

Examen de Teoría de Buque para Capitán de Yate, Murcia Noviembre 2009

Autor: Pablo González de Villaumbrosia García. 06.03.2010

El yate "PITITO" con desplazamiento de 85 toneladas métricas, $KG=3,18$ metros, adrizado, distancia del centro de gravedad a la cuaderna maestra $XG=2,35$ metros a popa (+) y con calado medio de 1,45 metros.

En un momento determinado y antes de salir a la mar, se efectúan los siguientes movimientos de pesos en operaciones de carga y descarga:

- Se llena con 1,85 toneladas métricas el tanque de agua dulce de popa.
- Se llena con 2,20 toneladas métricas el tanque de gasoil de babor.
- Se llena con 2,20 toneladas métricas el tanque de gasoil de estribor.
- Dejamos en tierra para su revisión, desembarcándola, la balsa salvavidas de estribor que pesa 350 kilogramos.

Las coordenadas de la carga y la descarga son:

Altura del centro de gravedad sobre la quilla (Kg):

- Tanque de agua dulce Kg = 0,95 metros
- Tanque de gasoil de Br. Kg = 1,83 metros
- Tanque de gasoil de Er. Kg = 1,83 metros
- Balsa salvavidas Er. Kg = 5,85 metros

Distancia a la Cuaderna Maestra (Xg):

- Tanque de agua dulce Xg = 8,70 metros
- Tanque de gasoil de Br. Xg = 2,20 metros
- Tanque de gasoil de Er. Xg = 2,20 metros
- Balsa salvavidas Er. Xg = 6,95 metros

Distancia a la línea de crujía (CLg):

- Tanque de agua dulce CLg = 0,00 metros
- Tanque de gasoil de Br. CLg = 2,75 metros a Br.
- Tanque de gasoil de Er. CLg = 2,75 metros a Er.
- Balsa salvavidas Er. CLg = 2,35 metros a Er.

Realizadas todas las operaciones, se obtiene de las curvas hidrostáticas del yate los siguientes datos: $KM=3,95$ metros; $Tc = 0,75$ Tm/cm; $Mu = 1,65$ Tm x cm; Distancia del Centro de Carena a la Cuaderna maestra $XC = 2,35$ metros a popa. Se considera que el centro de flotación coincide con el centro de eslora.

Se pide:

1. Desplazamiento y coordenadas del centro de gravedad después de las operaciones de carga y descarga (3 puntos)
2. Altura metacéntrica final (1 punto)
3. Escora final (1 punto)
4. Calados finales (2 puntos)

SOLUCIÓN:

1ª. Desplazamiento y coordenadas del centro de gravedad

Concepto	Peso (Tm)	KG	Σ Mtos. verticales	XG	Σ Mtos. longitudinales	CLG	Σ Mtos. transversales
Yate	85	3,18	85 x 3,18	+ 2,35	85 x 2,35	0	0
Tanque agua dulce popa	1,85	0,95	1,85 x 0,95	+ 8,7	+1,85 x 8,7	0	0
Tanque gasoil Br.	2,2	1,83	2,2 x 1,83	+ 2,2	2,2 x 2,2	-2,75	-2,2 x 2,75
Tanque gasoil Er.	2,2	1,83	2,2 x 1,83	+ 2,2	2,2 x 2,2	+2,75	+2,2 x 2,75
Balsa salvavidas	-0,35	5,85	-0,35 x 5,85	+ 6,95	-0,35 x 6,95	+2,35	-0,35 x 2,35
	90,9		278,062		223,0925		-0,8225

$$\text{Desplazamiento final} = 85 + 1,85 + 2,2 + 2,2 - 0,35 = 90,9 \text{Tm}$$

$$\text{KG final} = \frac{278,062}{90,9} = 3,059 \text{ m}$$

$$\text{XG final} = \frac{+223,0925}{90,9} = 2,4543 \text{ m a Popa}$$

$$\text{CLG final} = \frac{-0,8225}{90,9} = -0,009 \text{ m a Br}$$

Otra forma de cálculo (relativo al centro de gravedad inicial del yate)

$$\text{KG final} = 3,18 - \frac{1,85 \times (3,18 - 0,95)}{90,9} - 2 \times \frac{2,2 \times (3,18 - 1,83)}{90,9} - \frac{0,35 \times (5,85 - 3,18)}{90,9} = 3,059 \text{ m}$$

$$\text{XG final} = 2,35 + \frac{1,85 \times (8,7 - 2,35)}{90,9} - 2 \times \frac{2,2 \times (2,35 - 2,2)}{90,9} - \frac{0,35 \times (6,95 - 2,35)}{90,9} = 2,4543 \text{ m a}$$

Popa

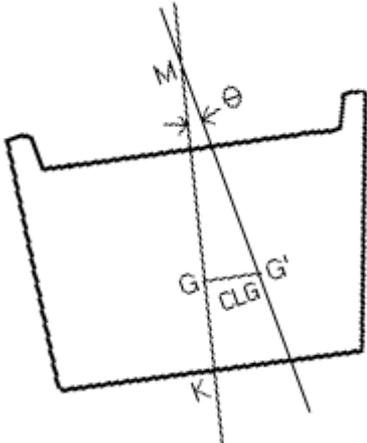
$$\text{CLG final} = 0,0 + \frac{2,2 \times (2,75 - 0,0)}{90,9} - \frac{2,2 \times (2,75 - 0,0)}{90,9} - \frac{0,35 \times (2,35 - 0,0)}{90,9} = -0,009 \text{ m a Br}$$

2ª. Altura metacéntrica final

$$\text{KM} = 3,95$$

$$\text{GM} = \text{altura metacéntrica} = \text{KM} - \text{KG final} = 3,95 - 3,059 = 0,891 \text{ m.}$$

3ª. **Escora final**



$$CLG \text{ final} = 0,009 \text{ m}$$

$$\Theta = \text{escora} = \text{arc tg} \frac{CLG}{GM} = \text{arc tg} \frac{0,009}{0,891} = 0,6^\circ \text{ Br}$$

4ª. **Calados finales**

D inicial = desplazamiento inicial = 85 Tm

D final = desplazamiento final = 90,9 Tm

XG inicial = +2,35 m

XC = + 2,35 m

Mu = momento para variar el asiento 1 cm = 1,65 Tm x cm = 165 Tm x m

Tc = Toneladas de peso para inmersión de 1 cm = 0,75 Tm/cm

Cppi = calado popa inicial

Cpri = calado proa inicial

$$Cmi = \text{calado medio inicial} = \frac{Cpri + Cppi}{2} = 1,45 \text{ m}$$

$$A \text{ inicial} = \text{asiento inicial} = A \text{ inicial} = \text{asiento inicial} = Cppi - Cpri$$

$$A \text{ inicial} \times Mu = D \text{ inicial} \times (XG \text{ inicial} - XC) \rightarrow A \text{ inicial} \times 1,65 = 85 \times (2,35 - 2,35) \rightarrow$$

$$A \text{ inicial} = 0 \text{ (asiento inicial nulo)} \rightarrow Cppi = Cpri = Cmi = 1,45 \text{ m}$$

Cppf = Calado a Popa final

Cprf = Calado a Proa final

XF = centro longitudinal de flotación = +0 mts.

XC = centro longitudinal de carena = 2,35 mts.

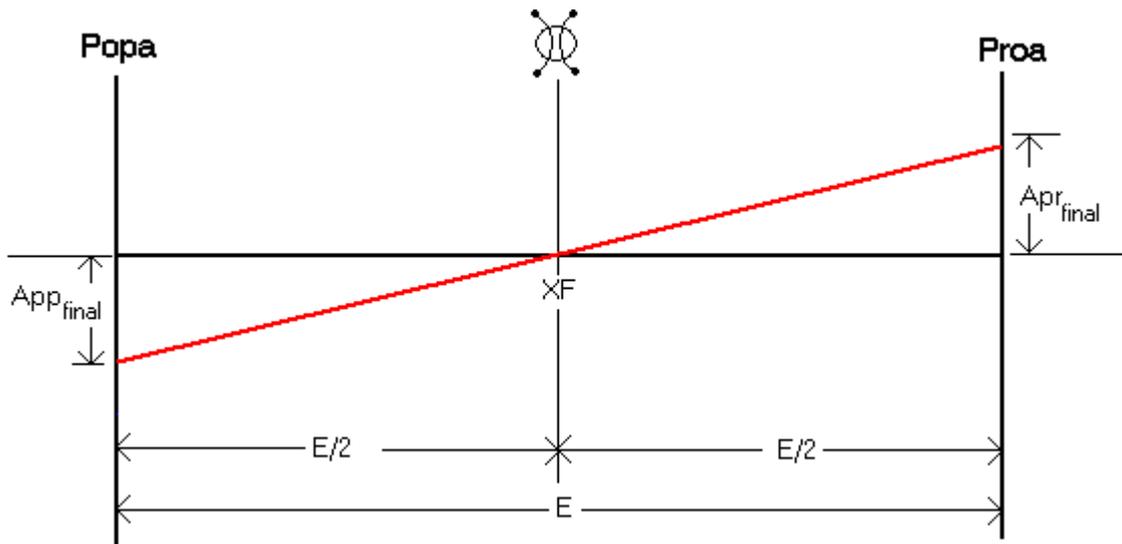
App final = asiento a Popa final

Apr final = asiento a Proa final

$$A \text{ final} = \text{asiento final} = Cppf - Cprf = App \text{ final} + Apr \text{ final}$$

$$A \text{ final} \times Mu = D \text{ final} \times (XG \text{ final} - XC) = 90,9 \times (2,4543 - 2,35)$$

$$A \text{ final} = \frac{90,9 \times (2,4543 - 2,35)}{165} = 0,0575 \text{ mts. apopante}$$



Al ser $XF = 0$, $App_{final} = Apr_{final} = \frac{A_{final}}{2} = \frac{0,0575}{2} = 0,029$ mts.

$Inmersión = \frac{\text{Incremento peso}}{Tc} = \frac{(90,9 - 85)}{0,75} = 7,87 \text{ cm} = 0,0787$ metros

$C_{ppf} = \text{Calado a Popa final} = C_{ppi} + App + Inmersión = 1,45 + 0,029 + 0,0787 = 1,56$ metros

$C_{prf} = \text{Calado a Proa final} = C_{pri} - Apr + Inmersión = 1,45 - 0,029 + 0,0787 = 1,5$ metros