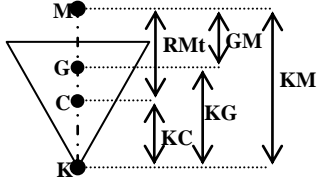
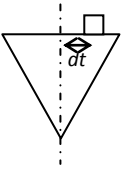
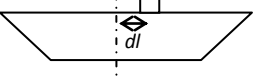


Definiciones

Desplazamiento en rosca: es el peso del barco cuando no está cargado.

Formulario	
<p>KG = KM – GM KM = KC + RMt</p> 	<p><u>Cálculo de Calados</u> A = Cpp – Cpr Asentamiento positivo → apopante App = $\frac{A}{Epp} XLA$ Asentamiento negativo → aproante Cpp = Cm + App Cpr = Cpp – A = Cm + Apr Apr = $\frac{A}{Epp} (XLA – Epp)$</p>
<p><u>Estabilidad</u> < 5° GZ = GM Tanθ 5°-10° GZ = GM Senθ > 10° GZ = KN – KG Senθ</p>	<p><u>Momento escorante</u> Me = D · GZ Me = D · GZ = p · dt dt: distancia recorrida por el peso *GM = 0 El barco deja de ser estable</p>
<p><u>Criterio IOM (eslora < 100m)</u> GM ≥ 0,15m GZ₃₀ ≥ 0,2 m GZ_{max} > 25°</p>	<p><u>Criterio Rahola (eslora > 100m)</u> GZ₂₀ ≥ 0,1 m GZ₃₀ ≥ 0,2 m GZ₄₀ ≥ 0,2 m 30° < GZ_{max} < 40°</p>
<p><u>Prueba de estabilidad</u> Me = D GZ = p dt dt: distancia transversal</p>  <p>En el caso de viento se aplica Me = Sv P (KC_{velic} - KC_{deriva}) Cos²θ Sv: superficie Vélica; P: Presión viento KC_{velic}: altura al centro velico; KC_{deriva}: altura del centro de deriva</p>	<p><u>Traslado de pesos</u></p>  <p>No varía ni el Desplazamiento (D) ni el calado medio (Cm). Varía el centro de gravedad (G), el Asentamiento (A) y los calados de proa (Cpr) y de popa (Cpp). A MOM = p dl A en centímetros a MOM = p dl a: alteración a = Af – Ai A MOM = D · CG_L</p>
<p><u>Carga/Descarga</u> D_f = D_i + p si es carga p (+) y si es descarga p (-) KG_f = $\frac{\sum Mv}{D_f}$ A MOM = p dl' = p₁ dl'₁ + p₂ dl'₂ en este caso dl = XLA – Posición Final Cm_f = Cm_i + I I: Imersión (en metros) I = $\frac{p}{TON}$ p: peso, TON: tabl; en est ecase I en cm.</p>	<p><u>Corrección por Superficies libres</u> KGc = KG + csl GMc = GM – cls cls = $\frac{i \cdot \delta}{D}$ δ densidad del líquido Agua dulce = 1 Tm/m³ Agua mar = 1,025 Tm/m³ Combustible = 0,85 Tm/m³ i = $\frac{1}{12} em^3$ e: eslora tanque; m: manga tanque</p>
<p><u>Varada</u> Tenemos una condición inicial, Cm_i. La incógnita es KG_i. Varada → kg = 0 KG_f · D_f = KG_i · D_i + p kg Si Kg = 0: KG_i = $\frac{KG_f \cdot D_f}{D_i}$</p>	<p><u>Periodo de Balanceo</u> GM = $\left(\frac{0,78 \cdot M}{T_2}\right)^2$ $\frac{T_1^2}{T_{21}^2} = \frac{GM_2}{GM_1}$</p>

Francisco Javier González Martín

Ejercicios

1. El yate Calafat, con un calado de 2,59 m y Asentamiento nulo, tiene una altura metacéntrica GM = 0,48m.

- a. Calcular el valor de la altura del centro de gravedad sobre la base.
- b. Calcular el momento escorante necesario para producir una escora de 2°.
- c. Verificar el cumplimiento del criterio de estabilidad de la IMO a 30° de eslora.
- d. Calcular el ángulo aproximado en el que se anula el brazo de estabilidad estática.

a) Cm = 2,59m; GM = 0,48 m → KG = ?

$$KG = KM - GM$$

Hallamos KC y RMt por tablas: Cm = 2,59 → KC = 1,667 m; RMt = 2,28 m

$$KM = KC + RMt = 1,667 + 2,28 = 3,947m$$

$$\boxed{KG = 3,947 - 0,48 = 3,467m}$$

b) GM = 0,48 m; $\theta = 2^\circ \rightarrow Me = ?$

Hallamos D por tablas: Cm = 2,59 → D = 350 Tm

$$Me = D GZ; \text{ para } \theta < 5^\circ \rightarrow GZ = GM \tan \theta$$

$$GZ = 0,48 \tan 2^\circ = 0,01676 \text{ m};$$

$$\boxed{Me = 350 \cdot 0,01676 = 5,867 \text{ Tm}\cdot\text{m}}$$

c) $GZ_{30^\circ} \geq 0,2 \text{ m}$

para $\theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$

Hallamos KN por tablas: D = 350 Tm → KN = 1,97 m

$$\boxed{GZ = 1,97 - 3,467 \text{ Sen } 30 = 0,2365m \geq 0,2 \text{ m} \rightarrow \text{se cumple el criterio}}$$

d) $GZ = 0 \rightarrow \theta = ?$

Hallamos los diferentes KN por tablas

$$GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$$

$$\theta = 40^\circ \rightarrow GZ = 2,388 - 3,467 \text{ Sen } 40 = 0,159455 \text{ m}$$

$$\boxed{\theta = 50^\circ} \rightarrow GZ = 2,651 - 3,467 \text{ Sen } 50 = -0,00487 \text{ m} \rightarrow \text{es el que más se aproxima a } 0$$

$$\theta = 60^\circ \rightarrow GZ = 2,793 - 3,467 \text{ Sen } 60 = -0,20951 \text{ m}$$

2. El yate Calafat, con un calado de 2,50 m y un asentamiento nulo, tiene una altura metacéntrica de GM = 0,50m.

- a. Hallar el valor de la altura del centro de gravedad sobre la base KG.
- b. Hallar, el momento escorante necesario para producir una escora de 2°.
- c. Verificar el cumplimiento del criterio de estabilidad IMO a 30° de escora.
- d. Hallar el ángulo en el que se anula el brazo de estabilidad estática.

a) Cm = 2,50m; GM = 0,50 m → KG = ?

$$KG = KM - GM$$

Hallamos KC y RMt por tablas: Cm = 2,50 → KC = 1,613 m; RMt = 2,373 m

$$KM = KC + RMt = 1,613 + 2,373 = 3,986m$$

$$\boxed{KG = 3,986 - 0,50 = 3,486m}$$

b) GM = 0,50 m; $\theta = 2^\circ \rightarrow Me = ?$

Hallamos D por tablas: Cm = 2,50 → D = 329,8 Tm

$$Me = D GZ; \text{ para } \theta < 5^\circ \rightarrow GZ = GM \tan \theta$$

$$GZ = 0,50 \tan 2^\circ = 0,01746 \text{ m};$$

$$\boxed{Me = 329,8 \cdot 0,01746 = 5,758 \text{ Tm}\cdot\text{m}}$$

c) $GZ_{30^\circ} \geq 0,2 \text{ m}$

para $\theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$

Hallamos KN por tablas: D = 329,8 Tm → KN = 1,976 m

$$\boxed{GZ = 1,976 - 3,486 \text{ Sen } 30 = 0,233m \geq 0,2 \text{ m} \rightarrow \text{se cumple el criterio}}$$

d) $GZ = 0 \rightarrow \theta = ?$

Hallamos los diferentes KN por tablas

$$GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$$

$$\theta = 40^\circ \rightarrow GZ = 2,409 - 3,486 \text{ Sen } 40 = 0,1682 \text{ m}$$

$$\boxed{\theta = 50^\circ} \rightarrow GZ = 2,677 - 3,486 \text{ Sen } 50 = 0,0065 \text{ m} \rightarrow \text{es el que más se aproxima a } 0$$

$$\theta = 60^\circ \rightarrow GZ = 2,821 - 3,486 \text{ Sen } 60 = -0,1979 \text{ m}$$

3. El yate Calafat, con un desplazamiento de 341 Tm y asentamiento nulo, está sometido a una acción del viento lateral que provoca un momento escorante de 127,5 Tm·m y le produce una escora estática de 30°. Calcular:

- a. Valor del brazo de adrezamiento (GZ) A 30°.
- b. Altura del centro de gravedad (KG) sobre la base.
- c. Altura metacéntrica inicial (GMt).
- d. Comprobar el cumplimiento de los criterios OMI.

a) $D = 341 \text{ Tm}; Me = 127,5 \text{ Tm}\cdot\text{m} \rightarrow GZ = ?$

$$Me = D \cdot GZ \rightarrow \boxed{GZ = \frac{Me}{D} = \frac{127,5}{341} = 0,3739 \text{ m}}$$

b) $\theta = 30^\circ; KG = ?$

Hallamos KN por tablas: $D = 341 \text{ Tm} \rightarrow KN = 1,974$

para $\theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \text{ Sen}\theta \rightarrow KG = \frac{KN - GZ}{\text{Sen}\theta}$

$$\boxed{KG = \frac{KN - GZ}{\text{Sen}\theta} = \frac{1,974 - 0,739}{\text{Sen } 30} = 3,2 \text{ m}}$$

c) $GMt = ?$

$$KG = KM - GM$$

$$GM = KC + RMt$$

Hallamos KC y RMt por tablas:

$$D = 341 \text{ Tm} \rightarrow KC = 1,643 \text{ m}; RMt = 2,321 \text{ m} \rightarrow KM = 1,643 + 2,321 = 3,964 \text{ m}$$

$$GM = KM - KG$$

$$\boxed{GM = 3,964 - 3,2 = 0,764 \text{ m}}$$

d) $GZ_{30^\circ} \geq 0,2 \text{ m}$

para $\theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$

$$\boxed{GZ = 1,974 - 3,2 \text{ Sen } 30 = 0,374 \text{ m} \geq 0,2 \text{ m} \rightarrow \text{se cumple el criterio}}$$

4. El yate Calafat, con un caldo de 2,59 m y asentamiento nulo, está sometido a la acción de un viento lateral que provoca una escora estática de 2°. La embarcación, en estos momentos, tiene una altura metacéntrica GMt de 0,60 m.
- Calcular el momento escorante producido por la acción del viento.
 - Calcular el valor de la altura del centro de gravedad sobre la base KG.

Se varia la distribución de pesos sin cambiar el desplazamiento ni el asentamiento, el nuevo valor de la altura del centro de gravedad sobre la base (KG) se sitúa a 3,2 m.

- Calcular el valor de los brazos de adrizamiento GZ a 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° y 70° y dibuja la curva de los brazos de adrizamiento entre 0° y 70°.
- Comprobar que se cumple los criterios de estabilidad de la IMO.

a) $C_m = 2,59\text{m}; GM = 0,60\text{ m}; \theta = 2^\circ \rightarrow Me = ?$

Hallamos D por tablas: $C_m = 2,59 \rightarrow D = 350\text{ Tm}$

$Me = D \cdot GZ; \text{ para } \theta < 5^\circ \rightarrow GZ = GM \cdot \tan \theta$

$GZ = 0,60 \cdot \tan 2^\circ = 0,0209\text{ m};$

$Me = 350 \cdot 0,0209 = 7,333\text{ Tm}\cdot\text{m}$

b) $C_m = 2,59\text{m}; GM = 0,60\text{ m} \rightarrow KG = ?$

$KG = KM - GM$

$KM = KC + RMt$

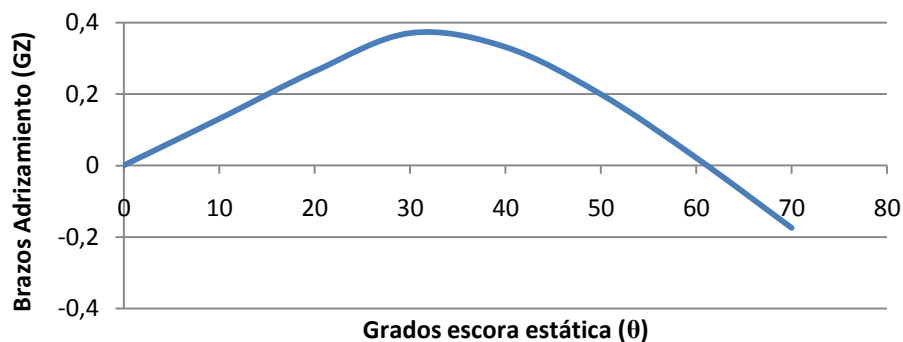
Hallamos KC y RMt por tablas:

$C_m = 2,59 \rightarrow KC = 1,667\text{ m}; RMt = 2,28\text{ m} \rightarrow KM = 1,667 + 2,28 = 3,947\text{m}$

$KG = 3,947 - 0,60 = 3,347\text{m}$

c) $GZ = ?$

θ (°)	KN (m) $D = 350\text{Tm}$	$GZ = KN - KG \cdot \text{Sen}\theta$	GZ (m)
10°	0,686	$0,686 - 3,2 \cdot \text{Sen } 10$	0,130
20°	1,358	$1,358 - 3,2 \cdot \text{Sen } 20$	0,263
30°	1,970	$1,970 - 3,2 \cdot \text{Sen } 30$	0,370
40°	2,388	$2,388 - 3,2 \cdot \text{Sen } 40$	0,331
50°	2,651	$2,651 - 3,2 \cdot \text{Sen } 50$	0,199
60°	2,793	$2,793 - 3,2 \cdot \text{Sen } 60$	0,021
70°	2,832	$2,832 - 3,2 \cdot \text{Sen } 70$	-0,175



d) $GZ_{30^\circ} \geq 0,2\text{ m}$

para $\theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \cdot \text{Sen } \theta$

$GZ = 1,970 - 3,2 \cdot \text{Sen } 30 = 0,37\text{m} \geq 0,2\text{ m} \rightarrow \text{se cumple el criterio}$

5. El yate Calafat, con un calado de 2,59 m y asentamiento nulo, tiene una altura de centro de gravedad de 3,3 m. Está navegando a vela, se levanta un fuerte viento que le provoca una escora de 15°.
- Encontrar el valor del momento escorante producido por el viento.
 - Calcular la altura metacéntrica inicial GM.
 - Calcular el valor del brazo de adrizamiento GZ a 30°.

Tiene una superficie vélica de 310 m², el centro vélico está situado a 12 m sobre la línea base y el centro de deriva a 1,70 m sobre la línea base.

- Calcular el valor de la presión del viento que actúa sobre el yate.

a) $C_m = 2,59\text{m}; K_G = 3,3 \text{ m}; \theta = 15^\circ \rightarrow M_e = ?$

Hallamos D por tablas: $C_m = 2,59 \rightarrow D = 350 \text{ Tm}$

$M_e = D GZ; \text{ para } \theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$

$GZ = 1,025 - 3,3 \text{ Sen } 15^\circ = 0,1708\text{m}$

$M_e = 350 \cdot 1,1708 = 59,814 \text{ Tm}\cdot\text{m}$

b) $GM = ?$

$KG = KM - GM$

$KM = KC + RM_t$

Hallamos KC y RM_t por tablas:

$C_m = 2,59\text{m} \rightarrow KC = 1,667 \text{ m}; RM_t = 2,28 \text{ m} \rightarrow KM = 1,667 + 2,28 = 3,947\text{m}$

$GM = KM - KG = 3,947 - 3,3 = 0,647 \text{ m}$

c) $GZ_{30^\circ} = ?$

para $\theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$

Hallamos KN a 30° por tablas: $D = 350 \text{ Tm} \rightarrow KN = 1,97$

$GZ = 1,97 - 3,3\text{Sen } 30 = 0,32 \text{ m}$

d) $M_e = 59,81\text{Tm}\cdot\text{m}; S_v = 310 \text{ m}^2; K_{C_{\text{velic}}} = 12\text{m}; K_{C_{\text{deriva}}} = 1,7\text{m}; \theta = 15^\circ \rightarrow P = ?$

$M_e = S_v P (K_{C_{\text{velic}}} - K_{C_{\text{deriva}}}) \text{Cos } 2\theta$

$P = \frac{M_e}{S_v(K_{C_{\text{velic}}} - K_{C_{\text{deriva}}}) \text{Cos } 2\theta} = \frac{59,81}{310 \cdot (12 - 1,7) \text{Cos } 2 \cdot 15^\circ} = 0,02 \text{ Tm/m}^2 = 196 \text{ KN/m}^2$

6. El yate Calafat, tiene un desplazamiento de 350 Tm y asentamiento nulo. Las marcas de calado coinciden con las perpendiculares de proa y popa. La eslora entre perpendiculares es de 37,5 m. Se quiere obtener un calado en popa de 2,72m. Transvasando combustible desde un deposito de proa a uno de popa separados 30m.

- Hallar el peso del combustible a trasvasar.
- Hallar el calado de proa después de trasvasar el combustible.

a) $D = 350 \text{ Tm}; E_{pp} = 37,5 \text{ m}; dl = 30 \text{ m}; C_{pp} = 2,72 \text{ m} \rightarrow p = ?$

$A \text{ MOM} = p \text{ dl}$

Hallamos por tablas: $D = 350 \text{ Tm} \rightarrow \text{MOM1} = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}; C_m = 2,59 \text{ m}; XLA = 17,369 \text{ m}$

$C_{pp} = C_m + A_{pp}$

$A_{pp} = C_{pp} - C_m = 2,72 - 2,59 = 0,13 \text{ m}$

$A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA \rightarrow A = \frac{A_{pp}}{XLA} E_{pp} = \frac{0,13}{17,369} 37,5 = 0,2806 \text{ m}$

$p = \frac{A \cdot \text{MOM1}}{dl} = \frac{28,06 \cdot 5,567}{30} = 5,208 \text{ Tm}$

b) $C_{pr} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr}$

$C_{pr} = C_{pp} - A$

$C_{pr} = 2,72 - 0,2806 = 2,44\text{m}$

7. El yate Calafat con un calado de 2,67m y asiento nulo, quiere navegar con un calado de popa de 3,10 m. Para conseguirlo trasvasa agua de un depósito situado a 22 m de la perpendicular de popa a otro situado a 4 m de la perpendicular de popa. La eslora entre perpendiculares es de 37,5 m.
- Encontrar el asiento después del trasvase.
 - Encontrar el peso del agua a trasvasar.

a) $C_m = 2,67$ m; $E_{pp} = 37,5$ m; $dl = 22-4 = 18$ m; $C_{pp} = 3,10$ m $\rightarrow A = ?$
 $A \text{ MOM} = p \text{ dl}$
 Hallamos por tablas: $C_m = 2,67 \rightarrow \text{MOM1} = 5,683 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}$; $XLA = 17,389$ m
 $C_{pp} = C_m + A_{pp}$
 $A_{pp} = C_{pp} - C_m = 3,10 - 2,67 = 0,43$ m
 $A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA \rightarrow$

$$A = \frac{A_{pp}}{XLA} E_{pp} = \frac{0,43}{17,389} 37,5 = \mathbf{0,9273 \text{ m}}$$

b) $p = ?$
 $A \text{ MOM} = p \text{ dl}$

$$p = \frac{A \cdot \text{MOM1}}{dl} = \frac{0,9273 \cdot 5,683}{18} = \mathbf{29,277 \text{ Tm}}$$

8. El Capitán del yate Calafat quiere navegar con un asentamiento de 0,2 m, con el desplazamiento de 350 toneladas, y se encuentra inicialmente con calados iguales en proa y popa. La eslora entre perpendiculares es de 36,5 m. A bordo incide un peso de 9,3 toneladas, situado inicialmente sobre la perpendicular del centro de flotación, que se ha de trasladar para obtener el asentamiento previsto de 0,2 m.

- Hallar la distancia que se ha de trasladar el peso de 9,3 toneladas para obtener un asentamiento de 0,2 m.
- Hallar el calado de popa.
- Hallar el calado de proa.

a) $A_f = 0,2$ m; $E_{pp} = 36,5$ m; $p = 9,3$ Tm; $D = 350$ Tm $\rightarrow dl = ?$
 $A \text{ MOM} = p \text{ dl}$
 Hallamos por tablas: $D = 350$ Tm $\rightarrow \text{MOM1} = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}$; $C_m = 2,59$ m; $XLA = 17,369$ m

$$dl = \frac{A \cdot \text{MOM1}}{p} = \frac{0,2 \cdot 5,567}{9,330} = \mathbf{11,972 \text{ m}}$$

b) $C_{pp} = ?$
 $C_{pp} = C_m + A_{pp}$
 $A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA = \frac{0,2}{36,5} 17,369 = 0,0951$ m

$$C_{pp} = 2,59 + 0,0951 = \mathbf{2,685 \text{ m}}$$

c) $C_{pr} = ?$
 $A = C_{pp} - C_{pr}$

$$C_{pr} = C_{pp} - A = 2,685 - 0,2 = \mathbf{2,485 \text{ m}}$$

9. El capitán del yate Calafat se da cuenta que las medidas de los calados están equivocadas. Está convencido que la embarcación se encuentra con calados iguales (asentamiento nulo). Para poder corregir los presuntos errores en las escalas de calados se efectúa la siguiente operación:

Después de tomar cuidadas referencias desde la flotación, trasvasa agua dulce desde un tanque de proa a un tanque de popa separados 15 m. Cuando se trasvasan 7.360 l, el asentamiento es exactamente 20 cm. La eslora entre perpendiculares y marcas de calados es de 37,5 m. Calcular:

- a. Calados de popa y proa después trasvasar el agua.

a) $A = 20\text{cm}$; $E_{pp} = 37,5\text{ m}$; $dl = 15\text{ m}$: $p = 7.360\text{ l} \rightarrow C_{pp} = ?$ $C_{pr} = ?$

$$A \text{ MOM} = p \, dl$$

$$p = 7.360 \frac{1 \text{ Tm}}{1000 \text{ l}} = 7,36 \text{ Tm}$$

$$\text{MOM1} = \frac{p \, dl}{A} = \frac{7,36 \cdot 15}{20} = 5,52 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm} \rightarrow \text{Por tablas: } C_m = 2,56 \text{ m}; XLA = 17,363 \text{ m}$$

$$C_{pp} = C_m + A_{pp}$$

$$A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA = \frac{0,2}{37,5} \cdot 17,363 = 0,0926 \text{ m}$$

$$\boxed{C_{pp} = 2,56 + 0,0926 = 2,652 \text{ m}}$$

$$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pr} = C_{pp} - A$$

$$\boxed{C_{pr} = 2,652 - 0,2 = 2,452 \text{ m}}$$

10. El yate Calafat, tiene un desplazamiento de 350 Tm y un calado de proa de 2,44m. La eslora entre perpendiculares es de 37,5m y las marcas de calados coinciden con las perpendiculares. Se quiere obtener un Asiento nulo (calados iguales), para conseguirlo se mueve un peso de 10,4 Tm de proa a popa.

- El asiento antes de mover el peso.
- Calado de popa antes de mover el peso.
- ¿Qué distancia se ha de mover el peso?

a) $D = 350 \text{ Tm}$; $C_{pr} = 2,44 \text{ m}$; $E_{pp} = 37,5 \text{ m} \rightarrow A = ?$

Hallamos por tablas: $D = 350 \text{ Tm} \rightarrow \text{MOM1} = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}$; $C_m = 2,59 \text{ m}$; $XLA = 17,369 \text{ m}$

$$C_{pr} = C_m + A_{pr}$$

$$A_{pr} = C_{pr} - C_m = 2,44 - 2,59 = -0,15 \text{ m}$$

$$A_{pr} = \frac{A}{E_{pp}} (XLA - E_{pp}) \rightarrow A = \frac{A_{pr}}{(XLA - E_{pp})} E_{pp}$$

$$\boxed{A = \frac{-0,15}{(17,369 - 37,5)} 37,5 = 0,2794 \text{ m} \approx 0,28 \text{ m}}$$

b) $C_{pp} = ?$

$$A = C_{pp} - C_{pr}$$

$$\boxed{C_{pp} = A + C_{pr} = 0,28 + 2,44 = 2,72 \text{ m}}$$

c) $A = 0$; $p = 10,4 \text{ Tm} \rightarrow dl = ?$

$$A \text{ MOM} = p \, dl \rightarrow dl = \frac{A \text{ MOM}}{p}$$

$$\boxed{dl = \frac{28 \cdot 5,567}{10,4} = 14,98 \text{ m} \approx 15 \text{ m}}$$

11. El yate Calafat, con calados iguales a proa y popa, desplaza 359 Tm. Se quiere un calado a popa de 2,80m, para obtenerlo se mueve un peso de 12 Tm de proa a popa a una distancia de “d” a determinar. La eslora entre perpendiculares es de 37,5 m y las marcas de calado coincide con las perpendiculares de proa y popa.

- a. Encontrar el valor de la abscisa del centro de flotación XLA y el momento unitario para el cambio de asiento de 1 cm, MOM1.
- b. Cambio de asiento final del yate.
- c. Calcular la distancia “d” para obtener el calado de popa de 2,80 m.
- d. Calcular el calado de proa.

a) $D = 359 \rightarrow XLA = ? \text{ MOM1} = ?$

Hallamos por tablas:

$D = 359 \text{ Tm} \rightarrow \boxed{XLA = 17,377 \text{ m}}; \boxed{MOM1 = 5,623 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}};$

b) $D = 359; C_{pp} = 2,80\text{m}; p = 12 \text{ Tm}; dl = d; E_{pp} = 37,5 \text{ m} \rightarrow A = ?$

Hallamos por tablas: $D = 359 \text{ Tm} \rightarrow C_m = 2,63 \text{ m}$

$C_{pp} = C_m + A_{pp}$

$A_{pp} = C_{pp} - C_m = 2,80 - 2,63 = 0,17 \text{ m}$

$A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA \rightarrow A = \frac{A_{pp}}{XLA} E_{pp}$

$\boxed{A = \frac{0,17}{17,377} 37,5 = 0,3667 \approx 0,367 \text{ m}}$

c) $P = 12 \text{ Tm} \rightarrow dl = ?$

$A \text{ MOM1} = p \, dl \rightarrow dl = \frac{A \text{ MOM1}}{p}$

$\boxed{dl = \frac{36,7 \cdot 5,623}{12} = 17,197 \approx 17,2 \text{ m}}$

d) $C_{pr} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pr} = C_{pp} - A$

$\boxed{A = 2,8 - 0,367 = 2,433 \text{ m}}$

12. El capitán del yate Calafat, quiere navegar con un asentamiento de 0,2 m. La embarcación desplaza 350Tm y se halla inicialmente con calados de proa y popa iguales. La eslora entre perpendiculares es de 36,5m. Se dispone a bordo de un peso de 6,41 Tm situado inicialmente sobre la perpendicular del centro de flotación que se debe trasladar para obtener el asentamiento previsto de 0,2m.

- a. Hallar la distancia “d” desde la perpendicular de Popa que se debe de trasladar el peso de 6,41Tm, para obtener el asentamiento de 0,2 m.
- b. Hallar el calado de Proa.
- c. Hallar el calado de Popa.

$A = 0,2\text{m}; D = 350 \text{ Tm}; E_{pp} = 36,5 \text{ m}; p = 6,41 \text{ Tm}$

a) $dl = ?$

Hallamos por tablas: $D = 350 \text{ Tm} \rightarrow C_m = 2,59 \text{ m}; XLA = 17,369 \text{ m}; \text{ MOM1} = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm};$

$A \text{ MOM1} = p \, dl \rightarrow dl = \frac{A \text{ MOM1}}{p}$

$\boxed{dl = \frac{20 \cdot 5,567}{6,41} = 17,369 \text{ m}}$

b) $C_{pr} = ?$

$C_{pr} = C_m + A_{pr}$

$A_{pr} = \frac{A}{E_{pp}} (XLA - E_{pp}) = \frac{0,20}{36,5} (17,369 - 36,5) = -0,104 \text{ m}$

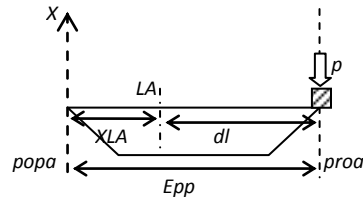
$\boxed{C_{pr} = 2,59 - 0,104 = 2,485 \text{ m}}$

c) $C_{pp} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pp} = A + C_{pr}$

$\boxed{C_{pp} = 0,20 + 2,485 = 2,685 \text{ m}}$

13. El yate Calafat, con un calado de 2,49m y asentamiento nulo, carga un peso de 2,4 Tm, situado en la vertical de la perpendicular de proa. La eslora entre perpendiculares es de 36 m. Hallar:
- El asentamiento final de la embarcación.
 - Calado de popa.
 - Calado de proa.



$C_m = 2,49\text{m}; p = 2,4 \text{ Tm}; E_{pp} = 36 \text{ m};$

a) $A_f = ?$

Hallamos por tablas:

$C_m = 2,49 \text{ m} \rightarrow D = 327,6 \text{ Tm};$

$D_f = D_i + p$ (p positivo porque es una carga)

$D_f = 327,6 + 2,4 = 330 \text{ Tm} \rightarrow XLA = 17,354\text{m}; MOM1 = 5,425 \text{ Tm}\cdot\text{m}/\text{cm}; C_m = 2,5\text{m}$

$dl = XLA - d_f$

$A_f \text{ MOM1} = p (XLA - d_f) \rightarrow A = \frac{p (XLA - d_f)}{MOM1}$

$A = \frac{2,4 (17,354 - 36)}{5,425} = - 8,24 \text{ cm} = \mathbf{-0,08\text{m}}$

b) $C_{pp} = ?$

$C_{pp} = C_m + A_{pp}$

$A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA = \frac{-0,08}{36} 17,354 = - 0,0397\text{m} \approx 0,04\text{m}$

$C_{pp} = 2,5 + (- 0,04) = \mathbf{2,46\text{m}}$

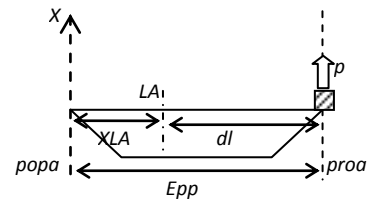
c) $C_{pr} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pr} = C_{pp} - A$

$C_{pr} = 2,46 - (-0,08) = \mathbf{2,54\text{m}}$

14. El yate Calafat, con un calado de 2,6 m, descarga un peso de 2,2 Tm situado en la vertical de la perpendicular de proa. La eslora entre perpendiculares es de 36,5m.

- Calcular el asentamiento final de la embarcación.
- Calcular el calado de popa.
- Calcular el calado de proa.



$C_m = 2,6\text{m}; p = 2,2 \text{ Tm}; E_{pp} = 36,5 \text{ m};$

a) $A_f = ?$

Hallamos por tablas:

$C_m = 2,6 \text{ m} \rightarrow D = 352,2 \text{ Tm};$

$D_f = D_i - p$ (p negativo porque es una descarga)

$D_f = 352,2 - 2,2 = 350 \text{ Tm} \rightarrow XLA = 17,369\text{m}; MOM1 = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m}/\text{cm}; C_m = 2,59\text{m}$

$dl = XLA - d_f$

$A_f \text{ MOM1} = p (XLA - d_f) \rightarrow A_f = \frac{p (XLA - d_f)}{MOM1}$

$A = \frac{-2,2 (17,369 - 36,5)}{5,567} = 7,56 \text{ cm} = \mathbf{0,075\text{m}}$

b) $C_{pr} = ?$

$C_{pr} = C_m + A_{pr}$

$A_{pr} = \frac{A}{E_{pp}} (XLA - E_{pp}) = \frac{0,075}{36,5} (17,369 - 36,5) = - 0,0396 \text{ m}$

$C_{pr} = 2,59 + (-0,0396) = \mathbf{2,55\text{m}}$

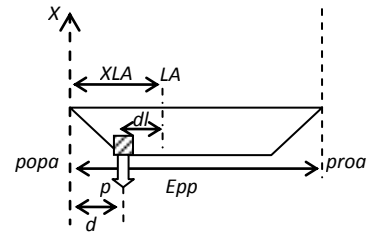
c) $C_{pp} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pp} = A + C_{pr}$

$C_{pp} = 0,075 + 2,55 = \mathbf{2,626 \text{ m}}$

15. El yate Calafat, con iguales a proa y popa y desplazamiento de 313 toneladas, sale a navegar. El capitán quiere tener un asentamiento de 0,25 m; para obtenerlo, lastra un tanque de 7,8 m³ con agua de mar. La eslora entre perpendiculares es de 37 m y las marcas de calados coinciden con las perpendiculares de proa y popa.

- Calcular la distancia del centro del tanque a la perpendicular de popa.
- Calcular el calado de proa después de la carga.
- Calcular el calado de popa después de la carga.



$D_i = 313 \text{ Tm}; p = 7,8 \text{ m}^3; A_f = 0,25 \text{ m}; E_{pp} = 37 \text{ m};$
 a) $d = ?$

Según Gráfico $d = XLA - dl$

$D_f = D_i + p$ (p positivo porque es una carga)

$p = 7,8 \text{ m}^3 \cdot \frac{1,025 \text{ Tm}}{1 \text{ m}^3 (\text{agua mar})} = 7,995 \text{ Tm}$

$D_f = 313 + 8 = 321 \text{ Tm} \rightarrow XLA = 17,351 \text{ m}; MOM1 = 5,361 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}; Cm = 2,46 \text{ m}$

$A_f MOM1 = p (XLA - d_f) \rightarrow d_f = XLA - \frac{A_f MOM1}{p}$

$d = 17,351 - \frac{25 \cdot 5,361}{8} = 0,597 \text{ m} \approx \mathbf{0,6 \text{ m}}$

b) $C_{pr} = ?$

$C_{pr} = C_m + A_{pr}$

$A_{pr} = \frac{A}{E_{pp}} (XLA - E_{pp}) = \frac{0,25}{37} (17,351 - 37) = -0,1327 \text{ m}$

$C_{pr} = 2,46 - 0,1327 = \mathbf{2,327 \text{ m}}$

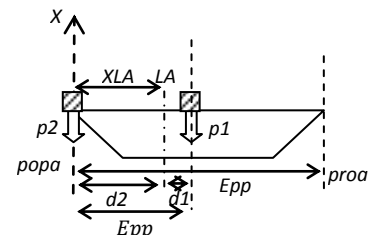
c) $C_{pp} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pp} = A + C_{pr}$

$C_{pp} = 0,25 + 2,327 = \mathbf{2,577 \text{ m}}$

16. El yate Calafat, con calados iguales en proa y popa, desplaza 340,4 Tm. Carga dos pesos de 4,8 Tm cada uno: uno, en la perpendicular de popa y el otro, en la vertical de la cuaderna maestra. La eslora entre perpendiculares es de 37,5 m y las marcas de calados coinciden con las perpendiculares de proa y popa. Calcular:

- El asentamiento después de la carga.
- El calado de proa después de la carga.
- El calado de popa después de la carga.



$D_i = 340,4 \text{ Tm}; p1 = p2 = 4,8 \text{ Tm}; E_{pp} = 37,5 \text{ m};$

a) $A_f = ?$

$D_f = D_i + p1 + p2 = 340,4 + 4,8 + 4,8 = 350 \text{ Tm}$

$D_f = 350 \text{ Tm} \rightarrow XLA = 17,369 \text{ m}; MOM1 = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m/cm}; Cm = 2,59 \text{ m}$

$A_f MOM1 = p1 \cdot d1 + p2 \cdot d2 \rightarrow A_f = \frac{p1 \cdot d1 + p2 \cdot d2}{MOM1} = \frac{p1 \cdot XLA + p2 \cdot (XLA - \frac{E_{pp}}{2})}{MOM1}$

$A_f = \frac{4,8 \cdot 17,369 + 4,8 \cdot (17,369 - 18,75)}{5,567} = 13,78 \text{ cm} \approx \mathbf{0,14 \text{ m}}$

b) $C_{pr} = ?$

$C_{pr} = C_m + A_{pr}$

$A_{pr} = \frac{A}{E_{pp}} (XLA - E_{pp}) = \frac{0,14}{37,5} (17,369 - 37,5) = -0,075 \text{ m}$

$C_{pr} = 2,59 - 0,075 = \mathbf{2,514 \text{ m}}$

c) $C_{pp} = ?$

$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pp} = A + C_{pr}$

$C_{pp} = 0,14 + 2,514 = \mathbf{2,654 \text{ m}}$

17. El capitán del yate Calafat quiere navegar con un asentamiento de 0,2 m. La embarcación desplaza 350 Tm y se encuentra inicialmente con calados de proa y popa iguales. La eslora entre perpendiculares es de 36,5 m. Se dispone, a bordo, de un peso de 6,41 Tm situado inicialmente sobre la perpendicular del centro de flotación que se debe trasladar para obtener el asentamiento previsto de 0,2 m.
- Encontrar la distancia “d” que se debe trasladar el peso de 6,41 Tm para obtener el asentamiento de 0,2 m.
 - Hallar el calado de proa.
 - Hallar el calado de popa.

$$D = 350 \text{ Tm}; p = 6,41 \text{ Tm}; A_f = 0,2\text{m}; E_{pp} = 36,5 \text{ m};$$

a) $d = ?$

$$D = 350 \text{ Tm} \rightarrow XLA = 17,369\text{m}; MOM1 = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m}/\text{cm}; Cm = 2,59 \text{ m}$$

$$A_f MOM1 = p d \rightarrow d = \frac{A_f MOM1}{p}$$

$$d = \frac{20 \cdot 5,567}{6,41} = 17,369 \text{ m}$$

b) $C_{pr} = ?$

$$C_{pr} = C_m + A_{pr}$$

$$A_{pr} = \frac{A}{E_{pp}} (XLA - E_{pp}) = \frac{0,2}{36,5} (17,369 - 36,5) = - 0,1048 \text{ m}$$

$$C_{pr} = 2,59 - 0,1048 = 2,485 \text{ m}$$

c) $C_{pp} = ?$

$$A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pp} = A + C_{pr}$$

$$C_{pp} = 0,2 + 2,485 = 2,685 \text{ m}$$

18. El yate Calafat se encuentra en las siguientes condiciones:

- Desplazamiento $D = 350$ Tm.
- Altura metacéntrica transversal inicial $GM = 0,407$ m.
- Calados de Proa y popa iguales.

Con el fin de efectuar una inspección interior, se ha de sacar el lastre del fondo, de las siguientes características:

- Peso del lastre = 20,2 Tm.
- Altura del centro de gravedad del lastre sobre la línea base = 0,3 m.

Calcular:

- a. Altura del centro de gravedad KG antes de sacar el lastre.
- b. Altura del centro de gravedad KG' después de sacar el lastre.
- c. Altura metacéntrica transversal inicial final GM', después de sacar el lastre.
- d. Brazos de adrizamiento GZ de 30° de escora, antes y después de sacar el lastre.
- e. Cumplimiento de los criterios de la IMO de estabilidad en ambos casos.

$D_i = 350$ Tm; $GM_i = 0,407$ m; $p = 20,2$ Tm; $kg = 0,3$ m;

a) $KG = ?$

$D_i = 350$ Tm \rightarrow $KC = 1,667$ m; $RMt = 2,28$ m
 $KG = KM - GM$
 $KM = KC + RMt = 1,667 + 2,28 = 3,947$ m

$KG = 3,947 - 0,407 = 3,54$ m

b) $KG' = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 350$ Tm	3,54 m	$D_i \cdot KG = 1239$
	$p = - 20,2$ Tm	0,3 m	$p \cdot kg = - 6,06$
Final	$D_f = 329,8$ Tm		$\sum Mv = 1232,94$

$KG_f = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow$ **$KG_f = \frac{1232,94}{329,8} = 3,738$ m**

c) $GM_f = ?$

$D_f = 329,8$ Tm \rightarrow $KC = 1,613$ m; $RMt = 2,373$ m
 $KG_f = KM_f - GM_f \rightarrow GM_f = KM_f - KG_f$
 $KM_f = KC + RMt = 1,613 + 2,373 = 3986$ m

$GM_f = 3,986 - 3,738 = 0,248$ m

d) $\theta = 30^\circ \rightarrow GZ_i = ?; GZ_f = ?$

para $\theta > 10^\circ$:
 $GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$
 $KG_i = 3,54$ m; $D_i = 350$ Tm $\rightarrow KN_{30^\circ} = 1,97$ m

$GZ_i = 1,97 - 3,54 \text{ Sen } 30^\circ = 0,2$ m

$KG_f = 3,738$ m; $D_f = 329,8$ Tm $\rightarrow KN_{30^\circ} = 1,976$ m

$GZ_f = 1,976 - 3,738 \text{ Sen } 30^\circ = 0,107$ m

e) Criterio IMO $GZ_{30^\circ} \geq 0,2$ m

$GZ_i = 0,2$ m \rightarrow **CUMPLE CRITERIO**
 $GZ_f = 0,107$ m $< 0,2$ m \rightarrow **NO CUMPLE CRITERIO**

19. El yate Calafat se encuentra en las siguientes condiciones:

Desplazamiento = 341 Tm, Altura metacéntrica transversal inicial $GM = 0,264$ m. Calados de proa y popa iguales.

Debido a este valor de GM se decide colocar un lastre en el fondo, de las características siguientes: peso del lastre = 9 Tm, altura al centro de gravedad del lastre sobre la línea de base 0,3m.

- Altura del centro de gravedad (KG_i) antes de colocar el lastre.
- Altura del centro de gravedad (KG_f) antes de colocar el lastre.
- Altura del centro transversal inicial (GM_f) después de colocar lastre.
- Brazo de adrizamiento estático a 30° (GZ_{30°) después de colocar el lastre.
- Ángulo aproximado con el que se anula el brazo de estabilidad (GZ)

$$D_i = 341 \text{ Tm}; GM_i = 0,264 \text{ m}; p = 9 \text{ Tm}; kg = 0,3\text{m};$$

a) $KG = ?$

$$D_i = 341 \text{ Tm} \rightarrow KC = 1,643\text{m}; RMt = 2,321\text{m}$$

$$KG = KM - GM$$

$$KM = KC + RMt = 1,643 + 2,321 = 3,964 \text{ m}$$

$$\boxed{KG_i = 3,964 - 0,264 = 3,7 \text{ m}}$$

b) $KG' = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 341 \text{ Tm}$	3,7 m	$D_i \cdot KG = 1261,7$
	$p = 9 \text{ Tm}$	0,3 m	$p \cdot kg = 2,7$
Final	$D_f = 350 \text{ Tm}$		$\sum Mv = 1264,4$

$$KG_f = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow \boxed{KG_f = \frac{1264,4}{350} = 3,612 \text{ m}}$$

c) $GM_f = ?$

$$D_f = 350 \text{ Tm} \rightarrow KC = 1,667\text{m}; RMt = 2,28\text{m}$$

$$KG_f = KM_f - GM_f \rightarrow GM_f = KM_f - KG_f$$

$$KM_f = KC + RMt = 1,667 + 2,28 = 3,947 \text{ m}$$

$$\boxed{GM_f = 3,947 - 3,612 = 0,335 \text{ m}}$$

d) $\theta = 30^\circ \rightarrow GZ_i = ?; GZ_f = ?$

para $\theta > 10^\circ$:

$$GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$$

$$KG_f = 3,612 \text{ m}; D_f = 350 \text{ Tm} \rightarrow KN_{30^\circ} = 1,97 \text{ m}$$

$$\boxed{GZ_f = 1,97 - 3,612 \text{ Sen } 30^\circ = 0,164 \text{ m}}$$

e) $GZ = 0 \rightarrow \theta = ?$

$$\text{Para } \theta = 40^\circ: GZ_{40^\circ} = KN_{40^\circ} - KG \text{ Sen } 40^\circ = 2,388 - 3,612 \text{ Sen } 40^\circ = 0,066 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 50^\circ: GZ_{50^\circ} = KN_{50^\circ} - KG \text{ Sen } 50^\circ = 2,651 - 3,612 \text{ Sen } 50^\circ = -0,1159 \text{ m}$$

Entre 40° y 50° GZ toma valor 0

20. Disponéis de las tablas hidrostáticas del yate Calafat y deseáis realizar una prueba de estabilidad con el objetivo de conocer el KG en rosca real del yate. Antes de cargarle el peso escorante, el yate se encuentra en flotación con calado medio 2,55m y asentamiento nulo.

Conocemos la incidencia de un peso escorante de 4,5 toneladas que se deja en crujía, a una altura sobre la base de 5m. El peso podrá trasladarse transversalmente una distancia de 4 m, y se dispone (del peso) de forma que el barco tenga un asentamiento nulo.

- a. Hallar el brazo de adrizamiento (GZ) del yate en la condición de la experiencia.
- b. Hallar la altura metacéntrica inicial (GM) del yate en la condición de la experiencia (tener en cuenta, mediante el uso de un péndulo, se obtuvo una escora de 2°).
- c. Hallar la altura del centro de gravedad (KG) sobre la base del yate en la condición de la experiencia.

El yate, en la condición de la experiencia, tenía a bordo, además del peso escorante, 4 personas (0,3 Tm) situadas a 4 m sobre la base, y los depósitos estaban vacíos.

- d. Determinar el desplazamiento en rosca y la altura del centro de gravedad (KG) sobre la base del yate en la condición de rosca.

El yate embarca un peso de forma que su nuevo desplazamiento es de 350 Tm y su altura del centro de gravedad (KG) = 2,5m sobre la base. Con las curvas de KN dadas del yate:

- e. Determinar el brazo de adrizamiento (GZ) de yate a 30° de escora.

$C_m = 2,55\text{m}$; $p_1 = 4,5 \text{ Tm}$ (en crujía); $kg_1 = 5\text{m}$; $dl = 4\text{m}$; $\theta = 2^\circ$;

a) $GZ = ?$

Por tablas: $C_m = 2,55\text{m} \rightarrow D_i = 341 \text{ Tm}$;
 $D_f = D_i + p = 341 + 4,5 = 345,5 \text{ Tm}$
 $M_e = D_f \cdot GZ = p \cdot d \rightarrow GZ = \frac{p \cdot d}{D_f}$

$GZ = \frac{4,5 \cdot 4}{345,5} = 0,052\text{m}$

b) $GM = ?$

Para $\theta < 5^\circ$: $GZ = GM \cdot \tan \theta \rightarrow GM = \frac{GZ}{\tan \theta}$

$GM = \frac{0,052}{\tan 2} = 1,49 \text{ m}$

c) $KG = ?$

Por tablas: $D_f = 345,5 \text{ Tm} \rightarrow KC = 1,655\text{m}$; $RM_t = 2,3\text{m}$;
 $KG = KM - GM$
 $KM = KC - RM_t = 1,655 + 2,3 = 3,955 \text{ m}$

$KG = 3,955 - 1,49 = 2,46 \text{ m}$

d) $p_2 = 0,3 \text{ Tm}$; $kg_2 = 4\text{m}$; $KG = ?$ $D = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 345,5 \text{ Tm}$	2,46 m	$D_i \cdot KG = 849,93$
	$p_1 = - 4,5 \text{ Tm}$	5 m	$p_1 \cdot kg_1 = - 22,5$
	$p_2 = - 0,3 \text{ Tm}$	4 m	$p_2 \cdot kg_2 = - 1,2$
Final	$D_f = 340,7 \text{ Tm}$		$\sum Mv = 826,23$

$KG_f = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow \mathbf{KG_f = \frac{826,23}{340,7} = 2,425 \text{ m}}$

e) $D = 350 \text{ Tm}$; $KG = 2,5 \text{ m}$; $\theta = 30^\circ$; $GZ = ?$

Para $\theta > 10^\circ$: $GZ = KN - KG \cdot \text{Sen } \theta$

Por tablas: $D = 350 \text{ Tm}$; $\theta = 30^\circ \rightarrow KN = 1,97 \text{ m}$

$GZ = 1,97 - 2,5 \cdot \text{Sen } 30^\circ = 0,72 \text{ m}$

21. El yate Calafat, con calados iguales en proa y en popa de 2,64 m, ha entrado en el varado. Las condiciones de varado son: inclinación de la quilla 2% y desplazamiento máximo de 350 Tm. Dispone de un tanque de lastre con un cetro de volumen situado a 17,38 m de la perpendicular de popa y de dos tanques de combustible separados longitudinalmente 23m. La eslora entre perpendiculares es de 37 m y las marcas de calado coinciden con las perpendiculares de proa y popa.
- Peso del agua que se deberá deslastrar.
 - Litros de combustible que deberá trasladar de proa a popa.
 - Calados finales en proa y popa.

$C_{pp1} = C_{pr1} = 2,64\text{m}$; inclinación 2° ; $D = 350 \text{ Tm}$; $d11 = 17,38\text{m}$; $d12 = 23\text{m}$; $E_{pp} = 37 \text{ m}$.

a) $p = ?$

Una inclinación del 2% implica: $A_f = E_{pp} \cdot 2\% = 37 \cdot 0,02 = 0,74\text{m}$.

Por tablas: $D = 350 \text{ Tm} \rightarrow \text{MON1} = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m}/\text{cm}$

$$A \text{ MOM1} = p d \rightarrow p = \frac{A \cdot \text{MON1}}{d}$$

$$p = = \frac{75 \cdot 5,567}{17,38} = \mathbf{0,052\text{m}}$$

22. El yate Calafat, con calado de 2,46 m y asentamiento nulo, tiene un brazo de adrizamiento a 30 °, GZ_{30° , de 0,2m.
- Hallar el valor de la altura metacéntrica inicial, GM, en estas condiciones.
 - Hallar, aproximadamente, el ángulo que anula el bazo de adrizamiento GZ.

Para mejorar la estabilidad se lastra con 20 Tm de agua en un depósito, el centro de gravedad del líquido está a 1,8 m sobre la línea base y en la vertical del centro de flotación.

- Hallar el nuevo valor de la altura metacéntrica GM'.

EL agua del depósito presenta una superficie libre rectangular de longitud (sentido eslora) de 4m y amplitud (sentido manga) de 3m.

- Hallar la corrección del valor de GM' que provoca la superficie libre.

$$Cm = 2,46m; GZ_{30^\circ} = 0,2 m;$$

- a) $GM = ?$

Por tablas: $Cm = 2,46m \rightarrow Di = 321 Tm; KN_{30^\circ} = 1,978 m$

$$GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta \rightarrow KG = \frac{KN - GZ}{\text{Sen } \theta}$$

$$KG = \frac{1,978 - 0,2}{\text{Sen } 30} = 3,556 m$$

$$KM = KC + RMt = 1,59 + 2,416 = 4,006;$$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$\boxed{GM = 4,006 - 3,556 = 0,45 m}$$

- b) $GZ = 0 \rightarrow \theta = ?$

Para $\theta = 40^\circ$: $GZ_{40^\circ} = KN_{40^\circ} - KG \text{ Sen } 40^\circ = 2,419 - 3,556 \text{ Sen } 40^\circ = 0,133 m$

Para $\theta = 50^\circ$: $GZ_{50^\circ} = KN_{50^\circ} - KG \text{ Sen } 50^\circ = 2,690 - 3,556 \text{ Sen } 50^\circ = -0,034 m$

Entre 40° y 50° GZ toma valor 0, mas cerca de 50° que de 40°

Interpolando: $10^\circ \rightarrow 0,133 - (-0,034)$

$$X^\circ \rightarrow 0,133 - 0$$

$$X = \frac{10 \cdot 0,133}{0,167} = 7,96 \approx 8^\circ$$

$$\boxed{\theta = 40^\circ + 8^\circ = 48^\circ}$$

- c) $p = 20 Tm; kg = 1,8m \rightarrow GM = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 321 Tm$	3,556 m	$D_i \cdot KG = 1141,47$
	$p = 20 Tm$	1,8 m	$p \cdot kg = 36$
Final	$D_f = 341 Tm$		$\sum Mv = 1177,47$

$$KG_f = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow KG_f = \frac{1177,47}{341} = 3,453 m$$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$KM_{341} = KC + RMt = 1,643 + 2,321 = 3,964 m$$

$$\boxed{GM = 3,964 - 3,45m = 0,511 m}$$

- d) $e = 4 m; m = 3m \rightarrow csl = ?$

$$i = \frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 3^3 = 9 m^4$$

$$csl = \frac{i \cdot \delta}{D} \quad \delta_{\text{agua salada}} = 1,025 Tm/m^3$$

$$\boxed{csl = \frac{9 \cdot 1,025}{341} = 0,027 m}$$

23. En el yate Calafat se ha realizado una experiencia de estabilidad con los siguientes resultados:
 Calado medio 2,55 m. Calados de proa y popa, iguales.
 Peso movido en la experiencia, 2 Tm.
 Distancia recorrida por el peso de crujía, 4,1 m.
 Ángulo de inclinación del péndulo producido por el movimiento del peso, 2°

La embarcación estaba prácticamente vacía a excepción de:

- Peso movido de 2 Tm con centro de gravedad a 4,2 m sobre la base.
- Dos personas (150 Kg) con centro de gravedad a 4,6 m sobre la base.
- Deposito medio lleno de agua salada de lastre con un contenido de 17,85 Tm, con el centro de gravedad a 1m sobre la base y una superficie libre cuadrada de 4x4m.

Calcular:

- a. Desplazamiento en rosca de la embarcación.
- b. Altura del centro de gravedad (KG) sobre la base de la embarcación en rosca.
- c. Altura metacéntrica inicial (GM) a la embarcación en rosca.
- d. Brazo de adrizamiento (GZ) a 30° de la embarcación en rosca.
- e. Valor aproximado del ángulo en el que se anula el brazo de adrizamiento.

$C_m = 2,55\text{m}; p_1 = 2\text{ Tm}; d_1 = 4,1\text{m}; \theta = 2^\circ;$
 EXPERIENCIA: $kg_1 = 4,2\text{m}; p_2 = 150\text{ Kg} = 0,150\text{ Tm}; kg_2 = 4,6\text{m}; p_3 = 17,85\text{ Tm}; kg_3 = 1\text{m}$

a) $D_f = ?$

El desplazamiento en rosca (en vacío) será igual a la resta de peso lleno menos los pesos añadidos

$$C_m = 2,55\text{m} \rightarrow D_i = 341\text{ Tm}$$

$$D_f = D_i - p_1 - p_2 - p_3;$$

$$\boxed{D_f = 341 - 2 - 0,150 - 17,85 = 321\text{ Tm}}$$

b) $KG_{321} = ?$

Primero calcularemos GZ con la formula del momento escorante, y con el GZ podremos hallar el GM corregido (GMc)

$$M_e = D GZ = p dt \rightarrow GZ = \frac{p \cdot dt}{D} = \frac{2 \cdot 4,1}{341} = 0,024\text{ m}$$

$$\theta = 2^\circ < 5^\circ \rightarrow GZ = GMc \text{Tg } \theta \rightarrow GMc = \frac{GZ}{\text{Tg } \theta} = \frac{0,024}{\text{Tg } 2} = 0,688\text{ m}$$

Ahora descorregimos el GMc para calcular el KG en rosca:

$$GMc = GM - cls \rightarrow GM = GMc + cls$$

$$i = \frac{1}{12} em^3 = \frac{1}{12} 4 \cdot 4^3 = 21,333\text{ m}^3$$

$$cls = \frac{i \cdot \delta}{D} = \frac{21,333 \cdot 1,025}{341} = 0,0641\text{ m}$$

$$GM = 0,688 + 0,064 = 0,752\text{ m}$$

$$KG = KM - GM$$

$$KM_{341} = KC + RMt = 1,643 + 2,321 = 3,964\text{m}$$

$$KG_{341} = 3,964 - 0,752 = 3,212\text{ m}$$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 341,00\text{ Tm}$	3,212 m	$D_i \cdot KG = 1095,29$
	$P_1 = - 2,00\text{ Tm}$	4,2 m	$P_1 \cdot kg_1 = - 8,40$
	$P_2 = - 0,15\text{ Tm}$	4,6 m	$P_2 \cdot kg_2 = - 0,69$
	$P_3 = - 17,85\text{ Tm}$	1 m	$P_3 \cdot kg_3 = - 17,85$
Final	$D_f = 321,00\text{ Tm}$		$\sum Mv = 1068,35$

$$\boxed{KG_{321} = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow KG_f = \frac{1068,35}{321} = 3,328\text{ m}}$$

c) $GM_{321} = ?$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$KM_{321} = KC + RMt = 1,59 + 2,416 = 4,006\text{m}$$

$$\boxed{GM_{321} = 4,006 - 3,328 = 0,678\text{ m}}$$

d) $GZ_{30^\circ} = ?$

$$GZ_{30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG \text{ Sen } \theta$$

$$D = 321 \text{Tm} \rightarrow KN_{30^\circ} = 1,978 \text{m}$$

$$\boxed{GZ_{30^\circ} = 1,978 - 3,328 \text{ Sen } 30^\circ = 0,314 \text{ m}}$$

e) $GZ = 0 \rightarrow \theta = ?$

$$\text{Para } \theta = 40^\circ: GZ_{40^\circ} = KN_{40^\circ} - KG \text{ Sen } 40^\circ = 2,419 - 3,328 \text{ Sen } 40^\circ = 0,279 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 50^\circ: GZ_{50^\circ} = KN_{50^\circ} - KG \text{ Sen } 50^\circ = 2,690 - 3,328 \text{ Sen } 50^\circ = 0,140 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 60^\circ: GZ_{60^\circ} = KN_{60^\circ} - KG \text{ Sen } 60^\circ = 2,835 - 3,328 \text{ Sen } 60^\circ = -0,047 \text{ m}$$

Entre 50° y 60° GZ toma valor 0, mas cerca de 60° que de 50°

$$\text{Interpolando: } 10^\circ \rightarrow 0,140 - (-0,047)$$

$$X^\circ \rightarrow 0,140 - 0$$

$$X = \frac{10 \cdot 0,149}{0,187} = 7,96 \approx 8^\circ$$

$$\boxed{\theta = 50^\circ + 8^\circ = 58^\circ}$$

24. El yate Calafat está situado en un puerto de la Bretaña. El fondo del puerto es totalmente plano y el yate está en calados iguales (quilla horizontal) de 2,77 m.

En el transcurso de la bajada de la marea la embarcación toca fondo, de forma que la resultante de los esfuerzos de soporte se sitúa en la quilla y en la vertical del centro de gravedad del yate.

Cuando el calado real del yate es de 2,41m, el yate pierde la estabilidad y se escora.

- a. Calcular la altura, KG, del centro de gravedad del yate sobre la base antes de tocar fondo.
- b. Hallar el valor de la altura metacéntrica, GM, antes de tocar fondo.
- c. Calcular el brazo de adrizamiento, GZ, a 30° antes de tocar fondo.
- d. Comentarios sobre el cumplimiento de los criterios de estabilidad antes de escorarse.

$Cm_i = 2,77m$; $Cm_f = 2,41m \rightarrow GM_f = 0$;
Según tablas $D_i = 389,8 Tm$; $D_f = 310Tm$

a) $KG_i = ?$

Aplicamos la fórmula para varada:

$$KG_f \cdot D_f = KG_i \cdot D_i \rightarrow KG_i = \frac{KG_f \cdot D_f}{D_i}$$

Hallamos KG_f :

$$KG_f = KM_{310} - GM = KM - 0 = KM$$

$$KM_{310} = KC_{310} + Rmt_{310} = 1,56 + 2,471 = 4,031m \rightarrow KG_f = 4,031m$$

$$\boxed{KG_i = \frac{310 \cdot 4,031}{389,8} = 3,206 m}$$

b) $GM_i = ?$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$KM_{389,8} = KC_{389,8} + Rmt_{389,8} = 1,771 + 2,105 = 3,876 m$$

$$\boxed{GM_i = 3,876 - 3,206 = 0,67m}$$

c) $GZ_{i-30^\circ} = ?$

$$GZ = KN - KG \text{ Sen}\theta$$

$$\boxed{GZ_{i-30^\circ} = 1,942 - 3,205 \text{ Sen}30^\circ = 0,3395 m}$$

d) IMO

$$GZ = 0,3395 > 0,2 \rightarrow \text{CUMPLE LOS CRITERIOS}$$

25. Se efectúa la maniobra de varar el yate Calafat, en una plataforma elevadora horizontal (syncrolift) sin colocar los soportes laterales, es decir, soportar exclusivamente por la quilla que tiene una base muy estrecha.

El yate, en la entrada a la plataforma, tiene calados iguales en proa y popa (quilla horizontal) de 2,77m. Durante la maniobra de ascensión del yate, cuando el calado llega a 2,41m el yate pierde estabilidad y escora.

- a. Encontrar el peso soportado por la plataforma elevadora en el momento de iniciarse la escora.
- b. Calcular el valor de la altura metacéntrica GM en la entrada en la plataforma elevadora.
- c. Calcular el valor del brazo de adrizamiento GZ a 30° en la entrada de la plataforma elevadora.

$Cm_i = 2,77m$; $Cm_f = 2,41m \rightarrow GM_f = 0$;
Según tablas $D_i = 389,8 Tm$; $D_f = 310Tm$

a) $p = ?$

$$p = 389,8 - 310 = \mathbf{79,8 Tm}$$

b) $GM_i = ?$

Aplicamos la fórmula para varada:

$$KG_f \cdot D_f = KG_i \cdot D_i \rightarrow KG_i = \frac{KG_f \cdot D_f}{D_i}$$

$$KG_f = KM_{310} - GM = KM - 0 = KM$$

$$KM_{310} = KC_{310} + Rmt_{310} = 1,56 + 2,471 = 4,031m \rightarrow KG_f = 4,031m$$

$$KG_i = \frac{310 \cdot 4,031}{389,8} = 3,026 m$$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$KM_{389,8} = KC_{389,8} + Rmt_{389,8} = 1,771 + 2,105 = 3,876 m$$

$$GM_f = 3,876 - 3,206 = \mathbf{0,67m}$$

c) $GZ_{i-30^\circ} = ?$

$$GZ = KN - KG \text{ Sen}\theta$$

$$GZ_{i-30^\circ} = 1,942 - 3,205 \text{ Sen}30^\circ = \mathbf{0,3395 m}$$

26. El capitán del yate Calafat se da cuenta que la embarcación tiene una estabilidad muy precaria, hace una comprobación del periodo de balanceo y obtiene un periodo de 11 segundos. Para mejorar la estabilidad se resitúan los pesos interiores de manera que, una vez acabada esta operación y efectuado un estudio de estabilidad, se obtiene un periodo de balanceo de 6 segundos y una altura metacéntrica $GM = 0,45$ m. El calado medio de la embarcación es de 2,59m. Las actuaciones hechas para mejorar la estabilidad no han cambiado el desplazamiento de la embarcación, únicamente los pesos.

Calcular:

- a. Valor de la altura metacéntrica antes de las actuaciones.
- b. Valores de los brazos de adrizamiento GZ a 10° , 20° , 30° , 40° de escora, antes y después de las actuaciones.
- c. Verificar el cumplimiento de los criterios de estabilidad estática reglamentarios (OMI) a 30° de escora y del GM inicial.

$$Cm = 2,59m; T_1 = 11 \text{ s}; T_2 = 6 \text{ s}; GM_2 = 0,45m;$$

a) $GM_1 = ?$

Aplicamos la fórmula del periodo de balanceo:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{GM_2}{GM_1} \rightarrow GM_1 = GM_2 \frac{T_2^2}{T_1^2}$$

$$GM_1 = 0,45 \frac{6^2}{11^2} = 0,1338 \text{ m}$$

b) $GZ = ?$

$$Cm = 2,59m \rightarrow D = 350 \text{ Tm}; KC = 1,667 \text{ m}; RMt = 2,28 \text{ m};$$

Como no varía el desplazamiento el KM será el mismo antes y después de las actuaciones:

$$KM = KC + RMt = 1,667 + 2,28 = 3,947 \text{ m}$$

$$KG_1 = KM - GM_1 = 3,947 - 0,134 = 3,813 \text{ m}$$

$$KG_2 = KM - GM_2 = 3,947 - 0,450 = 3,497 \text{ m}$$

Antes de las actuaciones:

$$\text{Para } \theta = 10^\circ: GZ_{1-10^\circ} = KN_{10^\circ} - KG_1 \text{ Sen } 10^\circ = 0,686 - 3,813 \text{ Sen } 10^\circ = 0,023 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 20^\circ: GZ_{1-20^\circ} = KN_{20^\circ} - KG_1 \text{ Sen } 20^\circ = 1,358 - 3,813 \text{ Sen } 20^\circ = 0,053 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 30^\circ: GZ_{1-30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG_1 \text{ Sen } 30^\circ = 1,970 - 3,813 \text{ Sen } 30^\circ = 0,063 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 40^\circ: GZ_{1-40^\circ} = KN_{40^\circ} - KG_1 \text{ Sen } 40^\circ = 2,388 - 3,813 \text{ Sen } 40^\circ = -0,063 \text{ m}$$

Después de las actuaciones:

$$\text{Para } \theta = 10^\circ: GZ_{2-10^\circ} = KN_{10^\circ} - KG_2 \text{ Sen } 10^\circ = 0,686 - 3,497 \text{ Sen } 10^\circ = 0,079 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 20^\circ: GZ_{2-20^\circ} = KN_{20^\circ} - KG_2 \text{ Sen } 20^\circ = 1,358 - 3,497 \text{ Sen } 20^\circ = 0,162 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 30^\circ: GZ_{2-30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG_2 \text{ Sen } 30^\circ = 1,970 - 3,497 \text{ Sen } 30^\circ = 0,221 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta = 40^\circ: GZ_{2-40^\circ} = KN_{40^\circ} - KG_2 \text{ Sen } 40^\circ = 2,388 - 3,497 \text{ Sen } 40^\circ = 0,140 \text{ m}$$

c) OMI para GZ a $30^\circ = ?$

Para cumplir OMI a 30° el GZ a de ser mayor o igual a 0,2 m

$$GZ_{1-30^\circ} = 0,063 \text{ m} < 0,2 \text{ m} \rightarrow \text{NO CUMPLE OMI}$$

$$GZ_{2-30^\circ} = 0,221 \text{ m} > 0,2 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE OMI}$$

27. El yate Calafat, con un desplazamiento de 350n Tm y asentamiento nulo, tiene una altura metacéntrica transversal (GM_1) = 0,35 m y un periodo de balance de 15 segundos.

Calcular:

- Altura del centro de gravedad sobre la base (KG).
- Brazo de adrizamiento (GZ_1) a 30° .

Se varía la distribución de los pesos sin cambiar el desplazamiento ni el asentamiento; en esta situación, el periodo de balanceo pasa a ser de 10 segundos.

Calcular en esta nueva situación:

- Altura del centro de gravedad sobre la base (KG_2).
- Brazo de adrizamiento (GZ_2) a 30° .
- Comprobar que cumple los criterios de la OMI en las dos situaciones.

$$D = 350Tm; GM_1 = 0,35m; T_1 = 15 s;$$

a) $KG_1 = ?$

$$D = 350Tm \rightarrow KC = 1,667 m; RMt = 2,28 m;$$

$$KM = KC + RMt = 1,667 + 2,28 = 3,947 m$$

$$KG = KM - GM$$

$$\boxed{KG_1 = 3,947 - 0,35 = 3,597 m}$$

b) $T_2 = 10 s \rightarrow KG_2 = ?$

Aplicamos la fórmula del periodo de balance para hallar GM_2 :

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{GM_2}{GM_1} \rightarrow GM_2 = GM_1 \frac{T_1^2}{T_2^2} = 0,35 \frac{15^2}{10^2} = 0,7875 m$$

$$KG = KM - GM$$

$$\boxed{KG_2 = 3,947 - 0,7875 = 3,1595 m}$$

Para $D=350TM$ y $\theta = 30^\circ$: $KN_{30^\circ} = 0,1970 m$

d) OMI para GZ a $30^\circ = ?$

Para $D=350TM$ y $\theta = 30^\circ$: $KN_{30^\circ} = 0,1970 m$

Antes de las actuaciones:

Para $\theta = 30^\circ$: $GZ_{1-30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG_1 \text{ Sen } 30^\circ = 1,970 - 3,597 \text{ Sen } 30^\circ = 0,1715m$

Después de las actuaciones:

Para $\theta = 30^\circ$: $GZ_{2-30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG_2 \text{ Sen } 30^\circ = 1,970 - 3,1595 \text{ Sen } 30^\circ = 0,39025m$

Para cumplir OMI a 30° el GZ a de ser mayor o igual a $0,2 m$

$GZ_{1-30^\circ} = 0,1715m < 0,2 m \rightarrow$ **NO CUMPLE OMI**

$GZ_{2-30^\circ} = 0,3902m > 0,2 m \rightarrow$ **CUMPLE OMI**

EXAMEN

Problema 1

El yate Calafat con un desplazamiento de 350 Tm y asentamiento nulo, tiene una altura metacéntrica transversal $GM_t = 0,35m$. Calcular:

- a. Altura del centro de gravedad sobre la base KG_1 .
- b. Brazo de adrizamiento, GZ_1 a 30° .

Se añade un peso de 10 Tm como lastre a una distancia vertical de 0,5m de la línea base, tal que no varía el asentamiento del yate. Calcular para esta nueva situación:

- c. Altura del centro de gravedad sobre la base KG_2 .
- d. Brazo de adrizamiento GZ_2 a 30° .
- e. Sabiendo que con un momento escorante, debido al viento, de 2,5 Tm·m, el yate en la nueva situación escora 1° , determinar la altura metacéntrica transversal GM_2 , del yate lastrado.
- f. Comprobar el cumplimiento de los criterios IMO, en las dos situaciones.

$$D = 350Tm; GM = 0,35m \rightarrow KG_1 = ?$$

a) $KG_1 = ?$

$$D = 350Tm \rightarrow KC = 1,667 m; RM_t = 2,28 m;$$

$$KM = KC + RM_t = 1,667 + 2,28 = 3,947 m$$

$$KG = KM - GM$$

$$\boxed{KG_1 = 3,947 - 0,35 = 3,597 m}$$

b) $GZ_{30^\circ} = ?$

$$GZ_{30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG_1 \text{ Sen } 30^\circ$$

Para $D=350TM$ y $\theta = 30^\circ$: $KN_{30^\circ} = 0,1970 m$

$$\boxed{GZ_{30^\circ} = 1,970 - 3,597 \text{ Sen } 30^\circ = 0,1715m}$$

c) $p = 10Tm; kg = 0,5m \rightarrow KG_2 = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 350,00 Tm$	3,597 m	$D_i \cdot KG = 1258,95$
	$P = 10,00 Tm$	0,5 m	$P \cdot kg = 5$
Final	$D_f = 360,00 Tm$		$\sum Mv = 1263,95$

$$\boxed{KG_2 = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow KG_2 = \frac{1263,95}{360} = 3,510 m}$$

d) $GZ_{30^\circ} = ?$

$$GZ_{30^\circ} = KN_{30^\circ} - KG_2 \text{ Sen } 30^\circ$$

Para $D=360TM$ y $\theta = 30^\circ$: $KN_{30^\circ} = 0,1964 m$

$$\boxed{GZ_{30^\circ} = 1,964 - 3,510 \text{ Sen } 30^\circ = 0,209m}$$

e) $Me = 2,5 Tm \cdot m; \theta = 1^\circ \rightarrow GM_2 = ?$

$$Me = D \cdot GZ \rightarrow GZ = \frac{Me}{D} = \frac{2,5}{360} = 0,00694m$$

Para $\theta < 5^\circ \rightarrow GZ = GM \text{ Tg } \theta \rightarrow GM = \frac{GZ}{\text{Tg } \theta}$

$$\boxed{GM = \frac{0,00694}{\text{Tg } 1} = 0,3978 m}$$

e) OMI para GZ a $30^\circ = ?$

Para cumplir OMI a 30° el GZ a de ser mayor o igual a $0,2 m$

$$GZ_{1-30^\circ} = 0,1715m < 0,2 m \rightarrow \text{NO CUMPLE OMI}$$

$$GZ_{2-30^\circ} = 0,2090m > 0,2 m \rightarrow \text{CUMPLE OMI}$$

Problema 2

El capitán del yate Calafat quiere navegar con un asentamiento de 0,2m. La embarcación desplaza 350Tm y se halla inicialmente con calados de proa y popa iguales. La eslora entre perpendiculares es de 36,5m. Se dispone a bordo de un peso de 10 Tm que se ha de trasladar para obtener el asentamiento de 0,2m.

- a. Hallar la distancia “d” que se ha de trasladar el peso de 10 Tm para obtener el asentamiento de 0,2m.
- b. Hallar el calado de proa.
- c. Hallar el calado de popa.

$$D = 350\text{Tm}; A_f = 0,2\text{m}; E_{pp} = 36,5\text{m}; p_1 = 10\text{Tm};$$

a) $dl = ?$

$$A \text{ MOM} = p \, dl$$

Hallamos por tablas: $D = 350 \text{ Tm} \rightarrow \text{MOMI} = 5,567 \text{ Tm}\cdot\text{m}/\text{cm}; C_m = 2,59 \text{ m}; XLA = 17,369 \text{ m}$

$$dl = \frac{A \cdot \text{MOMI}}{p} = \frac{20 \cdot 5,567}{10} = \mathbf{11,134 \text{ m}}$$

b) $C_{pp} = ?$

$$C_{pp} = C_m + A_{pp}$$

$$A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA = \frac{0,2}{36,5} 17,369 = 0,0951 \text{ m}$$

$$C_{pp} = 2,59 + 0,0951 = \mathbf{2,685 \text{ m}}$$

c) $C_{pr} = ?$

$$A = C_{pp} - C_{pr}$$

$$C_{pr} = C_{pp} - A = 2,685 - 0,2 = \mathbf{2,485 \text{ m}}$$

EXAMEN julio 2007

Problema 1

Se dispone de las tablas hidrostáticas del yate Calafat, para el cual se desea realizar una prueba de estabilidad con el objeto de conocer el KG en rosca real del yate. Antes de cargar el peso escorante, el yate se encuentra flotando con calado medio 2,55 m y asiento nulo.

Se conoce la incidencia de un peso escorante de 4,5 toneladas, que se deja en crujía a una altura sobre la base de 5 m.

El peso podrá trasladarse transversalmente una distancia de 4 m, y se dispone (el peso) de modo que el buque tenga asiento nulo:

- Hallar el brazo adrizante (GZ) del yate en la condición de la experiencia. 1P
- Hallar la altura metacéntrica inicial (GM) del yate en la condición de la experiencia, sabiendo que mediante el uso de un péndulo se obtuvo una escora de 2°. 1P
- Hallar la altura del centro de gravedad (KG) sobre la base del yate en la condición de la experiencia. 1P
- Sabiendo que el yate, en la condición de la experiencia, tenía a bordo, además del peso escorante, 4 personas (0,3 toneladas) situadas a 4 m sobre la base, y que los tanques se encontraban vacíos, determinar el desplazamiento en rosca y la altura del centro de gravedad (KG) sobre la base del yate, en la condición de rosca. 2P

El yate embarca un peso de modo que su nuevo desplazamiento es de 350 toneladas y la altura de su centro de gravedad (KG) = 2.5 m sobre la base. Utilizando las curvas (KN) dadas del yate:

- Determinar el brazo adrizante (GZ) del yate a 30° de escora. 1P

$C_m = 2,55\text{m}$; $p = 4,5\text{ Tm}$; $kg = 5\text{m}$; $dl = 4\text{m}$

a) $GZ = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 341,0\text{ Tm}$??	??
	$P = 4,5\text{ Tm}$	5 m	$P \cdot kg = 22,5$
Final	$D_f = 345,5\text{ Tm}$		$\sum Mv = ??$

$$M_e = D_f \cdot GZ = p \cdot dt \rightarrow GZ = \frac{p \cdot dt}{D_f}$$

$$\boxed{GZ = \frac{4,5 \cdot 4}{345,5} = 0,052\text{ m}}$$

b) $\theta = 2^\circ$; $GM = ?$

$$\text{Para } \theta < 5 \rightarrow GZ = GM \cdot \text{Tg } \theta \rightarrow GM = \frac{GZ}{\text{Tg } \theta}$$

$$\boxed{GM = \frac{0,052}{\text{Tg } 2^\circ} = 1,491\text{ m}}$$

c) $KG = ?$

$$D = 344,5\text{Tm} \rightarrow KC = 1,655\text{ m}; RMt = 2,3\text{ m};$$

$$KM = KC + RMt = 1,655 + 2,3 = 3,955\text{ m}$$

$$KG = KM - GM$$

$$\boxed{KG_1 = 3,955 - 1,491 = 2,464\text{ m}}$$

d) $P_2 = 0,3\text{ Tm}$; $kg_2 = 4\text{m}$ → $D = ?$; $KG = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 345,5\text{ Tm}$??	??
	$P_1 = -4,5\text{ Tm}$	5 m	$P \cdot kg = 22,5$
	$P_2 = -0,3\text{Tm}$		
Final	$D_f = 345,5\text{ Tm}$		$\sum Mv = ??$

$$KG_f = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow \boxed{KG_f = \frac{826,23}{340,7} = 2,425\text{ m}}$$

f) $D = 350\text{ Tm}$; $KG = 2,5\text{ m}$; $\theta = 30^\circ$; $GZ = ?$

$$\text{Para } \theta > 10^\circ: GZ = KN - KG \cdot \text{Sen } \theta$$

$$\text{Por tablas: } D = 350\text{ Tm}; \theta = 30^\circ \rightarrow KN = 1,97\text{ m}$$

$$\boxed{GZ = 1,97 - 2,5 \cdot \text{Sen } 30^\circ = 0,72\text{ m}}$$

Problema 2

El capitán del yate Calafat quiere navegar con un asiento de 0,2 m con el desplazamiento anterior de 350 toneladas y se encuentra inicialmente con calados iguales a proa y a popa.
 La eslora entre perpendiculares es de 36,5 m. Se dispone a bordo de un peso de 9,3 toneladas, situado inicialmente sobre la perpendicular del centro de flotación, que debe trasladarse para obtener el asiento de 0,2 m previsto:

- a) Encontrar la distancia “d” que se ha de trasladar el peso de 9,3 toneladas para obtener el asiento de 0,2 m. 2 P
- b) Encontrar el calado a proa. 1 P
- c) Encontrar el calado a popa. 1P

$$A_f = 0,2m; D = 350 Tm; E_{pp} = 36,5m; p = 9,3Tm;$$

a) $dl = ?$

$$D = 350,5Tm \rightarrow MON1 = 5,567 Tm \cdot m/cm;$$

$$A \text{ MON1} = p \text{ dl} \rightarrow dl = \frac{A \cdot \text{MON1}}{p}$$

$$\boxed{dl = \frac{20 \cdot 5,567}{9,3} = 11,972 \text{ m}}$$

b) $C_{pp} = ?$

$$D = 350,5Tm \rightarrow C_m = 2,59m; XLA = 17,369 Tm \cdot m/cm;$$

$$C_{pp} = C_m + A_{pp}$$

$$A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA = \frac{0,2}{36,5} 17,369 = 0,0951 \text{ m}$$

$$\boxed{C_{pp} = 2,59 + 0,0951 = 2,685 \text{ m}}$$

c) $C_{pr} = ?$

$$A = C_{pp} - C_{pr}$$

$$\boxed{C_{pr} = C_{pp} - A = 2,685 - 0,2 = 2,485 \text{ m}}$$

EXAMEN julio 2007

Problema 1

El yate Calafat con un calado de 2,59 m. y asiento nulo, tiene una altura del centro de gravedad de 3,3m. Está navegando a vela, se levanta un fuerte viento que le provoca una escora de 15°

- a) Encontrar el valor del momento escorante producido por el viento 2P
- b) Calcular la altura metacéntrica inicial GM. 1P
- c) Calcular el valor del brazo de adrizamiento GZ a 30°. 1P

Tiene una superficie vélica de 310m², el centro vélico está situado a 12m. sobre la línea base y el centro de deriva a 1,70m. sobre la línea base

- d) Calcular el valor de la presión del viento que actúa sobre el yate 2P

$$C_m = 2,59 \text{ m}; K_G = 3,3 \text{ m}; \theta = 15^\circ$$

- a) $M_e = ?$

$$C_m = 2,59 \text{ m} \rightarrow D = 350 \text{ Tm} \rightarrow KN_{15^\circ} = 1,025 \text{ m}$$

$$M_e = D \cdot GZ = p \cdot dt$$

$$\text{Para } \theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \cdot \text{Sen } \theta = 1,025 - 3,3 \cdot \text{Sen} 15^\circ = 0,17089 \text{ m}$$

$$\boxed{M_e = 350 \cdot 0,17089 = 59,814 \text{ m}}$$

- b) $GM = ?$

$$C_m = 2,59 \text{ m} \rightarrow D = 350 \text{ Tm} \rightarrow KC = 1,667 \text{ m}; R_{Mt} = 2,28 \text{ m}$$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$KM = KC + R_{Mt} = 1,667 + 2,28 = 3,947 \text{ m}$$

$$\boxed{GM = 3,947 - 3,3 = 0,647 \text{ m}}$$

- c) $GZ_{30^\circ} = ?$

$$D = 350 \text{ Tm} \rightarrow KN_{15^\circ} = 1,975 \text{ m}$$

$$\text{Para } \theta > 10^\circ \rightarrow GZ = KN - KG \cdot \text{Sen } \theta$$

$$\boxed{GZ = 1,97 - 3,3 \cdot \text{Sen} 30^\circ = 0,32 \text{ m}}$$

- d) $S_v = 310 \text{ m}^2$; $K_{C_{viento}} = 12 \text{ m}$; $K_{C_{deriva}} = 1,70 \text{ m} \rightarrow P_{viento} = ?$

$$\text{Para vientos} \rightarrow M_e = S_v \cdot P \cdot (K_{C_v} - K_{C_d}) \cdot \text{Cos}^2 \theta \rightarrow P = \frac{M_e}{S_v \cdot (K_{C_v} - K_{C_d}) \cdot \text{Cos}^2 \theta}$$

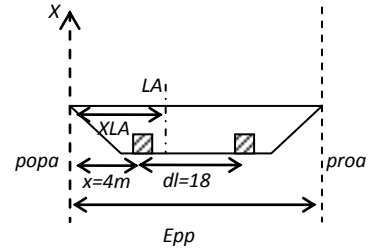
$$\boxed{P = \frac{59,814}{310 \cdot (12 - 1,7) \cdot \text{Cos}^2 15^\circ} = 0,02 \text{ Tm/m}^2 = 196 \text{ KN/m}^2}$$

Problema 2

El yate Calafat con un calado de 2,67 m. y un asiento nulo, quiere navegar con un calado a Popa de 3,10m. Para conseguirlo trasvasa agua de un depósito situado a 22m. de la perpendicular de Popa a otro situado a 4m. de la perpendicular de Popa.

La eslora entre perpendiculares y distancia entre marca de calados es de 37,5m.

- a) Encontrar el asiento después del trasvase. 2P
- b) Encontrar el peso de agua a trasvasar 1P
- c) Encontrar el calado a Proa 1P



Francisco Javier González Martín

$C_m = 2,67 \text{ m}; C_{pp} = 3,10\text{m}; E_{pp} = 37,5\text{m}$

- a) $A = ?$
 $C_m = 2,67 \text{ m} \rightarrow D = 368 \text{ Tm}; MON1 = 5,683\text{Tm}\cdot\text{m}/\text{cm}$
 $C_{pp} = C_m + A_{pp}$
 $A_{pp} = C_{pp} - C_m = 3,10 - 2,67 = 0,43\text{m}$
 $A_{pp} = \frac{A}{E_{pp}} XLA \rightarrow A = \frac{A_{pp} \cdot E_{pp}}{XLA}$

$$A = \frac{0,43 \cdot 37,5}{5,683} = 2,837 \text{ cm} = \mathbf{0,028 \text{ m}}$$

- b) $p = ?$
 $A \text{ MOM1} = p \text{ dl} \rightarrow p = \frac{A \cdot \text{MOM1}}{\text{dl}}$

$$p = \frac{2,83 \cdot 5,683}{18} = \mathbf{0,895 \text{ Tm}}$$

- c) $C_{pr} = ?$
 $A = C_{pp} - C_{pr} \rightarrow C_{pr} = C_{pp} - A$

$$C_{pp} = 3,10 - 0,028 = \mathbf{3,072 \text{ Tm}}$$

EXAMEN

Problema 1

El yate Calafat se encuentra en las siguientes condiciones:

- Desplazamiento 350 Tm
- Altura Metacéntrica inicial $GM_1 = 0,35\text{m}$
- Periodo de balanceo $T_1 = 8\text{ seg.}$

Desde la crugía se traslada un peso, lateralmente, una distancia de 3 metros de manera que el yate escora 5° . Se devuelve el peso a la crugía y se colocan 18 toneladas de lastre con una altura de su centro de gravedad de 0,3 m sobre la base.

Calcular:

- a) Peso trasladado.
- b) Brazo de adrizamiento GZ_1 a 30° de escora, antes de lastrar.
- c) Altura metacéntrica inicial GM_2 después de lastrar.
- d) Periodo de balanceo después de lastrar, T_2 .
- e) Brazo de adrizamiento GZ_2 a 30° de escora, después de lastrar.
- f) Comentarios sobre la estabilidad del yate. Criterios de la IMO y periodo de balanceo.

Datos Enunciado: $D = 350\text{ Tm}$; $GM_1 = 0,35\text{m}$; $T_1 = 8\text{ seg}$; $dt = 3\text{m}$; $\theta = 5^\circ$; $p = 18\text{ Tm}$; $kg = 0,3\text{ m}$

a) $P = ?$

Aplicamos la fórmula del momento escorante para hallar el peso:

$$Me = D \cdot GZ = p \, dt \rightarrow p = \frac{D \cdot GZ}{dt}$$

$GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$ (Aplicamos esta fórmula para escoras mayores o iguales a 5°)

$$KM_{350} = KC_{350} + RMt_{350} = 1,667 + 2,28 = 3,947\text{m}$$

$$KG = KM - GM = 3,947 - 0,35 = 3,597\text{ m}$$

$$GZ_{5^\circ-350} = KN_{5^\circ-350} - KG \text{ Sen } \theta = 0,344 - 3,597 \text{ Sen } 5^\circ = 0,03\text{ m}$$

$$p = \frac{350 \cdot 0,03}{3} = \mathbf{3,56\text{ Tm}}$$

b) $GZ_{1-30^\circ} = ?$

$$GZ_{30^\circ-350} = KN_{30^\circ-350} - KG \text{ Sen } 30^\circ$$

$$\mathbf{GZ_{1-30^\circ} = 1,97 - 3,597 \text{ Sen } 30^\circ = \mathbf{0,1715\text{ m}}}$$

c) $GM_2 = ?$

	Pesos	KG	Mv
Inicial	$D_i = 350,00\text{ Tm}$	3,597 m	$D_i \cdot KG = 1258,95$
	$P = 18,00\text{ Tm}$	0,3 m	$P \cdot kg = 5,4$
Final	$D_f = 368,00\text{ Tm}$		$\sum Mv = 1264,35$

$$KG_2 = \frac{\sum Mv}{D_f} \rightarrow KG_2 = \frac{1264,35}{368} = 3,436\text{ m}$$

$$KG = KM - GM \rightarrow GM = KM - KG$$

$$KM_{368} = KC_{368} + RMt_{368} = 1,714 + 2,202 = 3,916\text{m}$$

$$\mathbf{GM_2 = 3,916 - 3,436 = \mathbf{0,48\text{ m}}}$$

d) $T_2 = ?$

Aplicamos la fórmula del periodo de balance:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{GM_2}{GM_1} \rightarrow T_2 = \sqrt{T_1^2 \frac{GM_1}{GM_2}}$$

$$\mathbf{T_2 = \sqrt{8^2 \frac{0,35}{0,48}} = \mathbf{6,8\text{ seg}}}$$

e) $GZ_{2-30^\circ} = ?$

$$GZ_{30^\circ-368} = KN_{30^\circ-368} - KG \text{ Sen } 30^\circ$$

$$\mathbf{GZ_{2-30^\circ} = 1,958 - 3,436 \text{ Sen } 30^\circ = \mathbf{0,24\text{ m}}}$$

f) IMO ?

$$GZ_{1-30^\circ} = 0,17 < 0,2 \rightarrow \mathbf{NO\ CUMPLE\ IMO}$$

$GZ_{2-30^\circ} = 0,24 > 0,2 \rightarrow \mathbf{CUMPLE\ IMO}$, el periodo de balanceo (T_2) es más pequeño y el barco más estable.

Problema 2

El yate Calafat tiene un desplazamiento de 310 Tm.

La distancia del C de G a la perpendicular de popa es de 18,7 m.

La eslora entre perpendiculares es de 37,8 m y las marcas de los calados coinciden con las perpendiculares de proa y popa.

Calcular:

- a) El asentamiento del yate.
- b) Calados de proa y popa.

Se coloca un peso de 4,4 Tm a 17,35m de la perpendicular de proa.

Calcular:

- a) El nuevo calado de popa.

D = 310 Tm; XG = 18,7 m; Epp = 37,8m

- a) A = ?

La distancia CG_L será:

$$CG_L = XC - XG = 19,172 - 18,7 = 0,472 \text{ m}$$

Aplicaremos la fórmula del momento CG_L

$$A \text{ MOM} = D \cdot CG_L \rightarrow A = \frac{D \cdot CG_L}{\text{MOM}}$$

$$A = \frac{310 \cdot 0,472}{5,277} = 27,72 \text{ cm} = \mathbf{0,2772 \text{ m}}$$

- b) Cpr = ?; Cpp = ?

$$A = Cpp - Cpr$$

$$Cpp = Cm + App$$

$$App = \frac{A}{Epp} \cdot XLA = \frac{0,27}{37,5} \cdot 17,352 = 0,128 \text{ m}$$

$$\mathbf{Cpp = 2,41 + 0,128 = 2,538 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Cpr = Cpp - A = 2,538 - 0,27 = 2,261 \text{ m}}$$

