

## FORMULARIO DE TEORÍA DEL BUQUE

### Corrección por asiento

$$C_{pm} = \frac{C_{pr} + C_{pp}}{2}$$

$$C_A = \frac{A}{E} \cdot \otimes F$$

$$A = C_{pp} - C_{pr} \begin{cases} \text{Si } C_{pp} > C_{pr} \Rightarrow A > 0 \\ \text{Si } C_{pp} < C_{pr} \Rightarrow A < 0 \\ \text{Si } C_{pp} = C_{pr} \Rightarrow A = 0 \end{cases}$$

$$C_m = C_{pm} + C_A; \text{ si } \otimes F = 0 \Rightarrow C_{pm} = C_m$$

### Asientos a Proa y a Popa

$$A_{pp} = C_{pp} - C_m; \quad A_{pp} = \frac{A}{E} \cdot d_{pp}; \quad d_{pp} = \frac{E}{2} - \otimes F$$

$$A_{pr} = C_{pr} - C_m; \quad A_{pr} = \frac{A}{E} \cdot d_{pr}; \quad d_{pr} = \frac{E}{2} - \otimes F$$

$$C_{pp} = C_m + A_{pp}; \quad C_{pr} = C_m + A_{pr}; \quad |d_{pp}| + |d_{pr}| = E$$

### Alteración a popa y a proa

$$a = A_f - A_i$$

$$a_{pp} = \frac{a}{E} \cdot d_{pp}; \quad a_{pr} = \frac{a}{E} \cdot d_{pr}$$

$$C_{ppf} = C_{ppi} + a_{pp}$$

$$C_{prf} = C_{pri} + a_{pr}$$

Si existe inmersión/emersión:

$$C_{ppf} = C_{ppi} + I/E + a_{pp}$$

$$C_{prf} = C_{pri} + I/E + a_{pr}$$

### Inmersión/Emersión:

Se produce inmersión cuando cargamos un peso y emersión cuando lo descargamos. En el primer caso el valor será positivo, pues  $p > 0$  y en el segundo negativo, pues  $p < 0$ . Donde  $p$  = peso y  $T_c$ , Toneladas por cm, de inmersión.

$$I/E = \frac{p}{T_c}$$

Para pesos grandes, debemos consultar las curvas hidrostáticas.

$$C_{mf} = C_{mi} + I/E$$

### Permiso de Agua Dulce:

$$P_{ad} = \frac{\Delta_V}{40 \cdot T_{C_V}}$$

### Corrección por densidad:

$$c/\rho = P_{ad} \frac{\rho_{MAR} - \rho_{RIO}}{0.025}$$

### Líneas de máxima carga:

- Calado de Verano:  $C_V$
- Calado Tropical:  $C_T = C_V + \frac{C_V}{48}$
- Calado de Invierno:  $C_I = C_V - \frac{C_V}{48}$
- Calado de Invierno Atlántico Norte:  $C_{ANI} = C_I - 50m., \text{ si } E \geq 100m \rightarrow C_{ANI} = C_I$
- Calado de Agua Dulce:  $C_D = C_V + P_{ad}$

$$\Delta_{RIO} = \nabla_{RIO} \cdot \rho_{RIO}$$

**Corrección por consumo:**

$$c/c = \frac{\text{consumo (Tn)}}{T_c}$$

**Salida de Puerto Fluvial hacia Calado Máximo:**

$$Cm_{Df} = Cm_{MARf} + c/c + c/\rho$$

**Cálculo  $\otimes G$ :**

$$\otimes G = \otimes C + CG_L$$

$$CG_L = \frac{A \cdot M_u}{\Delta}$$

A en centímetros.

**Alteración (para hallar calados):**

$$a = \frac{p \cdot dl}{M_u}; \quad dl = \otimes g - \otimes F; \quad \text{para carga suspendida: } \otimes g = \otimes g_{Penol}$$

**Centro de gravedad del buque:**

**Carga de un peso. Ejes principales:**

- Movimiento vertical:

$$\Delta_f = \Delta_i + p$$

$$\Delta_f \cdot KG_f = \Delta_i \cdot KG_i + p \cdot Kg$$

- Movimiento transversal:

$$\Delta_f = \Delta_i + p$$

$$\Delta_f \cdot CLG_f = \Delta_i \cdot CLG_i + p \cdot CLg$$

$$\text{si buque adrizado } CLG_i = 0$$

- Movimiento longitudinal:

$$\Delta_f = \Delta_i + p$$

$$\Delta_f \cdot \otimes G_f = \Delta_i \cdot \otimes G_i + p \cdot \otimes g$$

- Movimiento vertical del G del buque:

$$GG_V = \frac{p \cdot dv}{\Delta_f}; \quad dv = Kg - KG; \quad KG_V = KG + GG_V$$

- Movimiento transversal del G del buque:

$$GG_T = \frac{p \cdot dt}{\Delta_f}; \quad dt = CLg - CLG; \quad CLG_T = CLG + GG_T$$

- Movimiento longitudinal del G del buque:

$$GG_L = \frac{p \cdot dl}{\Delta_f}; \quad dl = \otimes g - \otimes G; \quad \otimes G_L = \otimes G + GG_L$$

**Cuadro de Momentos:**

Descripción	Peso	KG	Mv (vertical)	CLG	Mt (transversal)	$\otimes G$	Ml (longitudinal)
	$\Delta_f$		$\sum M_v$		$\sum M_t$		$\sum M_l$

- Coordenadas finales:

$$KG_F = \frac{\sum M_v}{\Delta_f}; \quad CLG_F = \frac{\sum M_t}{\Delta_f}; \quad KG_F = \frac{\sum M_v}{\Delta_f};$$

### Traslado de un peso:

- Traslado vertical del G del buque:

$$GG_V = \frac{p \cdot dv}{\Delta_f}; \quad dv = Kg_2 - Kg_1; \quad KG_V = KG + GG_V$$

- Traslado transversal del G del buque:

$$GG_T = \frac{p \cdot dt}{\Delta_f}; \quad dt = CLg_2 - CLg_1; \quad CLG_T = CLG + GG_T$$

- Traslado longitudinal del G del buque:

$$GG_L = \frac{p \cdot dl}{\Delta_f}; \quad dl = \otimes g_2 - \otimes g_1; \quad \otimes G_L = \otimes G + GG_L$$

### Estabilidad Inicial:

- Radio Metacéntrico Transversal: CM
- Altura Metacéntrica Transversal: GM; GM = KM - KG; GM = KC + CM - KG
- Radio Metacéntrico Longitudinal: CM<sub>L</sub>
- Altura Metacéntrico Longitudinal: GM<sub>L</sub> = KM<sub>L</sub> - KG; GM<sub>L</sub> = KC + CM<sub>L</sub> - KG

### Cálculo de la escora CLG ≠ 0:

$$\tan \theta = \frac{GG_T}{GM}; \text{ o bien; } \tan \theta = \frac{CLG}{GM}; \text{ donde } \theta \text{ es al ángulo de escora.}$$

### Momento de Asiento Unitario:

$$M_u = \frac{\Delta \cdot GM_L}{100 \cdot E} [Tn \cdot m/cm] \rightarrow \text{con asiento} \rightarrow A = \frac{\Delta \cdot CG_L}{M_u}$$

### Distribución de la carga entre dos bodegas, para dejar el buque en calados determinados:

$$a = A_f - A_i; \text{ ojo!!!, } a \text{ en cm.}$$

$$a \cdot M_u = p_1 \cdot df_1 + p_2 \cdot df_2$$

$$p_1 = p - p_2$$

$$p_2 = \frac{a \cdot M_u - p \cdot df_1}{df_2 - df_1}; \quad df_1 = \otimes g_1 - \otimes F; \quad df_2 = \otimes g_2 - \otimes F$$

### Ángulo de Tumba (GM < 0):

$$\tan \theta = \sqrt{\frac{-2 \cdot GM}{CM}}; \quad \begin{cases} GM = KM - KG \\ CM = KM - KC \end{cases} \quad \text{Curvas Hidrostáticas}$$

### Corrección por superficies libres:

$$C.S.L. = \frac{\sum C.S.L._{verano} \cdot \Delta_{verano}}{\Delta}$$

$$GM_c = GM - GG_c = GM - C.S.L.$$

$$KG_c = KG + GG_c = KG + C.S.L.$$

### Peso Suspendido → Peso trasladado → A bordo o en el muelle:

$$GG_V = \frac{p \cdot dv}{\Delta}; \quad dv = Kg2 - Kg1; \quad KG_F = KG_I + GG_V$$

**Curva GZ para GM > 0 y CLG = 0:**

$$GZ = KN - KG \cdot \text{sen}\theta$$

Escoras	0º	10º	20º	.....	.....
KN (mm)					
KG.senθ (mm)					
GZ (mm)					

**Curva GZ para GM > 0 y CLG ≠ 0:**

$$GZ = KN - KG_c \cdot \text{sen}\theta - CLG \cdot \text{cos}\theta; \quad KG_c \text{ por superficies libres}$$

Escoras	0º	10º	20º	.....	.....
KN (mm)					
KGc.senθ (mm)					
CLG.cosθ (mm)					
GZ (mm)					