO DE VAGRAS Y VARENGAS

Tanto vagras como varengas dispondrán de reforzado vertical que calculamos según el Ch4 del reglamento:

2015/07 edition (entry into force 2015/07/01)

3.3.2 For steel structure, the moment of inertia I , in cm^4 , of stiffeners of web of primary supporting members is to be not less than the value obtained from the following formula:

$$I = 11,4 \, st_w (2,5 \ell^2 - 2s^2) \frac{R_{eH}}{235}$$

where:

ℓ : Length, in m, of the web stiffener (see Fig 7)

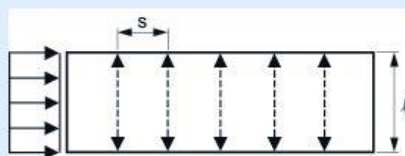
s : Spacing, in m, of web stiffeners (see Fig 7)

t_w : Web thickness, in mm, of the primary supporting member

R_{eH} : Minimum yield stress, in N/mm^2 , as defined in Ch 1, Sec 2, of the material of the web of primary supporting member.

For aluminium structure, the moment of inertia I , in cm^4 , of stiffeners of web of primary supporting members is to be as defined in NR561 Aluminium Ships, Sec 4, [4.3].

Figure 7 - Web stiffeners for primary supporting members



Vagra

En el caso de la vagra, tenemos:

$l = 1,2$ m (altura de la vagra)

$s = 0,5$ m (situamos un refuerzo vertical cada 0,5 m)

$t_w = 5$ mm (espesor de la vagra)

$R_{eH} = 235$ N/mm²

Operando nos da una inercia de:

$I = 88,35$ cm⁴

Una vez obtenido el valor de la inercia, y sabiendo que:

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

Para un espesor de $b = 8$ mm, obtenemos $h = 110$ mm, o sea, será un refuerzo:

Refuerzo 110x8.

Varenga

Para la varenga, tenemos:

$l = 1,2$ m (altura de la varenga)

$s = 0,5$ m (situamos un refuerzo vertical cada 0,5 m)

$t_w = 9,50$ mm (espesor de la varenga)

$R_{eH} = 235$ N/mm²

Al sustituir, obtenemos una inercia de:

$I = 167,86$ cm⁴

Procediendo exactamente igual que en el caso anterior:

Para un espesor de $b = 12$ mm, obtenemos $h = 120$ mm, o sea, será un refuerzo:

Refuerzo 120x12.

7.3 ESLORAS

El módulo de la sección en cm³ y el área en cm², no serán inferiores a los valores obtenidos con las siguientes fórmulas:

$$Z = 1000 \times \lambda \times C_t \times \frac{psl^2}{m \times \sigma_{locam}}$$

$$A_{sh} = 5 \times \lambda \times C_t \times \frac{psl}{\tau_{locam}}$$

Siendo:

$$m = 12$$

p= la presión del mar o presión interna en KN/m²

C_t = coeficiente de reducción definido como sigue:

Para casos de presiones de mar o presiones internas:

$$C_t = 1 - \frac{s}{2l}$$

Para otros casos:

$$C_t = 1$$

El espesor mínimo, no será menor de:

$$t = 1,2(3,7 + 0,015L_w)$$

Siendo:

$$L_w = 0,5(L_{wl} + L_{hull})$$

$$t = 4,97 \text{ mm}$$

$$s = 2,64 \text{ m}$$

$$l = 7,40 \text{ m}$$

$$Z = 754 \text{ cm}^3$$

$$A = 6 \text{ cm}^2$$

El **perfil HEA 260** cumple los requerimientos:

Designación del perfil	h	b	e	A	Módulo W
HEA 260	250 mm	260 mm	7,5 mm	86,6 cm ²	836 cm ³

7.4 BAOS

El capítulo 4, Sec 5, Art 2, especifica que independientemente de que sean refuerzos primarios o secundarios, el escantillonado se realiza siguiendo las mismas pautas.

Baos sencillos

Siendo:

$$s = 0,6 \text{ m}$$

$$l = 2,64 \text{ m}$$

Obtenemos:

$$Z = 26,64 \text{ cm}^3$$

El **perfil: L 120 x 10** con un $Z = 36 \text{ cm}^3$ cumple sobradamente los requerimientos.

Baos fuertes

$$s = 2,4 \text{ m}$$

$$l = 2,64 \text{ m}$$

Obtenemos:

$$Z = 690,58 \text{ cm}^3$$

El **perfil HEA 260** cumple los requerimientos

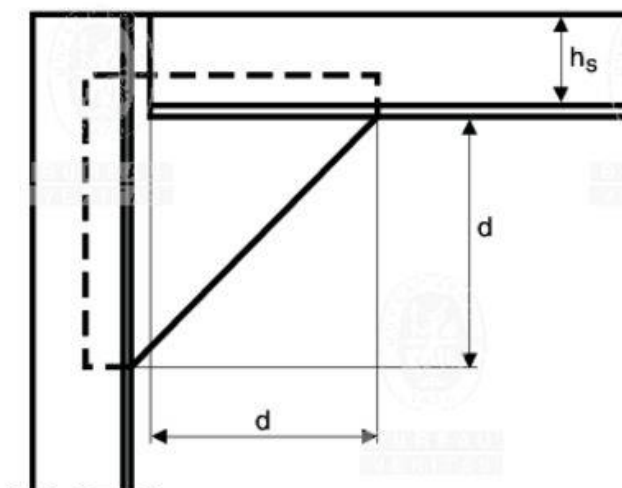
7.5 CONSOLAS

Cap 4, Section 6

La sección de la consola, no será menos que la del refuerzo al que soporta.

El módulo de la sección de la consola, será como mínimo igual al módulo de la sección del refuerzo soportado.

Figure 4 - Connections of perpendicular stiffeners in the same plane



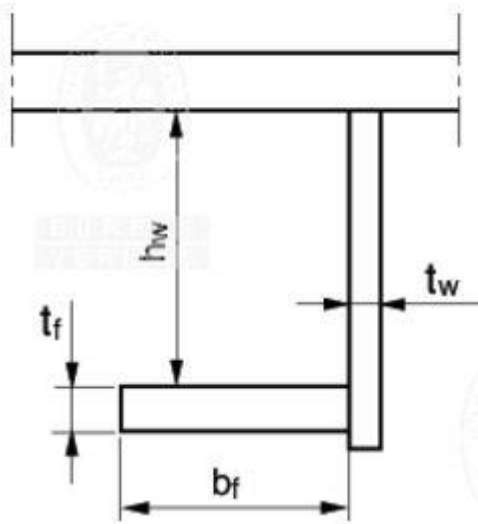
7.6 CUADERNAS

La Pt B, del Steelships, en su Ch 7, Sec2, explica las características geométricas que deben cumplir:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 55 \sqrt{k}$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 16,5 \sqrt{k}$$

$$b_f t_f \geq \frac{h_w t_w}{6}$$



Si escogemos un perfil L 120x15 (Designación del perfil según UNE 36-531):

$$h_w = 105 \text{ mm}$$

$$t_w = t_f = 15 \text{ mm}$$

$$b_f = 105 \text{ mm}$$

Tendremos:

$$h_w/t_w = 7 < 55 \quad \text{Cumple}$$

$$b_f/t_f = 7 < 16,5 \quad \text{Cumple}$$

$$b_f \times t_f = 1575 > (h_w \times t_w)/6 = 262,5 \quad \text{Cumple}$$

Siendo el módulo mínimo calculado:

$$Z = 42,86 \text{ cm}^3$$

El perfil **L 120 X 15** con un módulo de $52,4 \text{ cm}^3$, y un área de $33,9 \text{ cm}^2$, también cumple requerimientos.

Bulárcama

Siguiendo el mismo procedimiento que en el caso de las cuadernas y sabiendo que situaremos una bulárcama cada cuatro claras, obtenemos:

Si escogemos un perfil L 200x24 (Designación del perfil según UNE 36-531):

$$h_w = 176 \text{ mm}$$

$$t_w = t_f = 24 \text{ mm}$$

$$b_f = 176 \text{ mm}$$

Tendremos:

$$h_w/t_w = 7,33 < 55 \quad \text{Cumple}$$

$$b_f / t_f = 7,33 < 16,5 \quad \text{Cumple}$$

$$b_f \times t_f = 4224 > (h_w \times t_w)/6 = 704 \quad \text{Cumple}$$

Siendo el módulo mínimo calculado:

$$Z = 217,39 \text{ cm}^3$$

El perfil **L 200 X 24** con un módulo de 235 cm^3 , y un área de $90,6 \text{ cm}^2$, también cumple requerimientos.

7.7 PALMEJAR

Contaremos con:

$$s = 0,6 \text{ m.}$$

$$l = 1,15 \text{ m}$$

$$C_t = 0,74$$

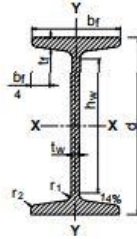
El módulo mínimo resulta:

$$Z = 20,94 \text{ cm}^3$$

$$A = 1,34 \text{ cm}^2$$

Un perfil del tipo IPN 100, cumpliría requerimientos

**IPN según
 IRAM-IAS
 U 500-511**



Ag = Área bruta de la sección transversal.
 I = Momento de Inercia de la sección.
 respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro .
 S = Módulo resistente elástico de la sección.
 Q = Momento estático de media sección.
 Z = Módulo plástico de la sección.

Designación	Dimensiones						Relaciones		Ag	Peso	X - X					Y - Y					
	d	bf	tf	hw	tw=r ₁	r ₂	bf 2tf	hw tw			lx	Sx	rx	Qx	Zx	ly	Sy	ry	Qy	1,5.Sy	Zy
	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ³
80	80	42	5,9	59	3,9	2,3	3,56	15,1	7,57	5,94	77,8	19,5	3,20	11,4	22,8	6,29	3,00	0,91	2,46	4,50	4,93
100	100	50	6,8	75	4,5	2,7	3,68	16,7	10,6	8,34	171	34,2	4,01	19,9	39,8	12,2	4,88	1,07	4,02	7,32	8,04

7.8 PUNTALES

Cap 4, Section 7

The compression axial load in the pillar is to be obtained, in kN, from the following formula:

$$F_A = A_D p_s + p_L + \sum_i r Q_i$$

where:

A_D : Area, in m², of the portion of the deck or the platform supported by the pillar considered

p_s : Pressure on deck, in kN/m², as defined in Ch 3, Sec 4

p_L : Local load on deck, in kN, if any Ch 3, Sec 4

r : Load factor depending on the relative position of each pillar above the one considered, to be taken equal to:

- $r = 0,9$ for the pillar immediately above the pillar considered
- $r = 0,9^i > 0,478$ for the i^{th} pillar of the line above the pillar considered

Q_i : Vertical local load, in kN, supported by the i^{th} pillar of the line above the pillar considered, if any.

Para determinar el A_D , repartiremos el área total entre los tres puntales que disponemos:

$$A_D = 40 \text{ m}^2$$

$$F_A = 294 \text{ KN} = 29,97 \text{ toneladas}$$

2.1.1 Global critical column buckling stress

The global critical column buckling stress of pillars σ_{CB} is to be obtained, in N/mm^2 , from the following formulae:

$$\sigma_{CB} = \sigma_E \quad \text{for } \sigma_E \leq \frac{R_{eH}}{2}$$

$$\sigma_{CB} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_E}\right) \quad \text{for } \sigma_E > \frac{R_{eH}}{2}$$

where:

σ_E : Euler column buckling stress of the pillar, in N/mm^2 , to be obtain by the following formula:

$$\sigma_E = \pi^2 E \frac{I}{A(f\ell)^2} 10^{-4}$$

Escogemos un puntal de 200 mm de diámetro y 25 mm de espesor

$$A = 137,5 \text{ cm}^2$$

$$I = 5369 \text{ cm}^4$$

$$R_{eH}/2 = 117,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_E = \pi^2 \times 2,06 \times 10^5 \times \frac{5369 \times 10^{-4}}{137,5 \times (0,5 \times 4)^2} = 1984,71 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_E > 117,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{CB} = 228$$

$$\frac{\sigma_{CB}}{1,15 \times 1,02} = 194,37 > \frac{10 \times F_A}{A} = 21,38$$

Con este puntal cumplimos requerimientos

8 MÓDULO RESISTENTE

Por ser un buque con eslora menor de 65 m, no deberían existir problemas de resistencia longitudinal.

El reglamento estipula un módulo resistente y un momento de inercia mínimos, que el buque debe cumplir, y suele ocurrir que el módulo resistente que obtengamos sea muy superior al exigido.

Los elementos que contribuyan a la resistencia longitudinal, son los que tendremos en cuenta para el cálculo del módulo resistente.

Se incluirá los elementos, por debajo de la cubierta resistente cuya longitud en el intervalo de $0,4 L$ ($0,2 L$ a proa y a popa de la cuaderna maestra), sea superior a $0,15L$.

Tendremos en cuenta las chapas de los costados, pantoque, la del fondo y doble fondo, la cubierta así como las esloras y las vagras.

Calcularemos la posición del eje neutro de la sección, mediante la aplicación de momentos a las áreas de los distintos elementos.

Se calculará la inercia de cada uno de dichos elementos respecto a su propio eje neutro y respecto a la línea base, para posteriormente, de nuevo mediante el teorema de Steiner, referir esas inercias al eje neutro de la sección calculada con anterioridad.

En la Parte B, Ch 6, Sec 2 Article 4, apartado 4.2.2, contempla que el módulo de la sección, para buques con un C_b igual o inferior $0,8$, no será menor que el valor obtenido, en m^3 , de la fórmula siguiente:

$$Z_{R,MÍN} = n_1 \times C \times L^2 \times B \times (C_b + 0,7) \times K \times 10^{-6}$$

Siendo:

C = parámetro que responde a la fórmula siguiente:

$$C = (118 - 0,36L) \times \frac{L}{1000}$$

En nuestro caso:

$$C = 3,05$$

n_1 = coeficiente según el tipo de navegación. (Tabla en la página siguiente).

Al sustituir valores, obtenemos:

$$Z_{R,MÍN} = \mathbf{0,033 m^3}$$

En el 4.4, cita que el valor del momento de inercia respecto al eje neutro, no será menor del obtenido en m^4 , de la fórmula siguiente:

$$I_{Y,R} = 3 \times \frac{n}{n_1} \times Z'_{R,MÍN} \times L \times 10^{-2}$$

Siendo:

$Z'_{R,MÍN}$ = el módulo mínimo exigible calculado, en m^3 , pero asumiendo $K = 1$

n y n_1 son coeficientes de navegación, tabulados, que mostramos a continuación:

Navigation notation	Navigation coefficient n	Navigation coefficient n ₁
Unrestricted navigation	1,00	1,00
Summer zone	0,90	0,95
Tropical zone	0,80	0,90
Coastal area	0,80	0,90
Sheltered area	0,65	0,80

Operando, se obtiene:

$$I_{Y,R} = \mathbf{0,028 m^4}$$

Mostramos ahora, unas tablas con los resultados obtenidos:

Elemento	Escantillones (cm x cm)	long para inercia (cm)	Número elementos	Área (cm ²)	Área total (cm ²)	Yg (m)	Área x Yg (cm ² x m)
2 x Chapa Cubierta	550x 0,5	0,5	2	275	550	5,46	3003,00
2 x Chapa Doble Fondo	429x 0,6	0,6	2	257,4	514,8	1,21	622,91
1 x Vagra Central	120 x 0,5	120	1	60	60	0,6	36,00
2 x Vagra Lateral Medio	110 x 0,5	110	2	55	110	0,63	69,30
2 x Vagra Lateral Extremo	93 x 0,5	93	2	46,5	93	0,7	65,10
3 x Eslora de Cubierta	HEA 250 x 260		3	86,6	259,8	5,32	1382,14
2 x Chapa Fondo	26,70 x 0,6	26,7	2	16,02	32,04	0,006	0,19
2 x Chapa Costado	425 x 0,6	425	2	255	510	3,51	1790,10
2 x Pantoque	305 x 0,6	305	2	183	366	0,6	219,60
					2495,64		7188,34

Altura Eje Neutro (m)	2,880
Dista. Eje neutro a cubierta (m)	2,575
Dista. Eje neutro a fondo (m)	2,880

Área x Yg ² (cm ² x m ²)	Área x Yg ² (cm ⁴)	Inercia Local (cm ⁴)	Inercia Respecto Línea Base (cm ⁴)
16396,38	163963800,00	11,5	163963811,46
753,72	7537186,80	15,4	7537202,24
21,60	216000,00	72000,0	288000,00
43,66	436590,00	110916,7	547506,67
45,57	455700,00	67029,8	522729,75
7352,96	73529635,20	10445,0	73540080,20
0,00	11,53	1903,4	1914,95
6283,25	62832510,00	7676562,5	70509072,50
131,76	1317600,00	2837262,5	4154862,50
31028,90	310289033,53		321065180,27

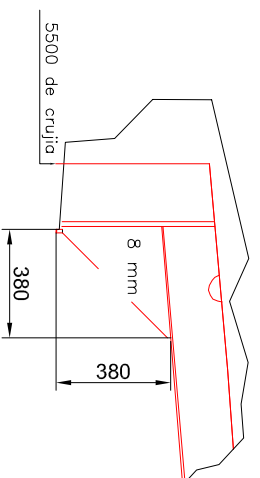
Inercia Final (cm ⁴)	114015373,8
SMc (cm ³)	442839,6908
SMf (cm ³)	395837,53

Vemos que como habíamos previsto, los valores obtenidos tanto de la inercia como del módulo son muy superiores a los mínimos exigidos por la Sociedad de Clasificación:

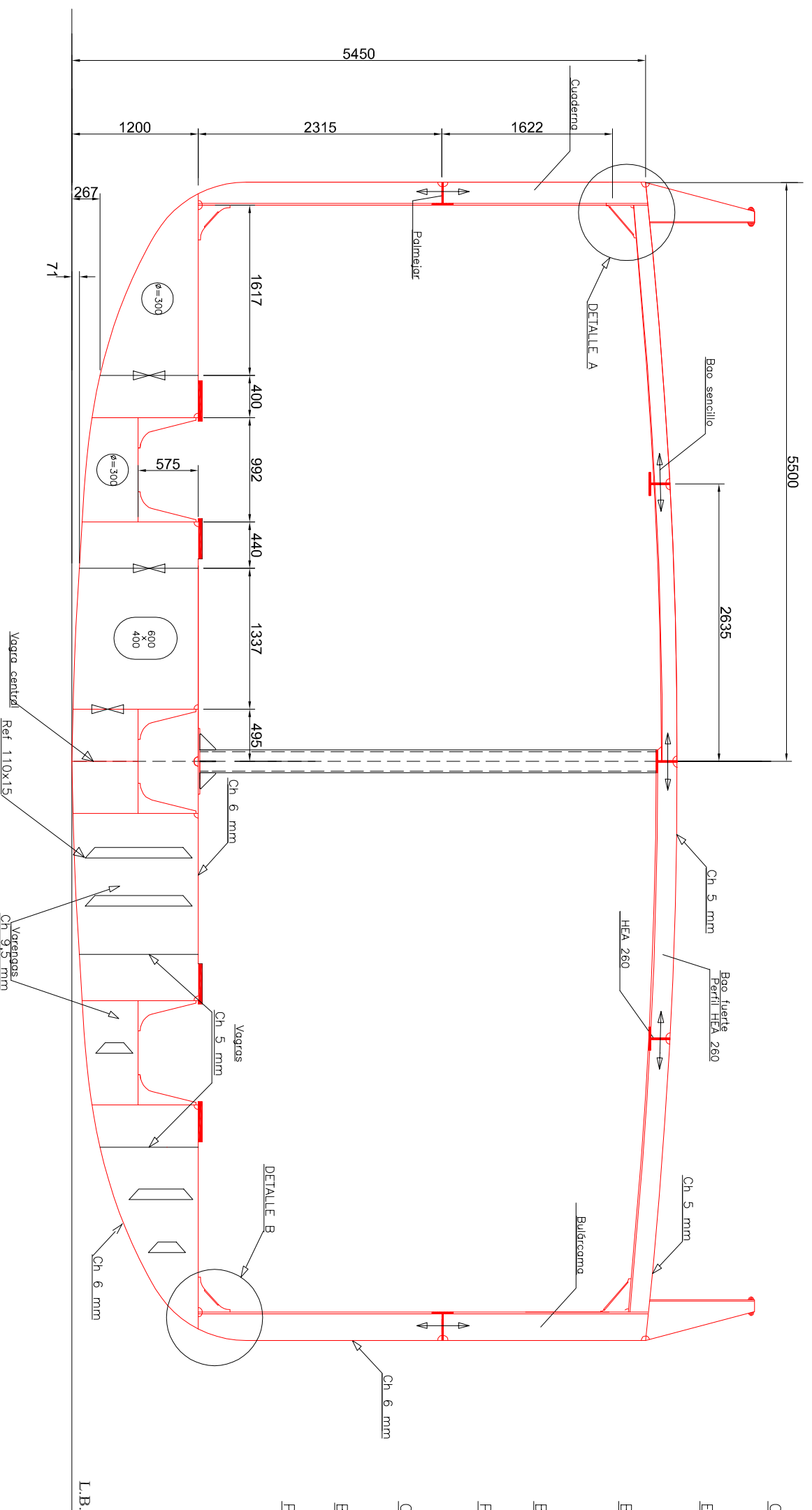
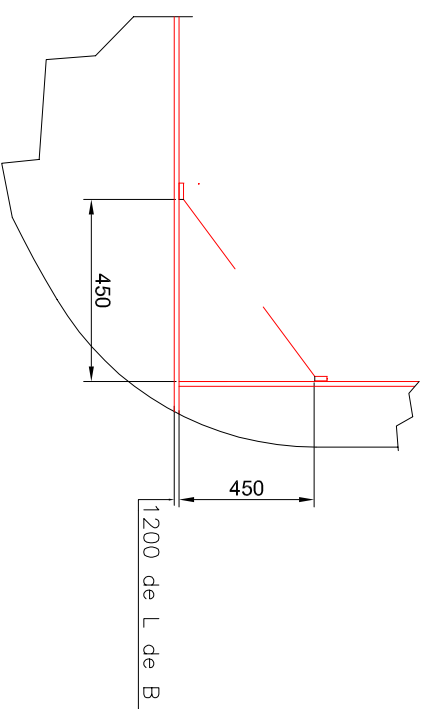
	MÍNIMO EXIGIDO	OBTENIDO
Z _R (m ³)	0,033	0,39
I _{YR} (m ⁴)	0,028	1,14

9 PLANO DE LA CUADERNA MAESTRA

DETALLE A
Consola de bao



DETALLE B
Consola de pie de cuaderna



CUADRO DE ESCANTILLONADO:

CUBIERTA PRINCIPAL	— Ch 5 mm
DOBLE FONDO	— Ch 6 mm
VARENGA	Ch = 9,5 mm ∅ 120 x 12 mm
YAGRA	Ch = 5 mm ∅ 110 x 8 mm
FONDO	Ch = 6 mm
COSTADO	Ch = 6 mm
ESLORA	Perfil HEA 260
BAO FUERTE	Perfil HEA 260
BAO SENCILLO	Perfil L 120 x 10 mm
PUNTA	Diámetro 200 mm Espesor 25 mm
CUADERNA	Perfil L 120 X 15 mm
BULARCAMA	Perfil L 200 X 24 mm
PALMEJAR	Perfil IPN 100

Características generales	
Esloro total	30,20 m
Lpp	26,80 m
Manga máxima	11,00 m
Puntal	5,45 m
Calado de trazado	4,45 m

Nombre buque:
Remolcador de puerto

Fecha:
Mayo. 2017

E.P.S
Ferrol

Título: **Cuaderna maestra**

Autor: **Mario Martínez**

Número Plano: