

# Cuaderno 9

## Francobordo y arqueo

---

Autor: Diego Pérez Martí

Tutor: Leandro Ruiz Peñalver



# **Índice.**

1. Determinación del francobordo.....	3
2. Determinación del Arqueo.....	9

## 1. Determinación del francobordo.

El cálculo del francobordo se realizara mediante la aplicación del convenio internacional de líneas de carga de 1966.

### **Dimensiones de Reglamento:**

#### **Eslora, L:**

$L = \text{mayor } (0.96 * L_{\text{flot.}}, L_1)$ , ambas esloras medidas a un calado igual al 85% del Puntal mínimo de trazado.

$$T = 0.85 * D_{\text{cp}} = 3.145 \text{ m}$$

$$L_{\text{flot.}} = 31.057 \text{ m}, 0.96 * 31.057 = 29.81 \text{ m}.$$

$L_1 = 29.029 \text{ m}$ , medida entre la intersección de la roda con dicha flotación y el eje de la mecha del timón.

$$L = 29.81 \text{ m}$$

#### **Manga de trazado (dentro de forros):**

$$B = 8 \text{ m}.$$

#### **Puntal de trazado:**

$$D_{\text{cp}} = 3.7 \text{ m}.$$

#### **Puntal de Francobordo:**

$$D = D_{\text{cp}} + t(\text{cta. ppal}) = 3.7 + 0.006 = 3.706 \text{ m}.$$

$$D = 3.706 \text{ m}$$

#### **Coefficiente de bloque a $T = 0.85 * 3.7 = 3.145 \text{ m}$ :**

$$C_b = \nabla / (L * B * d_1) = 434.44 / 29.81 * 8 * 3.145 = 0.579$$

$$C_b = 0.579.$$

#### **Cubierta de francobordo:**

Será la cubierta principal.

#### **Superestructura cerrada:**

Todo el entrepuente se considera superestructura cerrada.

**Francobordo tabular, buque tipo “B”:**

El convenio dispone tablas de francobordos en las cuales se muestra el francobordo necesario para esloras sucesivas, para hallar el valor del francobordo tabular del buque de proyecto se necesitará interpolar entre los valores extremos.

TABLA B

*Tabla de francobordo para buques de tipo “B”*

Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)
24	200	58	544	92	1116
25	208	59	559	93	1135
26	217	60	573	94	1154
27	225	61	587	95	1172
28	233	62	601	96	1190
29	242	63	615	97	1209
30	250	64	629	98	1219
31	258	65	644	99	1250
32	267	66	659	100	1271
33	275	67	674	101	1293
34	283	68	689	102	1315
35	292	69	705	103	1337
36	300	70	721	104	1359
37	308	71	738	105	1380
38	316	72	754	106	1401
39	325	73	769	107	1421
40	334	74	784	108	1440
41	344	75	800	109	1459
42	354	76	816	110	1479
43	364	77	833	111	1500
44	374	78	850	112	1521
45	385	79	868	113	1543
46	396	80	887	114	1565

Interpolando entre los valores:

L = 29 m FB = 242 mm

L = 30 m FB = 250 mm

**FBT = 248.5 mm**

### **Correcciones al francobordo tabular.**

**Regla 29, Corrección al Francobordo por superestructura cerrada de longitud  $\leq 35\% L$ .**

No es aplicable ya que la superestructura cerrada tiene una longitud mayor que el 35% de la eslora del buque.

**Regla 30, Corrección por coeficiente de Bloque.**

No hay corrección ya que éste es inferior a 0.68.

**Regla 31, Corrección por puntal.**

$D=3.706$  m,  $L/15=1.99$  m, se debe hacer la corrección:

Aumento el francobordo en:  $(D-(L/15)) \times R$  con  $R = L / 0.48 = 62.1$

$(D-(L/15)) \times R = (3.706 - 1.99) \times 62.1 = \mathbf{106.56 \text{ mm}}$ .

**Regla 34, Longitud de superestructuras.**

La longitud media de la superestructura cerrada es  $S = 29.81$  m, ya que su longitud real es mayor que la eslora  $L$ .

**Regla 35, Longitud efectiva de la superestructura.**

$E = 29.81$  m. La altura normal de la superestructura es 1.80 m; si bien la altura de la superestructura es mayor que la normal, no se hace ninguna corrección ya que esta tiene lugar solamente cuando su altura es menor que la normal.

**Regla 37, Reducción por superestructuras y troncos.**

Ya que la longitud efectiva de la superestructura es  $1.0 \times L$ , la reducción del francobordo será el resultado de interpolar entre los siguientes valores con la eslora de nuestro buque.

$L = 24$  m REDUCCION = 350 mm

$L = 85$  m REDUCCION = 860 mm

$L = 29.81$  m **REDUCCION = 399 mm**

**Regla 38, Arrufo.**

El buque no tiene arrufo. Para la realización de este cálculo, se considera la “curva” real de arrufo como una línea recta. Esta “curva” se compara con la de arrufo normal que dependerá de la eslora.

Según el punto 5) de las observaciones generales de esta regla, ya que este buque tiene una superestructura completa a lo largo de toda su eslora de francobordo, la diferencia entre la altura real de esta superestructura y la normal, ( $Z = 600$  mm) debe añadirse a las ordenadas extremas así como  $0,444 \times Z$  y  $0,111 \times Z$  en las ordenadas  $1/6 L$  y  $1/3 L$  respectivamente.

**ARRUFO NORMAL****L=29,81 m**

POPA	Perp.Popa.	1/6xL desde Ppop	1/3xL desde Ppop	Centro	
Ordenada(mm)	498,42	221,3	55,82	0	
factor	1	3	3	1	<b>SUMA</b>
producto=	498,42	663,9	167,46	0	<b>1329,78</b>

PROA	Perp.Proa.	1/6xL desde Pproa	1/3xL desde Proa	Centro	
Ordenada(mm)	996,83	442,59	111,65	0	
factor	1	3	3	1	<b>SUMA</b>
producto=	996,83	1327,77	334,95	0	<b>2659,55</b>

**ARRUFO REAL****L=29,81 m****Z=600 mm****Z****0,444xZ****0,111xZ**

POPA	Perp.Popa.	1/6xL desde Ppop	1/3xL desde Ppop	Centro	
Ordenada(mm)	600	266,4	66,6	0	
factor	1	3	3	1	<b>SUMA</b>
producto=	600	799,2	199,8	0	<b>1599</b>

PROA	Perp.Proa.	1/6xL desde Pproa	1/3xL desde Proa	Centro	
Ordenada(mm)	600	266,4	66,6	0	
factor	1	3	3	1	<b>SUMA</b>
producto=	600	799,2	199,8	0	<b>1599</b>

Deficiencia en Proa=

 $(2659,6 - 1599) / 8 =$  **133**

Exceso en Popa=

 $(1599 - 1329,78) / 8 =$  **34**

De acuerdo con el punto 10) de las observaciones generales, únicamente considero la deficiencia de arrufo en proa. DEFECTO = 133

La corrección por variaciones respecto a la curva de arrufo normal se obtiene multiplicando el defecto de arrufo en proa por:  $(0.75 - S / 2L)$

$$\text{Corrección} = 133 \times (0.75 - 0.5) = \mathbf{33.25 \text{ mm}}$$

### Regla 39, Altura mínima de proa.

$$H = 56 \times L \times \left(1 - \frac{L}{500}\right) \times \frac{1.36}{0.68 + C_b}$$

H=1696 mm, Cuento con 2400+188=2588 mm. OK.

*2400 mm es la altura del entrepuente y 188 mm el F.B. de verano, ambas medidas en la Perpendicular de Proa.*

Dado que esta altura se consigue por medio de una superestructura, esta debe extenderse desde la roda a un punto  $0.07 \times L$  a popa de la perpendicular de popa, así mismo se exige que sea cerrada. Estas condiciones se cumplen ya que la superestructura es cerrada y abarca toda la eslora reglamentaria del buque.

### Regla 40, Francobordos mínimos.

TABULAR	249	mm
CORRECCIONES:		
.+Correc. Puntal	107	mm
.-Correc. Superestruc.	399	mm
.+Correc. Arrufo	33	mm
SUMATORIO	<b>-10,27</b>	mm
FB de Verano Mínimo	<b>50</b>	mm

Tmax de C.C.	3,518	m
D	3,706	m
D-Tmax de C.C.	<b>188</b>	mm

Sanción por Estabilidad	<b>138</b>	mm
-------------------------	------------	----

<b>FB de Verano</b>	<b>188</b>	<b>mm</b>
<b>Calado de Verano</b>	<b>3,518</b>	<b>m</b>

FRANCOBORDO TROPICAL: El barco no navegará por la Zona Tropical definida en el Reglamento.

FRANCOBORDO DE INVIERNO =  $188 + 1/48 \times T_{\text{verano}} = 261 \text{ mm}$ .

**FB de Invierno = 261 mm.**

FRANCOBORDO DE ATLÁNTICO NORTE INVIERNO = FB Invierno + 50 = 311 mm.

**FB A.N.I = 311 mm.**

FRANCOBORDO DE AGUA DULCE =  $188 - \Delta/40 \times T = 182 \text{ mm}$ .

$\Delta = 529,8 \text{ Tn}$ , desplazamiento al calado de verano en agua salada.

$T = 2.256 \text{ Tn/cm}$ , toneladas por centímetro de inmersión al calado de verano en agua salada.

**FB A.D. = 182 mm.**



## 2. Determinación del Arqueo.

El cálculo del arqueo se va a realizar de acuerdo al convenio internacional de arqueo de buques de 1969, el cálculo del arqueo nace de la necesidad de unificar e igualar el pago de tarifas y servicios en los diferentes países por los que navegue el buque.

### Arqueo Bruto:

Las unidades de Arqueo Bruto son las GT's, éstas son unidades de pago por estancia en puertos, paso por canales y en algunos caladeros es una medida del esfuerzo pesquero. Además es una medida de referencia del porte de un barco si se acompaña esta referencia del tipo de barco en cuestión.

$GT = K \times V$ , donde  $V$  es el volumen total de los espacios cerrados en m<sup>3</sup> y  $K$  es un coeficiente obtenido mediante la fórmula:

$$K = 0.2 + 0.02 \cdot \log V.$$

Definición de los Volúmenes cerrados:

$$\text{Volumen bajo cubierta superior} = 1144 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen de habitación sobre cubierta superior} = 47.54 \cdot 2.4 = 114.1 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen del puente de gobierno} = 25.4 \cdot 2 = 50.8 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen de paños de babor en cubierta superior} = 6 \cdot 1.9 = 11.4 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen de paños de estribor en cubierta superior} = 8.25 \cdot 1.9 = 15.7 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen del Pórtico de popa} = (2.7 \cdot (0.5 + 1) / 2) \cdot 2 + 1.56 \cdot 0.35 = 2.57 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen total de espacios cerrados} = 1338.6 \text{ m}^3.$$

$$K = 0.2625$$

$$GT = 351 \text{ GT's.}$$

Hidrostatica a T= Dcs (6100 mm)

Specified Condition - PFC\_ARRASTRERO\_GRAN\_SOL

Model file: C:\Users\DIEGO\Desktop\PFC ARRASTRERO GRAN  
 SOL\PFC\_ARRASTRERO\_GRAN\_SOL (Highest precision, 219 sections, Trimming off,  
 Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance -  
 ideal(worst case): Disp. %: 0.01000(0.100); Trim%(LCG-TCG): 0.01000(0.100);  
 Heel%(LCG-TCG): 0.01000(0.100)

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>)

Draft Amidships m	6.100
Displacement t	1144
Heel deg	0.0
Draft at FP m	6.100
Draft at AP m	6.100
Draft at LCF m	6.100
Trim (+ve by stern) m	0.000
WL Length m	33.598
Beam max extents on WL m	8.000
Wetted Area m <sup>2</sup>	532.587
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	240.260
Prismatic coeff. (Cp)	0.742
Block coeff. (Cb)	0.630
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.898
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.894
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	13.506
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.110
KB m	3.587
BMt m	1.126
BML m	16.878
KMt m	4.713
KML m	20.465
Immersion (TPc) tonne/cm	2.463
MTc tonne.m	6.722
Max deck inclination deg	0.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000

### **Arqueo Neto:**

Las unidades de Arqueo Neto son las NT's y se determinan:

$$NT = K_2 \times V_c \times \left[ \left( \frac{4 \times d}{3 \times D} \right)^2 \right] + K_3 \times \left( \frac{N_1 + N_2}{10} \right) =$$

V<sub>c</sub> es el volumen de los espacios de carga

V<sub>c</sub> = vol. de Bodega + Vol. de Entrepuentes = 156 + 44

V<sub>c</sub> = 200 m<sup>3</sup>.

K<sub>2</sub> = 0.2 + 0.002 \* log V<sub>c</sub> = 0.205.

K<sub>3</sub> = 1.25 \* (GT + 104) / 104 = 1.29.

N<sub>1</sub> = N<sub>2</sub> = 0.

(4xd/3xD)<sup>2</sup> = (4\*3.518/3\*6.1)<sup>2</sup> = 0.591

D es el puntal a cubierta superior = 6.1 m

d es el calado máximo de las condiciones de carga = 3.518 m

NT = 0.205 \* 200 \* 0.591 = 24 NT's < 0.30 x GT's.

NT = 0.30 x GT = 105 NT's.