

## Medición de Líquidos a Granel a Bordo de Buque-Tanques (1)

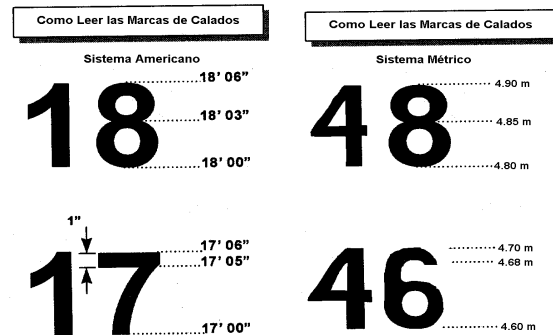
Las mediciones en los tanques de carga de un barco son esencialmente las mismas que las de los tanques de tierra. Sin embargo, hay tres situaciones que son comunes a los buques y que no se presentan en las mediciones de tanques de tierra.

- Un buque no siempre permanece en posición vertical o nivelado en el agua. Sin embargo, el líquido dentro del tanque siempre permanecerá nivelado (el plano horizontal de su superficie siempre será paralelo al plano de la superficie del agua). Por lo tanto, los aspectos relacionados con la escora (inclinación hacia babor o estribor) y el trim (inclinación hacia proa o popa) deben ser tomados en cuenta.
- A los buque-tanques se les exige descargar toda su carga, de modo que sus tanques están vacíos, o casi vacíos, antes de la carga y después de la descarga. Sin embargo, se deben tomar precauciones al medir las pequeñas cantidades que permanecen a bordo antes de una carga (OBQ) y después de la descarga (ROB).
- Ya sea que el barco esté fondeado a la gira, amarrado a un terminal marítimo (multiboya o monoboya) o bien amarrado a un muelle, siempre estará en movimiento y también lo estará el líquido almacenado en sus tanques de carga. Este movimiento será más o menos significativo en función de las condiciones del mar, lo cual introduce alguna complejidad adicional al proceso de medición del nivel de líquido.

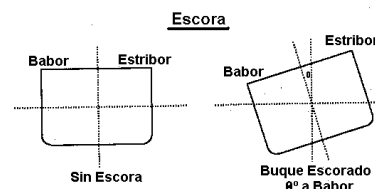
### Terminología

**Calado (Draft)** es la profundidad de un buque bajo la línea del agua, medida desde la superficie del agua hasta el fondo de la quilla.

**Marcas de Calado** son los números pintados en la proa, popa y en la parte central de un buque, para indicar el calado del buque en cada uno de dichos puntos. Las marcas de calado usualmente se expresan en unidades del Sistema Americano (pies) o en unidades del Sistema Métrico (decímetros). Las marcas de calados expresadas en pies tienen 6 pulgadas de alto y están espaciadas 6 pulgadas entre sí. Las que se expresan en decímetros tienen 10 cm de alto y están espaciadas 10 cm entre sí (ver diagramas adjuntos). Las lecturas se efectúan desde la parte inferior de los numerales.

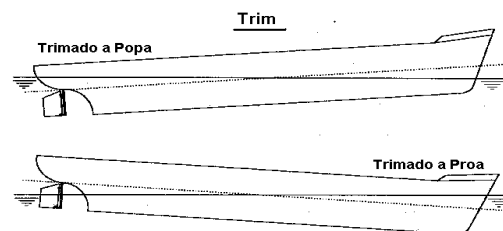


**Escora (List)** es el grado de inclinación de un buque con respecto al plano vertical, expresado en grados a babor o a estribor. Cuando un buque no está escorado, se dice que está “derecho” (upright).



**Trim** es la condición de un buque con respecto a su posición longitudinal (horizontal) en el agua. Cuando la quilla de un buque es paralela a la línea del agua, se dice que la quilla del buque está “pareja” (**even keel**). En esta condición el trim es cero. Cuando la popa de un buque se encuentra más sumergida que la proa, entonces el buque está “trimado hacia popa” (“trimmed by the stern”). Cuando la proa de un buque está más sumergida que la popa, el buque está “trimado hacia proa” (trimmed by the head”. El trim de un buque se calcula restando la lectura de calado de proa desde la lectura de calado de popa (Calado de Popa – Calado de Proa), como se muestra en el siguiente ejemplo:

Calado de Proa	15.5 m
Calado de Popa	<u>17.0 m</u>
Trim	1.5 m hacia popa



**Fórmula de Cuña (Wedge Formula).** Cuando un buque está trimado, las cantidades pequeñas de material líquido pueden no estar tocando las cuatro paredes (mamparos) del tanque. En esta situación, las tablas de corrección por trim no ofrecen la debida exactitud y no deben ser aplicadas. La Fórmula de Cuña es una expresión matemática que sirve para calcular el volumen de material en el tanque, bajo estas condiciones.

**Tabla Wedge.** Esta es una tabla donde el volumen de material, que se encuentra en forma de cuña, ha sido calculado para cada tanque en particular, en función de la variación de la sonda (innage) y del trim.

## Procedimiento de Medición del Nivel de Líquido

En los tanques de buque-tanques, normalmente se toman medidas de **Ullage** (distancia desde el punto de referencia en la escotilla o equipo de medición y la superficie del líquido). Actualmente, para la medición del nivel de líquido, de la temperatura y del agua libre se utilizan equipos electrónicos portátiles con triple funcionalidad (**UTI, Ullage-Temperature-Interfase Hidrocarburo/Agua**).

Para la medición del Ullage, el instrumento de medición (UTI) está dotado de sensores ultrasónicos y electrodos de conductividad. El equipo emite una señal sonora (normalmente continua) cuando el sensor alcanza la superficie del hidrocarburo (líquido no-conductor) y una señal discontinua cuando el sensor detecta la presencia de agua libre (líquido conductor).

Estos equipos se instalan o conectan en válvulas de control de vapor, dispuestas en la cubierta de cada tanque.



Instrumento de medición  
En buque-tanques (UTI)



Válvulas de Control  
de Vapor

Normalmente, el equipo de medición es operado por el representante de la nave. Dadas las características de funcionamiento del equipo, las condiciones ambientales de medición (líquido en movimiento dentro del tanque) y la importancia que hoy tienen las mediciones a bordo, el Inspector que supervisa la medición debe tener un detallado conocimiento de este proceso, de manera de verificar que el mismo se realice con la mayor precisión y exactitud posible.

De acuerdo a la normativa, las medidas de nivel se deben registrar con una precisión de 1 mm y se deben tomar (y registrar), al menos, tres (3) lecturas dentro del rango de tolerancia aceptable (+/- 3 mm). Si eso no es posible debido al movimiento del producto en el tanque (dependiendo de la condición del mar), entonces se deben tomar al menos cinco (5) lecturas, lo más rápido posible, y promediarlas. En la práctica, sin embargo, es habitual observar que los registros se toman con una precisión de 1 cm y que las medidas consecutivas no son registradas documentalmente y el Inspector debe tener la capacidad de retener mentalmente cada registro y evaluar en forma rápida cual es la medida promedio a ser registrada como medida oficial para el proceso de cálculo posterior.

Para una mayor y más detallada información al respecto, referirse al **Capítulo 3.1A del MPMS API** (párrafo 3.1A.11, "Gauging Procedure for Marine Vessels"); al **Capítulo 17.2, "Measurement of cargoes on Board Tank Vessels"** y al **Capítulo 17.11 "Measurement and Sampling of Cargoes on Board Tank Vessels Using Closed and Restricted Equipment"**.

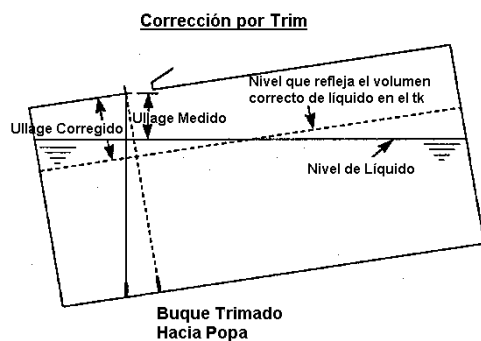
## Corrección de Trim

Para que los procedimientos de medición no sean alterados en buques con trim a popa o a proa, será necesario aplicar una corrección a la lectura del nivel de líquido medido. Las correcciones de trim se encuentran en las tablas de calibración de los tanques de buques y,

normalmente, pueden presentarse de dos formas diferentes:

- Una corrección, de signo positivo o negativo, aplicable a la lectura de nivel del líquido.
- Una corrección volumétrica, de signo positivo o negativo, aplicable al volumen de la tabla.

Es muy importante prestar atención al signo aritmético (+ o -) de la corrección de trim, ya que ésta varía dependiendo de la magnitud del trim, de la ubicación de la escotilla de medición y del tipo de medida usada (ullage o innage).



## Corrección de Escora

Las correcciones de escora son aplicadas de la misma forma que las de trim. Sin embargo, los algoritmos que gobiernan las correcciones de trim y escora no están diseñados para ser aplicados al mismo tiempo. Si una condición de trim y escora existe al mismo tiempo, se debe solicitar al buque que una de las dos sea eliminada antes de proceder con las mediciones. Normalmente, la escora de un buque es mucho más fácil de rectificar que el trim.

## Medición de Agua Libre

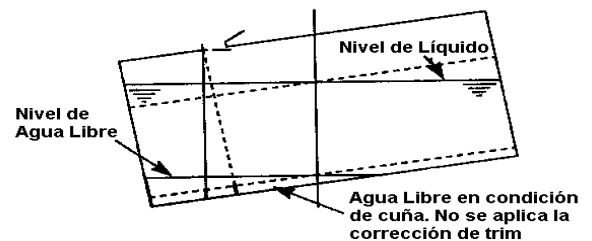
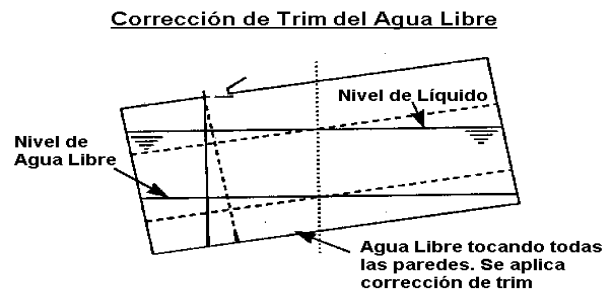
La medición de agua libre en un tanque de buque, como se indicó anteriormente, se realiza con el equipo UTI, el cual detecta el nivel (ullage) de agua libre en el tanque. instrumento es similar a la de un tanque de tierra. A diferencia del método de la cinta y plomada que se utiliza en tanques de tierra, la UTI no mide la altura de agua, sino que el ullage, o distancia entre la superficie del agua y el punto de referencia en la escotilla de medición. Es normal también aplicar pasta detectora de agua en el tubo que protege al sensor de la UTI, de manera de confirmar la medida entregada por el equipo. Para ello es necesario bajar la cinta de la UTI hasta

alcanzar el fondo del tanque y luego esperar el tiempo suficiente para obtener una buena reacción.

## Corrección de Trim para el Agua Libre

Cuando se detecta agua libre en un buque trimado, el nivel de agua libre debe ser corregido en función del trim. Esto se hace de la manera usual aplicando la tabla de corrección de trim; sin embargo, se debe tener el cuidado de verificar si el volumen de agua libre se encuentra o no en forma de cuña.

- Si la corrección de trim es mayor a la sonda del agua libre, la Tabla Wedge o la Fórmula de Cuña debe ser empleada para calcular el volumen de agua libre.



En la siguiente edición de este Informativo Técnico (N°16, Mayo 2017) continuaremos analizando las actividades de medición y control a bordo de buque-tanques.