

DESPLAZAMIENTO POR LECTURA DE CALADOS

Preparado por
Ing. Boris L. GUERRERO B.

Valparaíso, CHILE, 2011.

INDICE DE MATERIAS

Introducción	.....	3
Draft Survey	.....	3
Ejemplo de cálculo	.....	4
Planilla de cálculo	.....	5
Explicación de la planilla	.....	6
Correcciones por asiento	.....	7
Corrección por densidad agua	.....	8
Problema	.....	8

CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO POR

LECTURA DE LOS CALADOS

La forma rutinaria que usa el operador o calculista de la estabilidad para calcular el desplazamiento es mediante la adición de los diferentes pesos en el Cuadro de Carga, como ya hemos visto.

Al terminarse de realizar los cálculos de Estabilidad es común que se tomen los calados de la nave, especialmente antes de zarpar o al arribar a puerto. Entre otras cosas se debe comparar el resultado teórico obtenido mediante el uso de un programa computacional, o de un cálculo manual, con la observación de los calados reales. Si existiera una diferencia importante entre ambos métodos deberá investigarse la causa de esta discrepancia, ya que en uno de los dos procedimientos debería existir un error.

También se usará el cálculo del desplazamiento por lectura de calados al realizarse un “draft survey” para determinar la cantidad de carga recibida o entregada, el Primer Oficial (o su representante) deberá hacer las observaciones de calados y los cálculos del correspondiente desplazamiento en forma conjunta con el surveyor. Este procedimiento consiste en determinar el desplazamiento, por medio de la lectura de calados, en la forma más exacta posible “antes” de iniciarse un proceso de carga o descarga. Lo mismo se hace luego de terminar la carga o descarga. A la diferencia de desplazamientos se le corrigen aumentos o disminuciones de pesos (lastres, cargas, combustibles, etc..), lo que dará la cantidad de carga recibida o entregada. Los draft survey se usan principalmente para determinar la cantidad de graneles embarcados o desembarcados, aunque suele usarse también con otros tipos de cargas (carga general y/o contenedores), para determinar los cobros por toneladas transportadas.

En el caso de los graneles los montos calculados por medio de los draft survey se comparan con la cantidad de carga pesada por las básculas automáticas de la empresa que entrega o recibe la carga.

La lectura de calados deberá hacerse cuidadosamente, ya que un pequeño error puede producir diferencia apreciable del desplazamiento calculado. Para una lectura confiable deberá contarse con unos tubos graduados que se peguen al casco mediante imanes, u otro sistema aceptado por las partes.

En general, deberá respetarse el procedimiento que indique el Manual de Estabilidad (Ship Booklet).

Como ejemplo calcularemos el desplazamiento del M.S. “ANTONIA”.

Para ello consideraremos que se han tomado lecturas de calados a proa, al centro y a popa, por ambas bandas del casco. Normalmente es necesario usar una embarcación pequeña para una mejor lectura de los calados, especialmente los de popa, dado que la inclinación de las planchas de la bovedilla dificulta la fácil lectura.

Además debe tomarse la densidad del agua de mar, a proa, centro y popa, por ambas bandas y además a tres profundidades distintas (1 metro bajo la superficie, a la mitad del calado y a profundidad cercana a la quilla). En la práctica suele tomarse la densidad a una profundidad igual a la mitad del calado medio.

A continuación se verá un procedimiento bastante generalizado y que puede ser empleado en cualquier tipo de nave.

Se proporciona una planilla Excel que ayudará a resolver el cálculo del desplazamiento “W”.

Supondremos que la gravedad específica (g.e.) del agua de mar es de 1,022.

Se usará la página E-2 del Manual Antonia para obtener las tablas de corrección de calados.

CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO POR LECTURA DE CALADOS

M.S. "ANTONIA"

		Calado Proa	Calado Centro	Calado Popa		
{1}	Calados tomados en las marcas de calados	Babor	5,900	6,400	7,100	m
		Estribor	6,000	6,600	7,200	m
		Promedio	5,950	6,500	7,150	m
{2}	Asiento aparente (F6-D6)	1,200			Signo + indica asiento a popa	
{3}	Corrección de calados por marcas ver pág. E-2	-0,019		0,051	m	
{4}	Calado corregido por marcas {1}+{3}	5,931	6,500	7,201	m	
{5}	Factor	1	6	1		
{6}	Producto {4} x {5}	5,931	39,000	7,201	m	
{7}	Calado Medio 1/8 Suma {6}	6,517				
		Mid F(hidrostat)	-4,48			
{8}	Asiento Actual F15 - D15	1,270			m	
{9}	Corrección (C1) por asiento C1 = Asiento x Mid F / Lpp	-0,033			m	
		TPC	42,9			
		MTC	466,8			
		MTC-0,1	465,2			
		MTC+0,1	468,5			
{10}	Corrección (C2) por forma popa	0,002			m	
{11}	Calado Equivalente {7} + {9} + {10}	6,486			m	
{12}	Desplazamiento (hidrostat) para {11}, sólo con 2 decimales	26,053			TM	
{13}	Tercer decimal de {11}	6				
{14}	Corrección por 3er decimal {11} TPC x 3er decimal x 0,1	25,74			TM	
{15}	Desplazamiento para Cal Equiv	26,079			TM	
{16}	Gravedad específica (g.e.) agua mar	1,022			TM/m ³	
{17}	DESPLAZAMIENTO FINAL	26,078			TM	
	{15} x g.e. / 1,025					

En {3} se efectúa la corrección por ‘asiento’. Ello se debe a que las marcas de calados NO se encuentran justamente en las perpendiculares de proa y popa. Los Manuales de Estabilidad tienen curvas o tabulaciones que permiten calcular las correcciones que permitirán determinar los calados ‘en las perpendiculares’.

En {4} se tiene los calados corregidos por asiento. Si calculamos el calado medio entre el calado de proa (5,931 m) y el calado de popa (7,201 m) obtenemos 6,566 m, que difiere del valor medido en las marcas del calado en la sección media (6,500 m). La diferencia de 0,066 m se debe a la deformación del casco debido al momento flector existente (bending moment). A esta deformación se le llama ‘deflexión’.

Para corregir la deflexión se usa, normalmente, el procedimiento de la “media de las medias”, que consiste en multiplicar por 6 el calado central (6,500 m), sumarle los calados de proa y popa y dividir el resultado por 8. Se obtiene así el calado medio (6,517 m) corregido por asiento y por deflexión del casco. (Indicado en las líneas {5} y {6} del cuadro de la página anterior.

En {7} se obtiene el calado medio considerando la deflexión del casco, o sea el calado medio que tendría la nave si NO hubiera tenido deflexión el casco.

En {9} se realiza la corrección por ‘asiento’ o trim, ello debido a que es diferente el volumen que aumenta a popa que el volumen que disminuye a proa por efecto del asiento. Normalmente la popa es más ‘llena’ que la proa, por lo que al sentarse la nave se hunde una parte más voluminosa que lo que aflora de la proa, que es más fina. La fórmula para corregir esta diferencia de volúmenes está dada por la expresión matemática:

$$C_1 = \frac{\text{Mid F x Asiento}}{L_{pp}}$$

Siendo: Mid F la distancia desde la sección media a “F”

L_{pp} la eslora entre perpendiculares.

La corrección C_1 representa la distancia que debe agregarse (o quitarse) al calado medio ya corregido para obtener el calado medio que existiría si se hubiera medido en la sección transversal en que está F. Recordamos que F es el punto en torno al cual ocurren los cambios de asiento para un cierto desplazamiento.

Se efectúa además una segunda corrección que llamaremos C_2 y que se origina debido a la forma muy especial que tienen las popas de las naves. Es un poco más complicada. Se usan en la expresión matemática las toneladas por centímetro de inmersión (TPC) y el momento para cambiar el asiento en 1 cm (MTC). Se analiza el valor del MTC para un calado superior al calado medio (lo llamaremos MTC_{+a}) (por ejemplo 0,1 m) y el valor del MTC para el mismo valor inferior al calado medio (lo llamaremos MTC_{-a})

. La fórmula de corrección es:

$$C_2 = \frac{L_{pp} \times (\text{asiento})^2}{2 \times \text{TPC} \times L_{pp}} \times \frac{MTC_{+a} - MTC_{-a}}{2a}$$

Siendo a el aumento o disminución aplicado a MTC, por ejemplo 0,1 m

El resultado dará en metros. Muchas veces se multiplica por 100 para darlo en centímetros.

Si al calado medio corregido por deflexión (mediante la media de las medias) se le aplican las correcciones C_1 y C_2 obtendremos el **calado equivalente**.

Vimos el 'calado equivalente' durante el cálculo de los calados. Vale la pena recordar su definición: "Es el calado que tendría la nave, para un desplazamiento dado, si NO tuviera asiento (o trim)"

No debe confundirse ‘calado equivalente’ con ‘calado medio’. Numéricamente son parecidos, pero son diferentes,(el calado medio es el promedio de los calados a proa y popa).

Con el calado equivalente se entra en las tablas hidrostáticas y se obtiene el desplazamiento para una gravedad específica (g.e.) 1,025 del agua de mar. Normalmente el calado medio tiene 3 decimales y las hidrostáticas dan el desplazamiento con 2 decimales, por lo que habrá que hacer una corrección por el tercer decimal.

Posteriormente deberá corregirse el desplazamiento obtenido por la densidad del agua. Lo más práctico es usar la siguiente fracción:

$$W_F = W_{\text{HIDROSTATICAS CORREGIDO}} \times \frac{\text{GRAV ESPEC MEDIDA}}{1,025}$$

Ejercicio:

El granelero “ANTONIA” tiene los siguientes calados

	Calado proa	Calado centro	Calado popa
Babor	8,21	7,92	7,88
Estribor	8,18	7,87	7,84

Determinar el desplazamiento, considerando que la g.e. del agua de mar es 1,018