

*Humboldt Marine Training*

# **ESCORA PERMANENTE**

*Preparado por*  
**Ing. Boris L. GUERRERO B.**

Valparaíso, CHILE, 2011.

## INDICE DE MATERIAS

Introducción	.....	3
Corrección de la Curva	.....	4
Solución Gráfica de la Corrección	.....	5
Curvas Corregidas	.....	7
Solución Analítica	.....	8
Pesos Suspendidos	.....	8
Problemas	.....	10

## ESCORA PERMANENTE

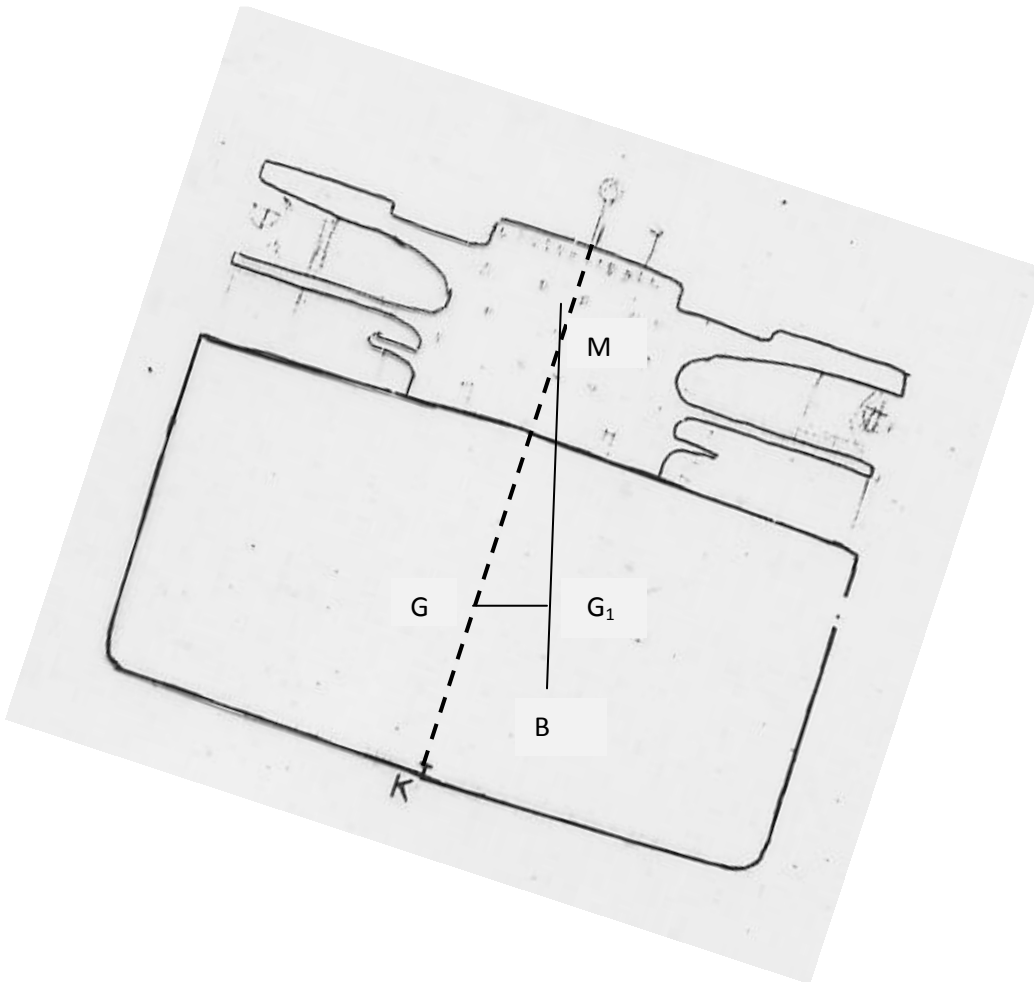
Vimos en el Experimento de Inclinación que al trasladar lateralmente un peso “w” en una distancia  $gg_1$  el centro de gravedad G se trasladará también lateralmente una distancia  $GG_1$ .

El movimiento de G está dado por:

$$GG_1 = GM \times \operatorname{tg} \theta$$

de donde

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{GG_1}{GM}$$



En el gráfico superior se muestra la posición del centro de gravedad  $G_1$ . La posición de equilibrio se producirá en aquella posición en que  $G_1$ , B y M queden en una misma vertical. En esa posición no existirá un brazo de adrizamiento que trate de variar la escora.

Lo normal es que las naves NO tengan escora permanente. Luego de terminada la faena de cargar el barco, el encargado de la estabilidad corregirá la escora que pudiera haberse producido variando la posición lateral de lastre o de combustible. Con ello se llevará el centro de gravedad G al plano de crujía y la nave quedará perfectamente adrizada.

Hay circunstancias en que un barco podría quedar con escora permanente, especialmente en casos en que ocurran averías, como ocurre luego de una varada que haya causado rotura del casco y una correspondiente inundación.

También una considerable superficie libre podría causar una escora permanente, como es el caso de lo ya analizado en los trasbordadores, Ro-Ro y en el Golden Hill, luego de estar en el Dique Flotante "VALPARAÍSO III".

Los buques tanqueros y pesqueros deben controlar sus superficies libres para evitar estas poco deseables escoras permanentes.

### **Corrección de la Curva de Estabilidad Estática por Movimiento Lateral de G.**

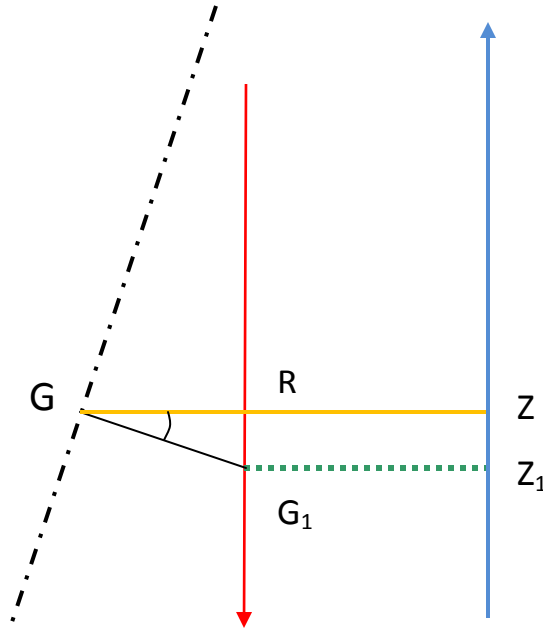
En el gráfico mostrado G es la posición original del Centro de Gravedad para la nave adrizada.

Si se traslada lateralmente G hasta  $G_1$  debido a un traslado lateral de pesos, vemos que el brazo de adrizamiento original GZ disminuye y es ahora  $G'Z'$ .

Vale decir, el brazo inicial GZ debe disminuirse en el trazo GR.

Vemos que

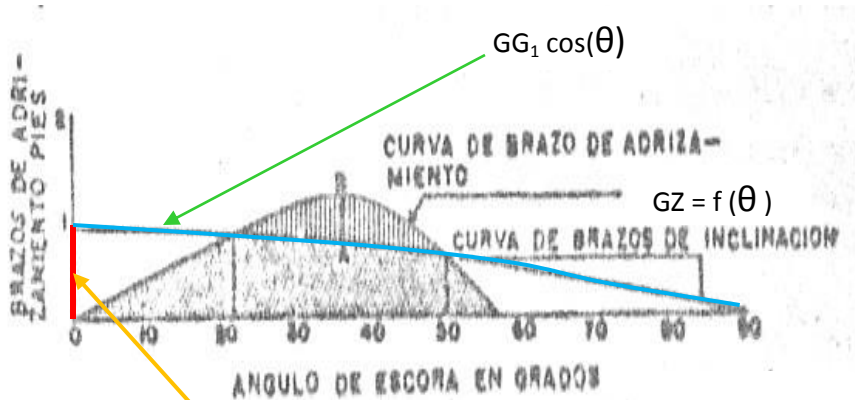
$$GR = GG_1 \times \cos \theta$$



Vale decir, el nuevo Brazo de Adrizamiento sería

$$G_1Z_1 = GZ - GG_1 \times \cos \theta$$

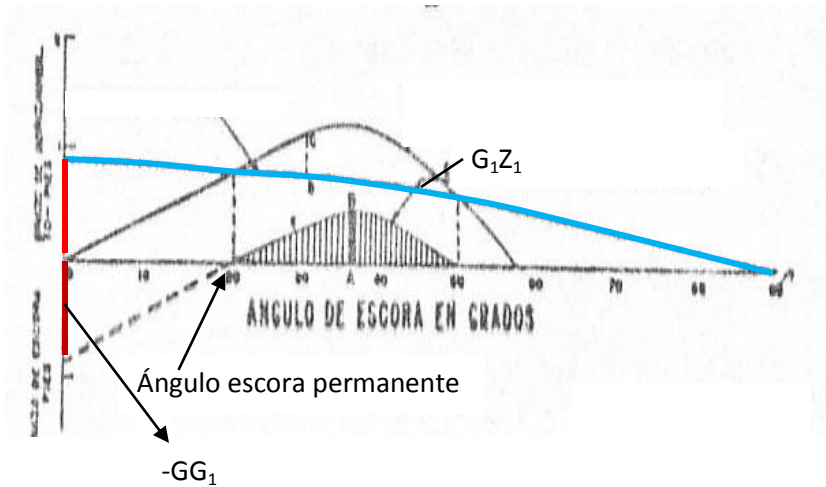
Esto significa que “todos” los brazos de adrizamiento deben corregirse en base a la expresión matemática indicada anteriormente, o sea deberán disminuirse en “ $GG_1 \times \cos \theta$ ”.



Movimiento lateral de  $G$  ( $GG_1$ )

Por lo tanto el sector achurado corresponderá a  $GZ - GG_1 \cos \theta$

Si desplazamos los nuevos brazos de adrizamiento tendremos:



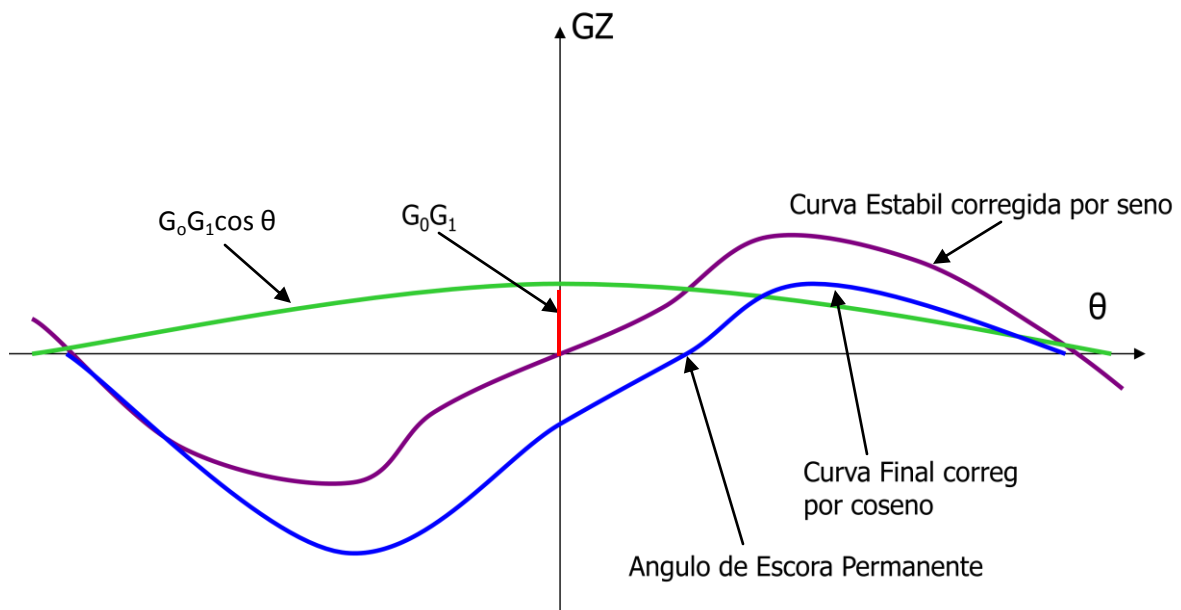
Esto nos da la solución gráfica a la corrección de la curva de estabilidad estática debido a la escora permanente producida por una traslación lateral del centro de gravedad  $G$  hasta un punto  $G_1$ . El área achurada corresponde a los brazos de adrizamiento positivos. Las intersecciones con el eje horizontal corresponden al ángulo de escora permanente (20° en el ejemplo mostrado) y al ángulo de volcamiento (50° en el ejemplo mostrado).

El análisis de este rango de estabilidad positiva será interesante. Supongamos que una nave se ha varado en los canales y que su curva de estabilidad corresponde al gráfico anterior. Si se necesita navegar y cruzar el Golfo de Penas, por ejemplo. Para tomar la decisión de cruzar el golfo o bien de esperar ayuda deberá calcularse si la estabilidad existente cumple con las normas internacionales, entre ellas la magnitud del área bajo la curva.

Puede observarse que para un ángulo de escora de 0° existirá un brazo de adrizamiento de  $-GG_1$ .

Si no es posible adrizar la nave, deberán agotarse los medios para disminuir la escora permanente, como así mismo será deseable bajar el centro de gravedad, ya sea bajando pesos sólidos y/o líquidos o bien suprimiendo superficies libres.

El gráfico siguiente muestra la estabilidad que se produce en la banda en que se produjo la escora, en el ejemplo la parte superior derecha del gráfico. También se muestra la estabilidad en la banda contraria a la escora, mostrada en el cuadrante inferior izquierdo del gráfico del ejemplo. Podemos observar que la estabilidad en la banda contraria se incrementa, lo que es lógico, ya que si la nave se escoró a estribor, hacia la banda de babor tendrá una gran estabilidad, y si se produce un volcamiento ello ocurrirá hacia estribor.



Puede observarse en la curva azul la diferencia de magnitudes de los brazos de adrizamiento entre las dos bandas.

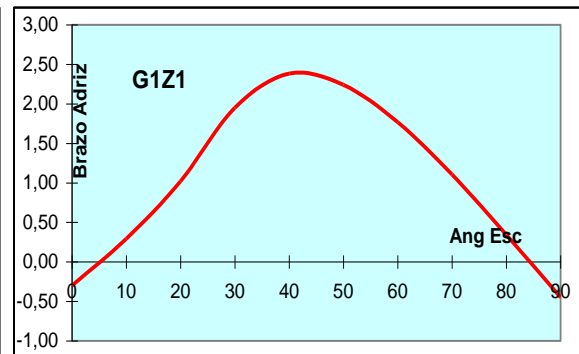
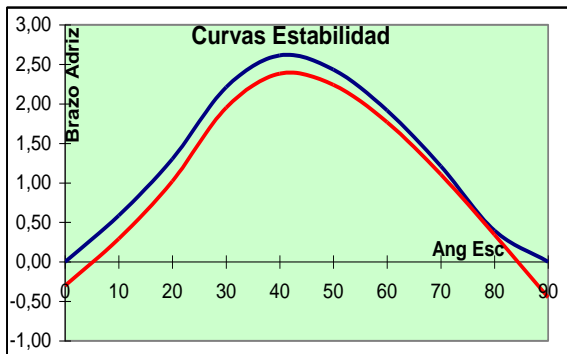
Cualquier esfuerzo para disminuir la magnitud de  $GoG_1$  disminuirá la altura de la curva de coseno y ello mejorará la estabilidad de la nave, disminuyendo el efecto de la escora permanente.

Si bien el método gráfico es muy descriptivo del fenómeno de la escora permanente, no es lo que se usa para calcular los diferentes parámetros que se producen. En la práctica se emplea un cuadro similar al que se muestra a continuación:

### CURVA ESTABILIDAD ESTÁTICA M.N. "ANTONIA"

W  KGo  Lat G

Ang Esc	GZ	KGo	sen Ang	KGo sen A	GoZ	Lat G	Lat G cos Ang	G1Z1
0	0,000	8,940	0,000	0,000	0,000	0,300	0,300	-0,300
5	1,070	8,940	0,087	0,779	0,291	0,300	0,299	-0,008
10	2,140	8,940	0,174	1,552	0,588	0,300	0,295	0,292
12	2,580	8,940	0,208	1,859	0,721	0,300	0,293	0,428
15	3,230	8,940	0,259	2,314	0,916	0,300	0,290	0,626
20	4,360	8,940	0,342	3,058	1,302	0,300	0,282	1,020
25	5,520	8,940	0,423	3,778	1,742	0,300	0,272	1,470
30	6,680	8,940	0,500	4,470	2,210	0,300	0,260	1,950
40	8,360	8,940	0,643	5,747	2,613	0,300	0,230	2,384
50	9,280	8,940	0,766	6,848	2,432	0,300	0,193	2,239
60	9,660	8,940	0,866	7,742	1,918	0,300	0,150	1,768
70	9,610	8,940	0,940	8,401	1,209	0,300	0,103	1,107
80	9,200	8,940	0,985	8,804	0,396	0,300	0,052	0,344
90	8,490	8,940	1,000	8,940	-0,450	0,300	0,000	-0,450



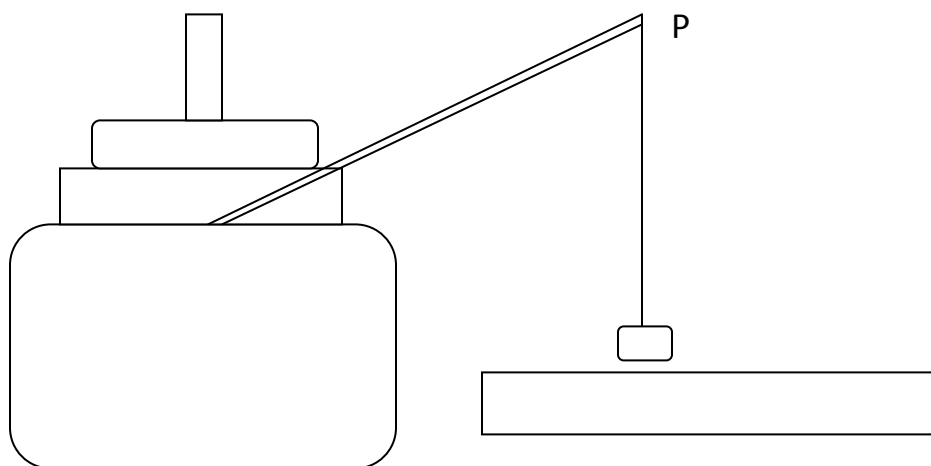
La curva azul corresponde a la curva de estabilidad "sin" el efecto de escora permanente y las curvas rojas corresponden a las curvas finales de estabilidad estática, considerando la escora permanente.

### PESOS SUSPENDIDOS.

A propósito de escoras, es interesante analizar el caso de pesos suspendidos y su acción sobre la estabilidad. Recordamos que, en base al principio de



transmitibilidad de las fuerzas, éstas pueden considerarse que actúan en cualquier parte de su línea de acción. En cuanto a su acción sobre la estabilidad deberemos considerar que un peso colgante está actuando en la polea del cable que lo soporta (punto P), como se indica en la figura adjunta, por lo que frecuentemente deberán considerarse como pesos que están a una cierta altura, mayor a la posición de su centro de gravedad, lo que podría causar condiciones delicadas en cuanto a la estabilidad de la nave, especialmente en barcos menores.



#### PROBLEMA:

Se tiene una barcaza con forma de caja que mide:

Eslora	85,4 m
Manga	13,21 m
Puntal	8,84 m
Calado	3,38 m

Flota en agua salada de g.e. 1,022 y su GM es de 1,79 m.

Un contenedor de 22 TM se traslada 9,2 m de estribor a babor. Determinar el ángulo de escora permanente.

PROBLEMA:

A partir del cuadro de carga mostrado en la página 2 del capítulo “04 Cuadro de Carga”, considere que se produce una escora permanente de 5°. Calcular y dibujar la nueva curva final de estabilidad estática, considerando dicha escora.

PROBLEMA:

A partir del cuadro de carga mostrado en la página 7 del capítulo “04 Cuadro de Carga”, considere que debido a una mala maniobra se llena el estanque doble fondo de lastre N°3 de estribor. Calcule y dibuje la curva final de estabilidad estática. Use la información existente para el Granelero “ANTONIA”.

PROBLEMA:

Un carguero desplaza 36.500 TM. Flota adrizado en agua salada de g.e. 1,026. Su puntal es de 15,2 m y su calado es de 8,98 m. Se traslada un peso sólido de 43 TM, una distancia transversal de 19,55 m. Su KM es de 11,90 m y su KGo es de 11,24 m. Determinar el ángulo de escora.

Respuesta: 2°

PROBLEMA:

Un carguero desplaza 12.356 TM, se encuentra adrizado. Su KM es de 10,3 m y su centro de gravedad está a 9,75 m sobre la quilla. Posteriormente una pluma toma un peso de 40 TM que se encuentra en el muelle, como se indica en el gráfico. Determinar el ángulo de escora, si su GoM es de 0,51 m.