

NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

1.0 PROPÓSITO

Establecer y reglamentar los parámetros que las embarcaciones deben seguir para mantener una estabilidad segura y evitar la pérdida de vidas, el equipo flotante y la carga que se transporte.

2.0 ANTECEDENTES

Esta norma no existe y el Canal necesita establecer estos parámetros.

3.0 ALCANCE

Esta norma se aplica a todo el equipo flotante de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), embarcaciones de contratistas y terceros que realicen trabajos o actividades en aguas del Canal o bajo la responsabilidad de la ACP.

4.0 FUNDAMENTO LEGAL

Esta norma se fundamenta en el Acuerdo No. 12 de la Junta Directiva de la ACP, Reglamento de Control de Riesgos y Salud Ocupacional, Capítulo IV, Artículo 26.

5.0 DEFINICIONES

Para efectos de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

5.1 Estabilidad: la habilidad de una embarcación de regresar a su punto de equilibrio cuando es inclinada por una fuerza externa.

5.2 Desplazamiento

5.2.1 Desplazamiento máximo: es el peso de la embarcación en su calado máximo, incluyendo la máxima capacidad de carga, lastre, combustible y todo lo que necesite para la navegación.

5.2.2 Desplazamiento (Δ): es el peso de una embarcación a cualquier calado, incluyendo carga, lastre, combustible y todo lo que necesite para la navegación.

5.2.3 Desplazamiento en lastre: es el peso de una embarcación incluyendo su peso en rosca más lastre, efectos especiales, combustible, agua, tripulación y todo lo que necesite para navegar.

5.2.4 Desplazamiento en rosca: es el peso de la embarcación sin contar con carga, lastre, combustible y todo lo que necesite para la navegación.

5.3 Peso muerto: es el peso de la carga únicamente.

5.4 Calado

5.4.1 Calado (C): es la distancia sumergida desde la quilla de la embarcación hasta la línea de flotación.

NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

5.4.2 Calado medio (C_M): es la suma algebraica entre el calado de popa y el calado de proa entre 2.

5.4.3 Calado en el medio: es la lectura del calado en la sección media de la embarcación.

5.5 Adrizado: es la condición donde el calado de proa y el calado de popa son iguales, es decir, que la quilla descansa sobre el mismo plano horizontal.

5.6 Asiento: es la diferencia de calado entre proa y popa. Éste puede ser aproante como apopante pero apopante es lo deseado para mejor maniobrabilidad y lo requiere bajo las condiciones de esta norma.

5.7 Francobordo (D): es la distancia del costado de la embarcación entre la línea de flotación y la cubierta principal.

5.8 Centro

5.8.1 Centro de Gravedad (KG): es el punto en la embarcación donde todas las fuerzas ejercen presión sobre la misma.

5.8.2 Centro de Flotación (KF): es el punto en la embarcación donde la misma se balancea cuando está aflote.

5.8.3 Centro de Carena (KB): es el centro de gravedad de la parte sumergida del barco.

5.8.4 Metacentro (M): es un punto en la embarcación donde la línea vertical de la línea de boyage intercepta la línea de crujía.

5.9 Altura metacéntrica (GM): es la distancia entre el centro de gravedad y el metacentro. Esta distancia es la que regula la estabilidad de una embarcación.

5.10 Línea de crujía (L_C): es la línea imaginaria que corre longitudinalmente de proa a popa cortando la embarcación en dos partes iguales.

5.11 Escora: es una inclinación de la embarcación causada por la carga u otra fuerza externa. Esta puede ser corregida al distribuir la carga adecuadamente o utilizar lastre para compensar el peso de la carga.

5.12 Eslora total (L): es la distancia desde la proa hasta la popa.

5.13 Eslora entre perpendiculares (L_P): es la distancia que existe entre líneas imaginarias perpendiculares a la quilla desde la primera perpendicular en proa hasta la línea que cruza el centro del eje del timón.

5.14 Manga (B): es la distancia transversal de banda a banda, es decir, de babor a estribor medida en la sección media de la embarcación.

5.15 Toneladas por pulgada de inmersión (TPI): es la cantidad de toneladas necesarias para hundir la embarcación una pulgada.

NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

5.16 Toneladas por centímetro de inmersión (TPC): es la cantidad de toneladas necesarias para hundir la embarcación un centímetro.

5.17 Momento: fuerza externa al barco creada por un peso por una distancia al centro de gravedad del barco medida en ton-pie o ton-cm.

5.17.1 Momento para cambiar el asiento 1 pulgada (MT1): es la fuerza en ton-pie requerida para cambiar el asiento 1 pulgada.

5.17.2 Momento para cambiar el asiento 1 centímetro (MTC): es la fuerza en ton-cm para cambiar el asiento 1 centímetro.

5.17.3 Momento de inercia (I): es la fuerza que se requiere para que la embarcación salga de su punto de equilibrio.

5.18 Superficie libre: es el espacio libre sobre la carga en los tanques y bodegas donde la carga líquida o suelta se pueda mover por el movimiento oscilatorio de la embarcación.

5.19 Periodo de oscilación (R_p): es el tiempo en segundos que le toma a la embarcación para oscilar de una banda a la otra y regresar, es decir, de babor a estribor y de vuelta a babor.

5.20 Marca de Plimsoll o marca de francobordo: es la marca en la sección media de la embarcación que indica los calados máximos de la embarcación en diferentes estaciones climatológicas y áreas de navegación.

5.21 Coeficiente de bloque (C_b): es el número dado a los buques para determinar su desplazamiento de acuerdo con la forma de su casco. Este número se encuentra en el libro de estabilidad. Para las embarcaciones menores, este coeficiente equivale aproximadamente 0.6.

6.0 GENERAL

La presente norma asume que la naturaleza y estiba de la carga, lastre y demás es tal que aseguran suficiente estabilidad de la embarcación y evitan esfuerzos estructurales excesivos.

Para obtener una estabilidad en cualquier condición de estiba y calado, se requiere calcular los componentes de estabilidad para dicha condición para buscar como cifra importante el GM de la embarcación. El GM dictamina si la estabilidad de la embarcación es buena, rígida o suave. Cabe destacar que una estabilidad rígida, es decir con un GM alto, es peligrosa porque se pueden romper las trincas que amarran las cargas. Además, la navegación es incómoda ya que la embarcación no oscila suavemente sino que tiende a regresar a su punto de equilibrio bruscamente. Una estabilidad suave implica que la embarcación tiene un GM muy bajo, lo cual pone a la embarcación en peligro porque sus oscilaciones son muy lentas y demoran en llegar a su punto de equilibrio, donde una fuerza externa puede causar que la embarcación dé vuelta de campana.

Consulte los anexos a la norma.

7.0 RESPONSABILIDADES

Las responsabilidades para asegurar el cumplimiento con esta norma están descritas en el Manual de Seguridad de la ACP, Sección 1, Acápites 1.5.

NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

8.0 CONSULTAS

8.1 Toda información o aclaración sobre el contenido o aplicación de la presente norma deberá ser solicitada por escrito a la Unidad de Seguridad Marítima.

8.2 Toda información o aclaración técnica sobre el contenido o aplicación de la presente norma, deberá ser consultada a su vez a la División de Mantenimiento de Flotas y Equipo (NTM) a través de la sección de Ingeniería y Arquitectura Naval.

9.0 EXCEPCIONES

Desviaciones o excepciones temporales en el cumplimiento de la presente norma deberán ser solicitadas por escrito a la Unidad de Seguridad Marítima.

10.0 DURACIÓN

Esta norma tiene vigencia hasta que se modifique o revise.

11.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.1 International Conference on Load Lines, 1966 and amended 1988; Parts 166 to 199

11.2 Estudios de Teoría del Buque y Estabilidad

11.3 Decretos de La Autoridad Marítima de Panamá:

11.3.1 Decreto 18 del 30 de mayo de 1984, Gaceta Oficial No. 20, 163 del 16 de octubre de 1984

11.3.2 Decreto 45 del 21 de diciembre de 1981, Gaceta Oficial No. 19, 488 del 20 de enero de 1982

11.3.3 Decreto 61 del 23 de octubre de 1979, Gaceta Oficial No. 18, 939 del 1 de noviembre de 1979

**NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ**

Anexo 1

Regla 1 (Fuerza del Casco)

1. Para ACP es suficiente que la fuerza estructural general del casco sea adecuada para el calado correspondiente al francobordo asignado.

Regla 2 (Aplicación)

1. Embarcaciones con mecanismos de propulsión, barcasas u otras embarcaciones sin mecanismos de propulsión, serán asignadas un francobordo en concordancia con lo escrito en la Regla 7 de éste anexo.
2. Embarcaciones diseñadas para llevar vela, ya sea su único mecanismo de propulsión o suplementaria y remolcadores, serán asignadas un francobordo también.

Regla 3 (Marca de la Autoridad que asigne francobordo)

1. La marca de la ACP por la cual las líneas de carga son asignadas puede ser indicada a lado del aro de máxima carga arriba de la línea horizontal que pasa por el medio del aro.
2. Esta marca consiste de no más de 4 letras o iniciales que identifiquen el nombre de la Autoridad que la asigne, y cada una de 115 milímetros de altura y 75 milímetros de ancho.

Regla 4 (Detalles de la marca de francobordo)

1. La línea de máxima carga consiste de un aro de 300 milímetros de diámetro externo y 25 milímetros de ancho y es interceptada por una línea horizontal de 450 milímetros de largo y 25 milímetros de ancho donde el lado superior de la línea pasa por el centro del aro. El centro del aro será puesto en la sección media de la embarcación a una distancia equivalente al calado de verano de la embarcación medida verticalmente debajo la cubierta principal.
2. Las embarcaciones deben llevar dos líneas de calado máximo, la de agua fresca tropical denominada TF, y la de agua tropical denominada T. La diferencia entre los calados máximos es por el cambio de agua salada y agua dulce que practican las embarcaciones en aguas del Canal.
3. El aro, líneas y letras serán pintadas en blanco sobre un fondo oscuro, y negras sobre un fondo claro, y serán marcadas en ambos costados de la embarcación de una manera clara y a satisfacción de la ACP.

Regla 5 (Comprobación de las marcas)

1. El certificado de cumplimiento no será entregado a la embarcación hasta que un oficial de la ACP inspeccione y garantice que la embarcación cumple con la norma.

Regla 6 (Información que deberá suministrarse al capitán)

1. Al capitán de cada embarcación se le dará suficiente información para permitirle cargar y descargar o llenar lastre, de tal manera que la embarcación no sufra esfuerzos innecesarios, tomando en cuenta otras regulaciones apliquen según la característica especial de la embarcación.
2. Al capitán que no tiene suficiente información sobre la estabilidad del buque como requieren convenciones internacionales, se le suplirá información que sirva de guía para la estabilidad de la embarcación en diferentes condiciones de servicio y una copia para la ACP.

**NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ**

Regla 7 (Francobordo mínimo)

1. El mínimo francobordo será derivado de la formula $D = \frac{L}{15}$
2. El francobordo tropical será el francobordo de verano menos 0.02 del calado de verano, medido desde la quilla hasta el centro del aro de la marca de francobordo.
3. Considerando a otras regulaciones, las lanchas de pilotos y los de pasacables tendrán un francobordo mínimo de 1.1 metros.
4. El francobordo en agua dulce se obtendrá restando del francobordo de verano en agua salada él $(\Delta) / 40$ TPC.
5. Cuando el desplazamiento en la flotación de carga de verano no pueda determinarse con seguridad, la deducción será un cuarenta y ochoavo $\frac{1}{48}$ del calado de verano medido desde el canto alto de la quilla hasta el centro del anillo de la marca de francobordo.

**NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ**

Anexo 2

Regla 8

1. Toda embarcación tendrá pintada en el casco una línea de flotación con un asiento predeterminado para asegurar el cumplimiento de una buena estabilidad con su desplazamiento en lastre.

Regla 9

1. Toda embarcación debe cumplir con lo descrito por su certificado de inspección y lo descrito por esta norma.

Regla 10

1. La embarcación que lleve carga debe tener abordo una hoja de estabilidad para esa embarcación, llenada apropiadamente para su condición de carga y que asegurando su seguridad de carga y estabilidad.

Regla 11

1. Todo operador de lancha capitán de embarcación y sus respectivos supervisores deben conocer de ésta norma para poder inspeccionar y realizar soluciones de estiba para mantener la estabilidad segura de su embarcación.

Regla 12

1. Toda embarcación debe llevar un libro de estabilidad abordo con las cifras de los distintos componentes de estabilidad para diferentes condiciones y calados descritos en la curva hidrostática de la embarcación.

Regla 13

1. Toda embarcación debe mantener una estabilidad segura y confiable a todo momento.

Regla 14

1. Embarcaciones con o sin grúas deben llevar procedimientos de carga y descarga abordo.
2. Estos procedimientos permiten asegurar la estabilidad de la embarcación mientras se carga o descarga la embarcación.

NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

Anexo 3

Este anexo contiene las formulas para determinar la estabilidad de una embarcación, La cual se determina por la relación que existe entre la distancia vertical del metacentro (KM) y el centro de gravedad (KG).

$$KM = KG + GM \quad \text{y} \quad KM = KB + BM$$

Para obtener el centro de gravedad (KG) de una embarcación:

1. Hay que tener el KG de cada peso, carga, tanque de combustible, de agua, compartimientos, tanques y bodegas de la embarcación.
2. Multiplicar estos pesos por la distancia de su posición con respecto al KG original de la embarcación.
3. Sumar todos los pesos incluyendo el peso de la embarcación.
4. Sumar todos los momentos incluyendo el momento original de la embarcación.
5. Dividir los momentos por el desplazamiento de la embarcación para obtener el centro de gravedad final (KG_F).

$$KG = \frac{\text{Momentos}}{\Delta} \quad \text{O} \quad KG = \frac{\therefore \text{Momentos}}{\Delta}$$

Donde $\Delta = L_f B_f C_M C_b \delta$ siendo L_f la eslora en la línea de flotación, B_f la manga en la línea de flotación, C_b el coeficiente de bloque, y δ la densidad del agua. El desplazamiento (Δ) es igual al peso de la embarcación.

Para obtener el centro de carena (KB) de una embarcación:

El centro de carena se obtiene con la formula $KB = \frac{1}{3} \left(\frac{5C_M}{2} - \frac{V}{A} \right)$ donde:

C_M =al calado medio, V =al volumen de desplazamiento y A =Area del plano de agua.

Embarcaciones menores tienden a tener un coeficiente de bloque (C_b) = 0.6. Para obtener el

coeficiente de bloque (C_b) tenemos la formula $C_b = \frac{V}{LBC}$ donde el volumen de desplazamiento,

en el sistema métrico, es igual al desplazamiento de la embarcación por la densidad del agua, es decir: $V = \Delta x \delta$. En el sistema inglés, el volumen $V = \Delta x 35$ para agua salada y $V = \Delta x 36$ en agua dulce.

L = a la eslora de la embarcación, B = a la manga de la embarcación y C = al calado

El área del plano de agua (A_{wl}) equivale a $A_{wl} = L_f B_f C_b$, medidas tomadas en la línea de flotación. También se puede calcular usando las formulas:

$$A_{wl} = TPIx 420 \quad \text{en el sistema inglés} \quad \text{o} \quad A_{wl} = TPCx 97.561 \quad \text{en el sistema métrico}$$

NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ

El TPI y el TPC se obtienen directamente de la tabla hidrostática o libro de estabilidad de la embarcación, o se calculan con las formulas a continuación:

$$TPI = L_f B_f C_b x 1 \text{ foot} x \delta \quad \text{O} \quad TPC = L_f B_f C_b x 0.01 \text{ m} x \delta$$

Para una barcaza, el coeficiente de bloque es 1.0, lo cual determina que el KB para una barcaza

es $KB = \frac{C_M}{2}$ y el $BM = \frac{B}{12C_M}$ siendo B la manga de la embarcación y C_M el calado medio.

La altura metacéntrica (GM) de una embarcación se puede obtener a través del "Rolling Period" o periodo de oscilación de la embarcación. Por ejemplo:

$$GM = \left(\frac{0.44 x B}{t} \right)^2 \text{ en el sistema inglés y } GM = \left(\frac{0.79697 x B}{t} \right)^2 \text{ en el sistema métrico}$$

Siendo t el tiempo en segundos que demore la oscilación de una banda hasta regresar a la misma banda (babor-estribor-babor).

Si el período de oscilación es largo, esto indica que el GM es bajo, lo cual hace que la embarcación sea inestable o floja y resulte un peligro para la navegación. Si por lo contrario el periodo de oscilación es corto, el GM es muy alto, lo cual hace que la embarcación sea más rígida y la navegación muy incómoda, además se podrían romper las ataduras de las cargas y crear un peligro para la navegación.

Para obtener la altura del centro de carena (BM), tenemos la formula siguiente:

$$BM = \frac{I}{V} \text{ donde } I \text{ es el momento de inercia de la embarcación y } V \text{ es el volumen de}$$

desplazamiento. Se obtiene el momento de inercia multiplicando, $I = LBk$, siendo L la eslora de la embarcación, B la manga, y k una constante del barco. Esta constante se basa en el coeficiente del área del plano de agua. Para obtener el coeficiente del plano de agua (C_{wl}) tenemos que:

$$C_{wl} = \frac{L_f B_f C_b}{LB}$$

Dependiendo del coeficiente del área del plano de agua, entonces k=

- 0.60 → k = 0.028
- 0.65 → k = 0.035
- 0.70 → k = 0.042
- 0.75 → k = 0.048
- 0.80 → k = 0.055
- 0.85 → k = 0.062

Con éstas formulas se encuentra la estabilidad de las embarcaciones menores de una manera fácil y rápida, para asegurar la estabilidad y seguridad de las embarcaciones de la ACP y las que transitan en sus aguas.

**NORMA DE SEGURIDAD MARÍTIMA PARA LA ESTABILIDAD DEL EQUIPO FLOTANTE DE LA
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ**

Anexo 4

Estándar de estabilidad para flotador en aguas protegidas

En ningún momento una porción de la cubierta accesible a las personas en un flotador o embarcación de pontones deberá extenderse o sobresalir más allá de los bordes externos laterales de babor y estribor de cada pontón, o más allá de los extremos frontal y posterior de popa y proa

Una embarcación de pontones o flotador con más de 2 pontones o una cubierta que este por encima de los 150 mm o (6") sobre cada pontón deberá cumplir con los estándares de estabilidad aprobados por la Unidad de Seguridad Marítima.

Una embarcación de pontones o flotador deberá pasar una prueba de estabilidad donde la carga simulada de los pasajeros, tripulación y otros pesos esté inicialmente colocada en el centro de manera que la escora y el extremo inferior del par sean mínimos

Una embarcación de pontones o flotador tiene un nivel mínimo aceptable de estabilidad transversal y longitudinal inicial si cumple con lo siguiente:

Estabilidad transversal con una carga o peso simulado localizada lo más fuera posible al extremo de la cubierta al lado de estribor o babor con un mínimo de francobordo inicial. El área de la sección transversal expuesta a la superficie o remanente del pontón deberá ser igual o mayor al área de la sección transversal sumergida producida por el movimiento de la carga o el peso

Estabilidad longitudinal con una carga simulada localizada en el centro hacia la proa o popa. Cualquiera de las dos posiciones sea la más alejada de la posición inicial de la carga, la parte superior del pontón no deberá estar sumergida en ningún punto.