

ANEXO 12

RESOLUCIÓN MSC.429(98) (adoptada el 9 de junio de 2017)

NOTAS EXPLICATIVAS REVISADAS DE LAS REGLAS SOBRE COMPARTIMENTADO Y ESTABILIDAD CON AVERÍA DEL CAPÍTULO II-1 DEL CONVENIO SOLAS

EL COMITÉ DE SEGURIDAD MARÍTIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECORDANDO TAMBIÉN que, mediante la resolución MSC.216(82), adoptó las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería contenidas en el capítulo II-1 del Convenio SOLAS, que se basan en el concepto probabilista que utiliza la probabilidad de conservación de la flotabilidad tras un abordaje como medida de seguridad del buque después de avería,

TOMANDO NOTA de que, en su 82º periodo de sesiones, aprobó las Notas explicativas provisionales de las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería del capítulo II-1 del Convenio SOLAS (circular MSC.1/Circ.1226), para ayudar a las Administraciones en la interpretación y aplicación uniformes de las reglas antedichas sobre compartimentado y estabilidad con avería,

TOMANDO NOTA TAMBIÉN de que en su 85º periodo de sesiones adoptó las notas explicativas de las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería del capítulo II-1 del Convenio SOLAS (resolución MSC 281(85)),

TOMANDO NOTA además de que, mediante la resolución MSC.421(98), adoptó enmiendas a las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería que figuran en el capítulo II-1 del Convenio SOLAS,

RECONOCIENDO que las notas explicativas revisadas deberían adoptarse junto con las enmiendas mencionadas a las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería (resolución MSC.421(98)),

RECONOCIENDO TAMBIÉN que la aplicación adecuada de las notas explicativas revisadas es fundamental para garantizar la aplicación uniforme de las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería del capítulo II-1 del Convenio SOLAS,

HABIENDO EXAMINADO, en su 98º periodo de sesiones, las recomendaciones formuladas por el Subcomité de proyecto y construcción del buque en su 4º periodo de sesiones,

1 ADOPTA las notas explicativas revisadas de las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería del capítulo II-1 del Convenio SOLAS que figuran en el anexo de la presente resolución;

2 INSTA a los Gobiernos Contratantes y a todas las partes interesadas a que utilicen las notas explicativas revisadas cuando apliquen las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería del capítulo II-1 del Convenio SOLAS adoptadas mediante la resolución MSC.216(82), enmendada;

3 INVITA a los Gobiernos Contratantes a que tomen nota de que las Notas explicativas revisadas deberían entrar en vigor para los buques que se definen en la regla II-1/1.1.1 del Convenio SOLAS, adoptada mediante la resolución MSC.421(98).

ANEXO

NOTAS EXPLICATIVAS REVISADAS DE LAS REGLAS SOBRE COMPARTIMENTADO Y ESTABILIDAD CON AVERÍA DEL CAPÍTULO II-1 DEL CONVENIO SOLAS

Índice

Parte A – INTRODUCCIÓN

Parte B – ORIENTACIONES RELATIVAS A LAS DISTINTAS REGLAS SOBRE COMPARTIMENTADO Y ESTABILIDAD CON AVERÍA DEL CAPÍTULO II-1 DEL CONVENIO SOLAS

Regla 1	Ámbito de aplicación
Regla 2	Definiciones
Regla 4	Generalidades
Regla 5	Estabilidad sin avería
Regla 5-1	Información sobre estabilidad que se facilitará al capitán
Regla 6	Índice de compartimentado prescrito R
Regla 7	Índice de compartimentado obtenido A
Regla 7-1	Cálculo del factor p_i
Regla 7-2	Cálculo del factor s_i
Regla 7-3	Permeabilidad
Regla 8	Prescripciones especiales relativas a la estabilidad de los buques de pasaje
Regla 8-1	Información operacional y capacidad de los sistemas de los buques de pasaje tras un siniestro por inundación
Regla 9	Dobles fondos en los buques de pasaje y en los buques de carga que no sean buques tanque
Regla 10	Construcción de los mamparos estancos
Regla 12	Mamparos de los piques y de los espacios de máquinas, túneles de ejes, etc.
Regla 13	Aberturas en los mamparos estancos situados por debajo de la cubierta de cierre de los buques de pasaje
Regla 13-1	Aberturas en los mamparos estancos y en las cubiertas interiores estancas de los buques de carga
Regla 15	Aberturas en el forro exterior por debajo de la cubierta de cierre de los buques de pasaje y por debajo de la cubierta de francobordo de los buques de carga
Regla 15-1	Aberturas exteriores en los buques de carga
Regla 16	Construcción y pruebas iniciales de cierres estancos
Regla 17	Integridad de estanquidad interna de los buques de pasaje por encima de la cubierta de cierre
Regla 22	Prevención y control de la entrada de agua, etc.
Apéndice	Directrices para la preparación de cálculos sobre compartimentado y estabilidad con avería

PARTE A

INTRODUCCIÓN

1 Las reglas armonizadas sobre compartimentado y estabilidad con avería del Convenio SOLAS, que figuran en su capítulo II-1, se basan en un concepto probabilista que utiliza la probabilidad de conservación de la flotabilidad tras un abordaje como medida de seguridad del buque después de avería. En las reglas dicha probabilidad se denomina "índice de compartimentado obtenido A", que puede considerarse una medida objetiva de la seguridad del buque e idealmente no necesita el complemento de prescripciones deterministas.

2 El concepto probabilista se rige por la idea de que dos buques diferentes con el mismo índice obtenido tienen el mismo nivel de seguridad, por lo cual no es necesario un tratamiento especial de partes específicas del buque, aun cuando puedan conservar la flotabilidad con distintas averías. En las reglas los únicos aspectos que reciben atención especial son las regiones de proa y del fondo, a las cuales se aplican reglas de compartimentado especiales para los casos de embestida y varada.

3 Solamente se han incorporado unos pocos elementos deterministas que eran necesarios para que el concepto fuera viable. En el caso de los buques de pasaje, también era necesario incluir una "avería menor" determinista además de las reglas probabilistas, a fin de evitar que los buques se proyecten con lo que pudiera percibirse como puntos demasiado vulnerables en algunas partes de su eslora.

4 Es fácil ver que existen muchos factores que inciden en las consecuencias finales de una avería en el casco de un buque. Tales factores son aleatorios, y su influencia varía según las características propias de cada buque. Por ejemplo, parecería obvio que en buques de tamaño similar que transportan distintas cantidades de carga, las averías de extensiones similares pueden provocar resultados diferentes debido a las diferencias en el espectro de permeabilidad y de calado durante el servicio. La masa y la velocidad del buque que aborda son, obviamente, otras variables aleatorias.

5 Por ello, el efecto de una avería tridimensional en un buque con un compartimentado estanco dado depende de las siguientes circunstancias:

- .1 qué espacio o grupo de espacios adyacentes están inundados;
- .2 el calado, el asiento y la altura metacéntrica sin avería en el momento de la avería;
- .3 la permeabilidad de los espacios afectados en el momento de la avería;
- .4 el estado de la mar en el momento de la avería; y
- .5 otros factores como los momentos de escora posibles debidos a la asimetría de los pesos.

6 Algunas de esas circunstancias son interdependientes, y la relación entre ellas y sus efectos puede variar según el caso. Además, es obvio que la resistencia del casco a la penetración tendrá algún efecto en los resultados de un buque determinado. Dado que la ubicación y el tamaño de la avería son aleatorios, no es posible estipular qué parte del barco se va a inundar. En cambio, sí es posible determinar la probabilidad de inundación en un espacio dado si se conoce por experiencia, es decir a partir de las estadísticas de averías, la

probabilidad de que ocurran ciertas averías. Así pues, la probabilidad de que se inunde un espacio es igual a las probabilidades de todas las averías que simplemente abran el espacio de que se trate al mar.

7 Por esas razones, y debido a la complejidad matemática y a la falta de datos, no sería viable realizar una evaluación exacta o directa de su efecto en la probabilidad de que un buque en particular conserve la flotabilidad tras una avería aleatoria. No obstante, es posible lograr un tratamiento lógico aceptando ciertas aproximaciones o juicios cualitativos, siguiendo el enfoque probabilista como la base de un método comparativo para la evaluación y regulación de la seguridad de los buques.

8 Aplicando la teoría de probabilidades se puede demostrar que la probabilidad de conservación de la flotabilidad del buque debería calcularse como la suma de probabilidades de su conservación de la flotabilidad tras la inundación de cada compartimiento individual o de cada grupo de dos, tres o más compartimientos adyacentes multiplicados respectivamente por las probabilidades de que ocurran las averías que ocasionan la inundación del correspondiente compartimiento o grupo de compartimientos.

9 Si se calculan las probabilidades de cada uno de los supuestos de averías a los que podría verse sometido el buque y después se combinan con la probabilidad de conservar la flotabilidad con cada una de esas averías, con el buque cargado en las condiciones de carga más probables, puede determinarse el índice de compartimentado obtenido *A* como una medida de la capacidad del buque para soportar averías por abordaje.

10 En consecuencia, la probabilidad de que un buque permanezca a flote sin hundirse ni zozobrar como resultado de un abordaje arbitrario en una posición longitudinal dada puede descomponerse en los siguientes factores:

- .1 la probabilidad de que el centro longitudinal de la avería se encuentre exactamente en la zona del buque considerada;
- .2 la probabilidad de que esa avería tenga una extensión longitudinal que solo incluya espacios entre los mamparos estancos transversales que se encuentren en dicha zona;
- .3 la probabilidad de que la avería tenga una extensión vertical que solamente inunde los espacios situados por debajo de un límite horizontal dado, como una cubierta estanca;
- .4 la probabilidad de que la avería tenga una penetración transversal que no sea superior a la distancia hasta un límite longitudinal dado; y
- .5 la probabilidad de que la integridad de la estanquidad y la estabilidad durante la secuencia de inundación sean suficientes para evitar que el buque zozobre o se hunda.

11 Los primeros tres factores solamente dependen de la disposición estanca del buque, mientras que los últimos dos dependen de la forma del buque. El último factor también depende de la condición de carga real. Agrupando estas probabilidades se realizaron los cálculos de la probabilidad de conservación de la flotabilidad, o índice de compartimentado obtenido *A*, con el objeto de incluir las siguientes probabilidades:

- .1 la probabilidad de inundación de cada compartimiento individual y de cada grupo posible de dos o más compartimientos adyacentes; y

- .2 la probabilidad de que la estabilidad después de la inundación de un compartimiento o de un grupo de dos o más compartimientos adyacentes baste para evitar la zozobra o un ángulo peligroso de escora, debido a la pérdida de estabilidad o a los momentos escorantes en las etapas intermedias o finales de la inundación.

12 Este concepto permite aplicar una regla consistente en prescribir un valor mínimo de A para un buque dado. En las reglas actuales este valor mínimo se conoce como "índice de compartimentado prescrito R " y puede hacerse depender del tamaño del buque, el número de pasajeros u otros factores que los legisladores puedan considerar de importancia.

13 La prueba de cumplimiento de las reglas pasa entonces a ser simplemente:

$$A \geq R$$

13.1 Como se explicó *supra*, el índice de compartimentado obtenido A se determina mediante una fórmula para toda la probabilidad entendida como la suma de los productos, para cada compartimiento o grupo de compartimientos, de la probabilidad de que un espacio se inunde, multiplicada por la probabilidad de que el buque no zozobre ni se hunda como consecuencia de la inundación del espacio en cuestión. En otras palabras, la fórmula general para el índice obtenido puede expresarse de la forma siguiente:

$$A = \sum p_i s_i$$

13.2 El subíndice " i " representa la zona de avería (grupo de compartimientos) que se está considerando dentro del compartimentado estanco del buque. El compartimentado se considera en sentido longitudinal, comenzando por la zona o el compartimiento más a popa.

13.3 El valor de " p_i " representa la probabilidad de que solamente se inunde la zona " i " que se está considerando, sin atender a ningún compartimentado horizontal, pero teniendo en cuenta los compartimentados transversales. El compartimentado longitudinal dentro de la zona dará como resultado supuestos de inundación adicionales, cada uno de ellos con su propia probabilidad de que ocurra.

13.4 El valor de " s_i " representa la probabilidad de conservación de la flotabilidad tras la inundación de la zona " i " que se está considerando.

14 Las ideas reseñadas *supra* son muy sencillas, pero su aplicación práctica de manera exacta plantearía dificultades en caso de que hubiera que elaborar un método matemáticamente perfecto. Como se señaló anteriormente, una descripción extensa, pero aun así incompleta, de la avería incluirá la ubicación longitudinal y vertical, así como su extensión longitudinal, vertical y transversal. Además de las dificultades que supone manejar una variable aleatoria en cinco dimensiones, es imposible determinar con mucha precisión su distribución de probabilidades a partir de las estadísticas de avería disponibles actualmente. Existen limitaciones similares en cuanto a las variables y las relaciones físicas necesarias para calcular la probabilidad de que un buque no zozobre ni se hunda durante las etapas intermedias o en la etapa final de la inundación.

15 Una aproximación avanzada de las estadísticas disponibles exigiría cálculos numerosos y muy complicados. Para que el concepto sea viable es necesario hacer grandes simplificaciones. Aun cuando no es posible calcular la probabilidad exacta de conservación de la flotabilidad de un modo tan simplificado, sí se ha podido elaborar una medida comparativa útil de los méritos del compartimentado longitudinal, transversal y horizontal del buque.

PARTE B

ORIENTACIONES RELATIVAS A LAS DISTINTAS REGLAS SOBRE COMPARTIMENTADO Y ESTABILIDAD CON AVERÍA DEL CAPÍTULO II-1 DEL CONVENIO SOLAS

REGLA 1 – ÁMBITO DE APLICACIÓN

Regla 1.3

1 Si un buque de pasaje construido antes del 1 de enero de 2009 es objeto de alteraciones o modificaciones de carácter importante, podrá seguir en el ámbito de aplicación de las reglas sobre estabilidad con avería aplicables a los buques construidos antes del 1 de enero de 2009.

2 Si un buque de pasaje construido el 1 de enero de 2009 o posteriormente, pero antes de las fechas de aplicación previstas en la regla 1.1.1.1,* es objeto de alteraciones o modificaciones de carácter importante que no afecten al compartimentado estanco del buque, o solo tengan un efecto menor, podrá seguir en el ámbito de aplicación de las reglas sobre estabilidad con avería que eran aplicables cuando fue construido. No obstante, si las alteraciones o modificaciones de carácter importante afectan considerablemente al compartimentado estanco del buque, este debería cumplir las reglas de estabilidad con avería de la parte B-1 aplicables cuando las alteraciones o modificaciones de carácter importante se lleven a cabo, a menos que la Administración determine que no es razonable ni posible, en cuyo caso el índice de compartimentado obtenido A debería aumentarse por encima del índice de compartimentado prescrito R de la construcción original tanto como sea posible.

3 La aplicación de la circular MSC.1/Circ.1246 se limita a los buques de carga construidos antes del 1 de enero de 2009.

4 Los buques de carga construidos el 1 de enero de 2009 o posteriormente de eslora inferior a 80 m que se hayan alargado posteriormente más allá de ese límite deberían cumplir plenamente lo dispuesto en las reglas de estabilidad con avería aplicables a su tipo y eslora.

5 Si un buque de pasaje que solamente ha prestado servicio en el ámbito nacional y nunca ha expedido un Certificado de seguridad para buques de pasaje del Convenio SOLAS se transforma para el servicio internacional, para los efectos de las prescripciones de estabilidad que figuran en las partes B, B-1, B-2, B-3 y B-4, debería considerarse como un buque de pasaje construido en la fecha en que comience tal transformación.

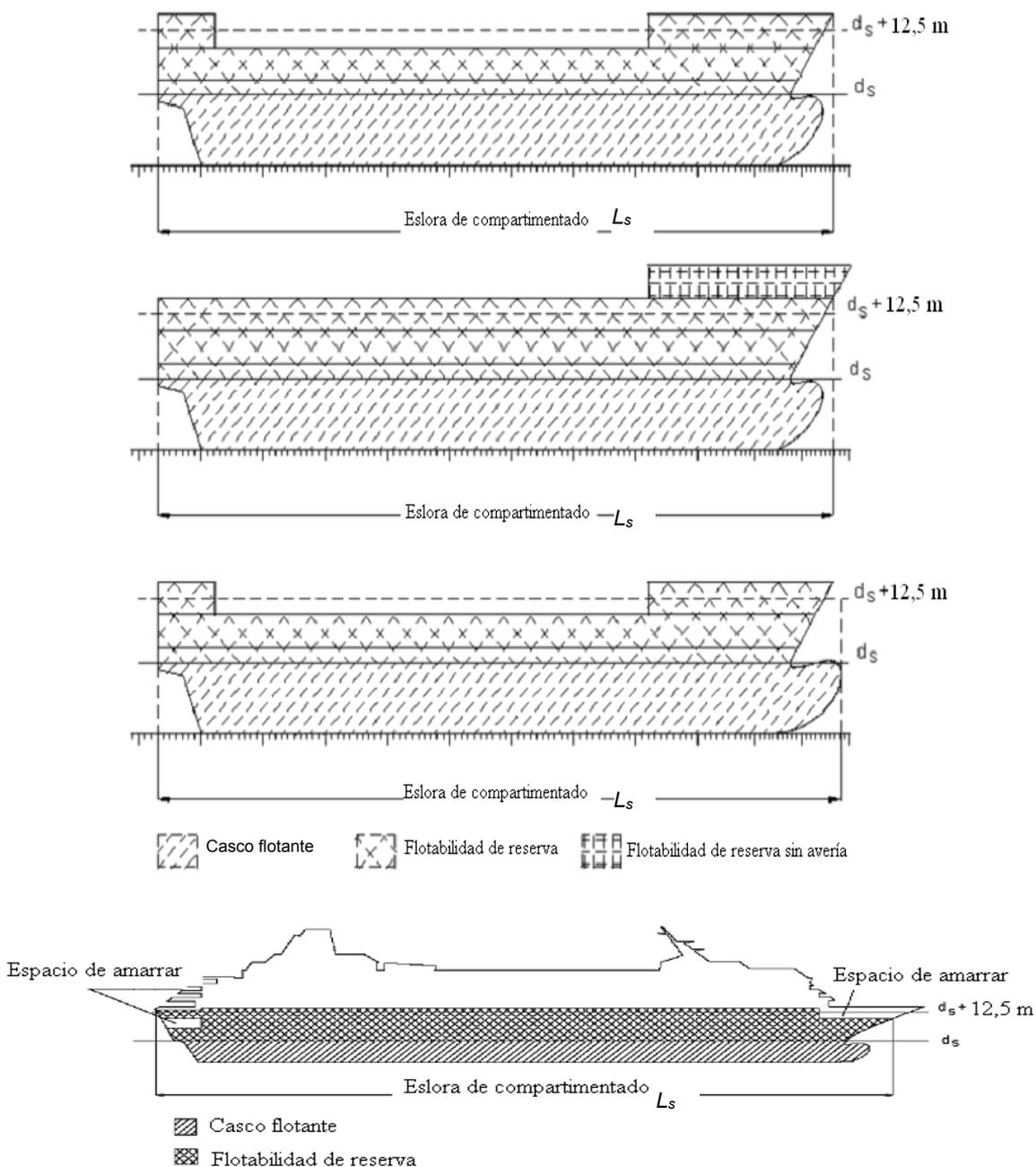
REGLA 2 – DEFINICIONES

Regla 2.1

Eslora de compartimentado (L_s) – En las figuras siguientes se muestran distintos ejemplos de L_s que ilustran el casco flotante y la flotabilidad de reserva. La cubierta límite de la flotabilidad de reserva podrá ser parcialmente estanca.

* Salvo disposición expresa en otro sentido, las reglas a las que se hace referencia en estas orientaciones son las del capítulo II-1 del Convenio SOLAS.

La máxima extensión vertical posible de la avería por encima de la línea base es $d_s + 12,5$ m.



Regla 2.6

Cubierta de francobordo – Para el tratamiento de las cubiertas de francobordo de saltillo en relación con las prescripciones de estanquidad y construcción, véanse las notas explicativas de la regla 13-1.

Regla 2.11

Calado de servicio en rosca (d_i) – En general, corresponde a la condición de llegada en lastre con el 10 % de materiales fungibles en el caso de los buques de carga. En el caso de los buques de pasaje, corresponde en general a la condición de llegada con el 10 % de materiales fungibles, una asignación completa de pasajeros y tripulación y sus efectos, y el lastre

necesario para la estabilidad y el asiento. No se entenderá por *d*, ninguna condición temporal del cambio del agua de lastre para el cumplimiento del Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, 2004, ni ninguna condición que no sea de servicio, por ejemplo, la entrada en dique seco.

Regla 2.19

Cubierta de cierre – Para el tratamiento de las cubiertas de cierre de saltillo en relación con las prescripciones de estanquidad y de construcción, véanse las notas explicativas de la regla 13.

REGLA 4 – GENERALIDADES

Regla 4.5

Para información y orientación sobre estas disposiciones, véanse las notas explicativas de la regla 7-2.2.

REGLA 5 – ESTABILIDAD SIN AVERÍA

Regla 5.2

1 Para los efectos de la presente regla, se entiende por buque gemelo un buque de carga construido en los mismos astilleros a partir de los mismos planos.

2 Para todo buque gemelo nuevo con diferencias conocidas respecto del buque gemelo tomado como modelo que no superen los límites de desviación de desplazamiento en rosca y posición longitudinal del centro de gravedad especificados en la regla 5.2, debería llevarse a cabo un cálculo detallado de los pesos y los centros de gravedad para ajustar las propiedades en rosca del buque gemelo tomado como modelo. Estas propiedades en rosca ajustadas del buque gemelo tomado como modelo se utilizarán para una comparación con los resultados del reconocimiento en rosca del nuevo buque gemelo. No obstante, cuando se conozcan diferencias con respecto al buque gemelo tomado como modelo que excedan los límites de desviación de desplazamiento en rosca o posición longitudinal de centro de gravedad especificados en la regla 5.2, el buque debería someterse a una prueba de estabilidad.

3 Cuando los resultados del reconocimiento en rosca no superen los límites de desviación especificados, el desplazamiento en rosca y las posiciones longitudinales y transversales de los centros de gravedad obtenidos del reconocimiento en rosca deberían utilizarse junto con el valor de la posición vertical del centro de gravedad del buque gemelo tomado como modelo o el valor ajustado si este es mayor.

4 La regla 5.2 podrá aplicarse a los buques regidos por el Código SPS certificados para transportar menos de 240 personas.

Regla 5.4

1 Cuando se efectúen alteraciones en un buque en servicio que redunden en diferencias calculables de las propiedades del buque en rosca, deberían efectuarse cálculos pormenorizados de los pesos y de los centros de gravedad a fin de ajustar las propiedades del buque en rosca. Si el desplazamiento en rosca o la posición longitudinal del centro de gravedad ajustados, en comparación con los valores aprobados, exceden uno de los límites de desviación especificados en la regla 5.5, el buque debería someterse a una nueva prueba de estabilidad. Además, si la posición vertical del centro de gravedad ajustada del buque en

rosca, en comparación con el valor aprobado, excede del 1 %, el buque debería someterse a una nueva prueba de estabilidad. La posición transversal del centro de gravedad del buque en rosca no es objeto de un límite de desviación.

2 Cuando un buque no exceda los límites de desviación especificados en la nota explicativa 1 *supra*, la información de estabilidad enmendada debería facilitarse al capitán utilizando las nuevas propiedades del buque en rosca calculadas en caso de que se exceda alguna de las siguientes desviaciones de los valores aprobados:

- .1 1 % del desplazamiento del buque en rosca; o
- .2 0,5 % de L para el centro de gravedad longitudinal; o
- .3 0,5 % del centro de gravedad vertical.

No obstante, en los casos en que los límites de desviación no se excedan, no es necesario enmendar la información sobre estabilidad facilitada al capitán.

3 Cuando un buque en servicio se someta a varias alteraciones durante un cierto periodo y cada alteración esté dentro de los límites de desviación que se especifican más arriba, el total de los cambios acumulados de las propiedades del buque en rosca desde la prueba de estabilidad más reciente tampoco debería superar los límites de desviación que se especifican más arriba o el buque debería someterse a una nueva prueba de estabilidad.

Regla 5.5

Cuando los resultados del reconocimiento del buque en rosca no superen los límites de desviación especificados, el desplazamiento del buque en rosca y las posiciones longitudinal y transversal de los centros de gravedad obtenidas mediante el reconocimiento del buque en rosca deberían utilizarse junto con la posición vertical del centro de gravedad obtenida mediante la prueba de estabilidad más reciente en toda la información sobre estabilidad que se facilite posteriormente al capitán.

REGLA 5-1 – INFORMACIÓN SOBRE ESTABILIDAD QUE SE FACILITARÁ AL CAPITÁN

Regla 5-1.3

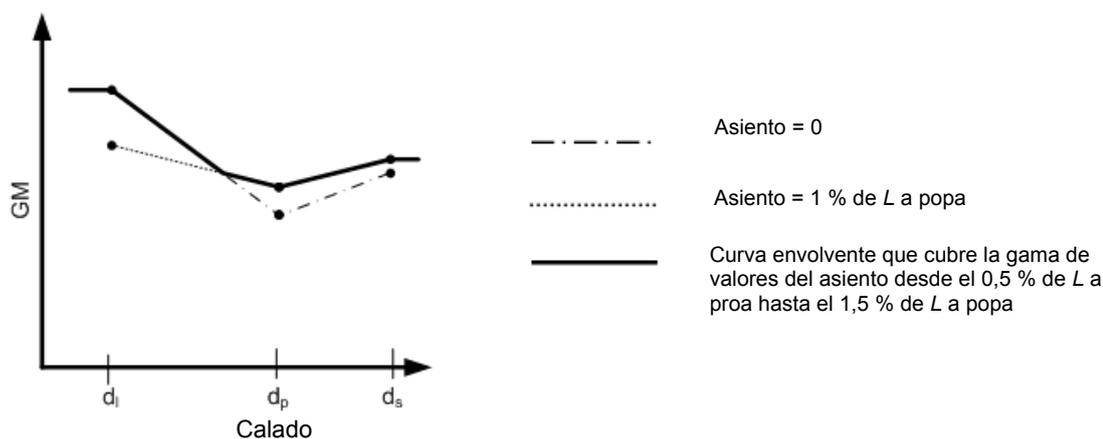
La prescripción de que los valores de asiento aplicados coincidan en toda la información sobre estabilidad que se prevea utilizar a bordo tiene por objeto los cálculos de estabilidad iniciales y los que puedan ser necesarios durante la vida de servicio del buque.

Regla 5-1.4 (véase también la regla 7.2)

1 La interpolación lineal de los valores límite entre los calados d_s , d_p y d_l se aplica solamente a los valores mínimos de GM . Si se pretende establecer curvas de la KG máxima admisible, se debería calcular un número suficiente de valores de KM_T para los calados intermedios, a fin de garantizar que las curvas de la KG máxima resultantes se corresponden con una variación lineal de la GM . Si el calado de servicio en rosca no tiene el mismo asiento que otros calados, el valor de KM_T para los calados entre el calado parcial y el calado de servicio en rosca debería calcularse para asientos interpolados entre un asiento con un calado parcial y un asiento con un calado de servicio en rosca.

2 En los casos en los que se prevea que la gama de asientos de servicio exceda del $\pm 0,5\%$ de L , la línea límite de la GM original debería proyectarse del modo habitual, calculando el calado máximo de compartimentado y el calado de compartimentado parcial con asiento a nivel y con el asiento de servicio estimado que se utilice para el calado de servicio en rosca. A continuación deberían construirse series adicionales de líneas límite de la GM a partir de la gama operacional de asientos contemplada en las condiciones de carga para cada uno de los tres calados d_s , d_p y d_i , de modo que los intervalos no superen el 1% de L . Las series de líneas límite de la GM se combinan para obtener una única curva límite de la GM envolvente. Debería indicarse claramente la gama efectiva de asientos de la curva.

3 Si se obtienen varias curvas límite de la GM a partir de los cálculos de estabilidad con avería de los distintos asientos de conformidad con la regla 7, se debería elaborar una curva envolvente que abarque todos los valores de asiento calculados. Los cálculos para los distintos valores de asiento deberían realizarse en intervalos no superiores al 1% de L . Los cálculos de estabilidad con avería deberían cubrir la gama completa de asientos, incluidos los asientos intermedios. El ejemplo que aparece a continuación muestra una curva envolvente obtenida a partir de los cálculos con asiento igual a 0 y al 1% de L .

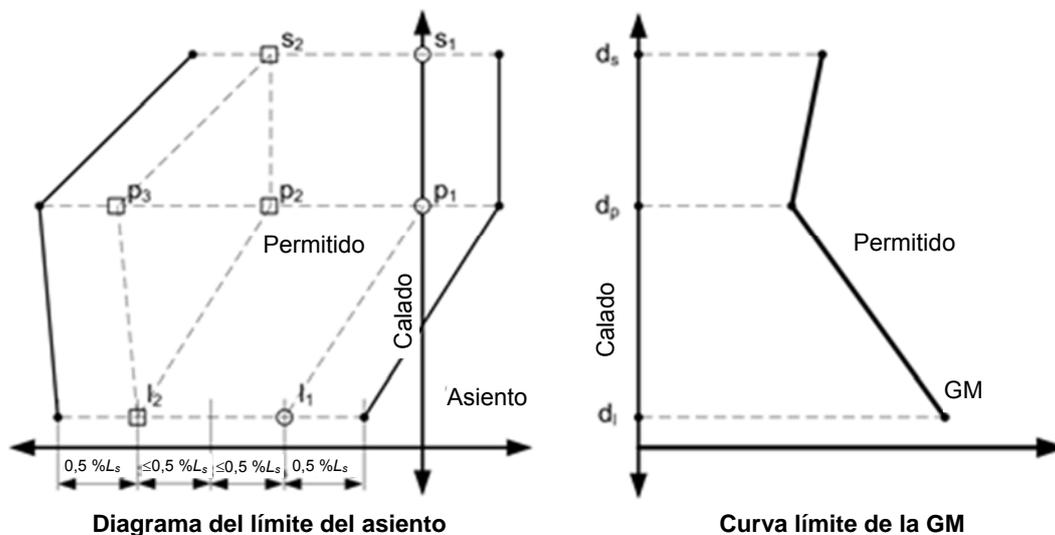


4 Pueden darse condiciones temporales de carga con un calado inferior al calado de servicio en rosca d_i debido a las prescripciones relativas al cambio del agua de lastre, etc. En estos casos, para los calados inferiores a d_i , se utilizará el valor límite de la GM para d_i .

5 Podrá permitirse que los buques naveguen con calados superiores al calado máximo de compartimentado d_s de conformidad con el Convenio internacional sobre líneas de carga, por ejemplo, utilizando el francobordo tropical. En estos casos, para los calados superiores a d_s se utilizará el valor límite de la GM para d_s .

Regla 5-1.5

Podría haber casos en los que sea conveniente ampliar la gama de asientos, por ejemplo, alrededor de d_p . Este enfoque se basa en el principio de que no es necesario utilizar el mismo número de asientos cuando la GM sea la misma para un calado y cuando los intervalos entre los asientos no excedan del 1% de L . En estos casos habrá tres valores de A basados en los calados s_1, p_1, l_1 , en s_2, p_2, l_2 , y en s_2, p_3, l_2 . Se debería utilizar el valor más bajo de cada índice parcial A_s, A_p y A_l de todos los asientos en la suma del índice de compartimentado obtenido A .



Regla 5-1.6

Esta disposición tiene por objeto abordar los casos en los que las Administraciones aprueben medios de verificación alternativos.

REGLA 6 – ÍNDICE DE COMPARTIMENTADO PRESCRITO R

Regla 6.1

Para la demostración del cumplimiento de estas disposiciones, véanse las Directrices para la preparación de cálculos sobre compartimentado y estabilidad con avería, que figuran en el apéndice, en lo que respecta a la presentación de los resultados de los cálculos sobre estabilidad con avería.

REGLA 7 – ÍNDICE DE COMPARTIMENTADO OBTENIDO A

Regla 7.1

1 El índice A expresa la probabilidad de conservar la flotabilidad después de avería por abordaje en el casco del buque. Para obtener el índice A es necesario hacer los cálculos de los distintos supuestos de avería caracterizados por la extensión de la avería y las condiciones de carga iniciales del buque antes de la avería. Deberían tenerse en cuenta tres condiciones de carga y los resultados deberían ponderarse del modo siguiente:

$$A = 0,4A_s + 0,4A_p + 0,2A_l$$

donde los índices s, p y l representan las tres condiciones de carga, y el factor que se multiplica por el índice indica el grado de ponderación del índice A con respecto a cada condición de carga.

2 El método de cálculo de A para una condición de carga determinada se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$A_c = \sum_{i=1}^{i=t} p_i [v_i s_i]$$

2.1 El índice c representa una de las tres condiciones de carga, el índice i se refiere a cada avería o grupo de averías investigadas y t es el número de averías que se han de estudiar para calcular A_c en una condición de carga concreta.

2.2 A fin de obtener un índice A máximo para un compartimentado específico, t debe ser igual a T (el número total de averías).

3 En la práctica, las combinaciones de avería que deben tenerse en cuenta están limitadas ya sea por contribuciones a A considerablemente reducidas (por ejemplo, la inundación de volúmenes considerablemente mayores) o por el rebasamiento de la longitud máxima posible de la avería.

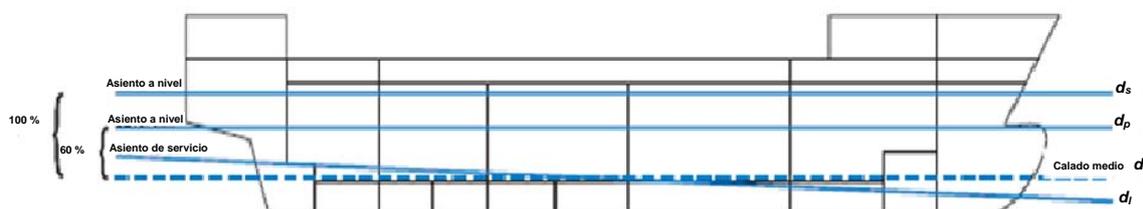
4 El índice A se divide en los factores parciales siguientes:

p_i El factor p solo depende de la configuración del dispositivo estanco del buque.

v_i El factor v depende de la configuración de la disposición estanca (cubiertas) del buque y del calado en la condición de carga inicial. Representa la probabilidad de que no se inunden los espacios situados por encima del compartimentado horizontal.

s_i El factor s depende de la conservación de la flotabilidad calculada del buque tras la avería considerada para una condición inicial específica.

5 Para calcular cada índice A deberían utilizarse tres condiciones de carga iniciales. Las condiciones de carga se definen por su calado d , asiento y GM (o KG) medios. En la figura siguiente se ilustran el calado y el asiento medios.



6 Los valores de la GM (o KG) para las tres condiciones de carga podrían obtenerse, en un primer intento, a partir de la curva límite de la GM (o KG) para la estabilidad sin avería. Si no se obtiene el índice prescrito R se podrán aumentar (o reducir) los valores de la GM (o KG), lo que implica que las condiciones de carga sin avería del cuadernillo de estabilidad sin avería han de ajustarse ahora a la curva límite de la GM (o KG) correspondiente a la estabilidad con avería calculada por la interpolación lineal entre los tres valores de GM .

7 Para una serie de buques de pasaje o buques de carga construidos a partir de los mismos planos y que tengan los mismos calados d_s , d_p y d_i , así como los mismos límites de la GM y el asiento, el índice de compartimentado obtenido A calculado para el buque modelo podrá utilizarse para los demás buques. Además, pueden aceptarse pequeñas diferencias del calado de d_i (y el cambio consiguiente de calado d_p) si se deben a pequeñas diferencias en las características del buque en rosca que no excedan los límites de desviación especificados en la regla 5.2. Para los casos en los que esas condiciones no se cumplan, debería calcularse un nuevo índice de compartimentado obtenido A .

La frase "construidos a partir de los mismos planos" significa que los aspectos estancos al agua y a la intemperie del casco, los mamparos, las aberturas y otras partes del buque que afecten al cálculo del índice de compartimentado obtenido A son exactamente los mismos.

8 En los buques de pasaje o de carga en servicio que sean objeto de alteraciones que afecten considerablemente a la información sobre estabilidad facilitada al capitán y requieran que el buque se someta a una nueva prueba de estabilidad de conformidad con la regla 5.4, debería calcularse un nuevo índice de compartimentado obtenido A . No obstante, cuando las alteraciones no requieran una nueva prueba de estabilidad ni cambien las disposiciones del buque sobre estanquidad y estanquidad a la intemperie que afecten al índice de compartimentado obtenido A , si d_s y los límites de la GM y del asiento permanecen iguales, no se necesita un nuevo índice de compartimentado obtenido A .

9 En los buques de pasaje sujetos a reconocimientos en rosca cada cinco años, si los resultados de dichos reconocimientos se encuentran dentro de los límites especificados en la regla 5.5, y d_s y los límites de la GM y del asiento permanecen iguales, no se requiere un nuevo índice de compartimentado obtenido A . No obstante, si los resultados del reconocimiento del buque en rosca superan alguno de los límites especificados en la regla 5.5, debería calcularse un nuevo índice de compartimentado obtenido A .

10 En todo buque de pasaje o de carga nuevo en el que la desviación de las características del buque en rosca entre los valores preliminares y los de construcción se encuentren dentro de los límites especificados en la regla 5.2 y d_s no haya cambiado, podrá aprobarse el cálculo preliminar del índice de compartimentado obtenido A como el cálculo definitivo de dicho índice. No obstante, en los casos en los que no se cumplan estas condiciones, debería calcularse un nuevo índice de compartimentado obtenido A .

Regla 7.2

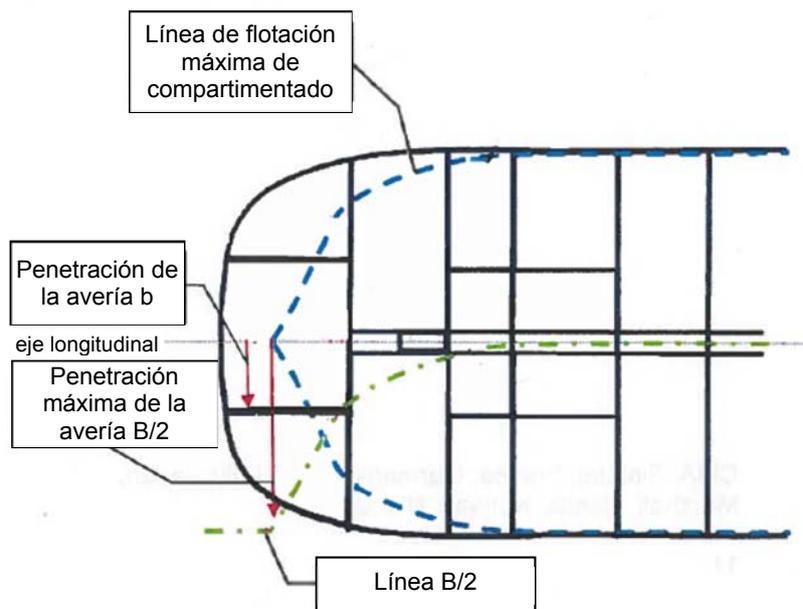
Cuando se efectúen cálculos adicionales de A para distintos asientos, respecto de una serie determinada de cálculos, la diferencia entre los valores del asiento para d_s , d_p y d_l no deberá exceder del 1 % de L .

Regla 7.5

1 Con el mismo objetivo que respecto de los tanques laterales, la suma del índice A obtenido debería reflejar los efectos causados por todos los mamparos estancos y las divisiones de protección contra la inundación dentro de la zona averiada. No es correcto suponer que se ha producido avería solo en una mitad de la manga B del buque y hacer caso omiso de los cambios que se hayan producido en el compartimentado que indiquen contribuciones menos importantes.

2 En los extremos a proa y a popa del buque, donde la manga de sección es inferior a la manga B del buque, la penetración de la avería transversal puede extenderse más allá del mamparo en el eje longitudinal. Esta aplicación de la extensión transversal de la avería es coherente con la metodología para tener en cuenta las estadísticas localizadas que se normalizan con respecto a la manga de trazado B mayor en vez de la manga en ese punto.

3 Cuando, en los extremos del buque, el compartimentado supere la línea de flotación con el calado máximo de compartimentado, se supondrá una penetración de avería b o $B/2$ desde el eje longitudinal. La siguiente figura ilustra la forma de la línea $B/2$:



4 En los buques que tengan mamparos acanalados longitudinales en los compartimientos laterales o en el eje longitudinal, dichos mamparos podrán tratarse como mamparos planos equivalentes, a condición de que la profundidad del acanalamiento sea de la misma magnitud que la estructura de refuerzo. El mismo principio puede aplicarse a los mamparos transversales acanalados.

Regla 7.6

Véanse las notas explicativas de la regla 7-2.2 para el tratamiento de las superficies libres durante todas las etapas de inundación.

Regla 7.7

1 Las tuberías y válvulas directamente adyacentes a un mamparo o a una cubierta o situadas lo más cerca posible de estos pueden considerarse parte del mamparo o de la cubierta, siempre que la distancia de separación en cualquier lado del mamparo o la cubierta sea de la misma magnitud que la estructura de refuerzo del mamparo o de la cubierta. El mismo principio se aplica a los nichos pequeños, pozos de desagüe, etc.

2 Para los buques de eslora L inferior o igual a 150 m, la disposición por la que se permite una "ligera inundación progresiva" debería limitarse a tuberías que atraviesen un compartimentado estanco y cuya área total de sección transversal no sea superior a 710 mm² entre dos compartimientos estancos cualesquiera. Para los buques de eslora L igual o superior a 150 m, el área total de sección transversal de las tuberías no debería ser superior al área de sección transversal de una tubería con un diámetro de $L/5$ 000 m.

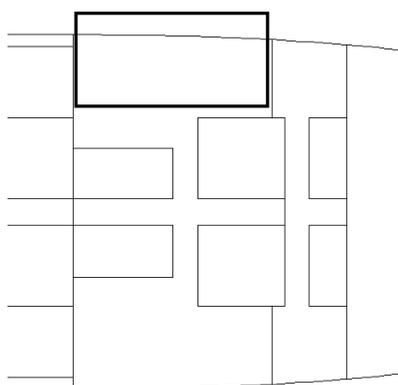
REGLA 7-1 – CÁLCULO DEL FACTOR p_i

Generalidades

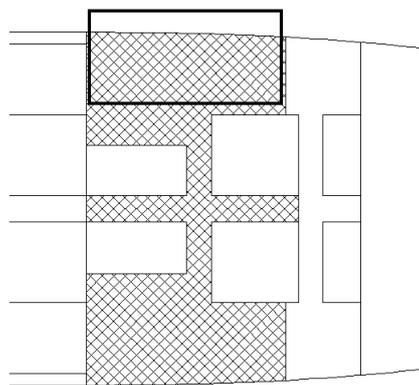
1 Las definiciones que figuran a continuación son aplicables únicamente para la parte B-1.

- 2 En la regla 7-1, por las expresiones "compartimiento" o "grupo de compartimientos" debería entenderse "zona" o "zonas adyacentes".
- 3 Zona – intervalo longitudinal del buque dentro de la eslora de compartimentado.
- 4 Cámara – parte del buque limitada por mamparos y cubiertas que tiene una permeabilidad específica.
- 5 Espacio – una combinación de cámaras.
- 6 Compartimiento – un espacio dentro de contornos estancos.
- 7 Avería – la extensión tridimensional de la brecha en el buque.
- 8 Para el cálculo de p , v , r y b solo debería considerarse la avería; para el cálculo del valor de s debería considerarse el espacio inundado. Las figuras que aparecen a continuación ilustran la diferencia.

La avería se indica con el rectángulo en negrita:



El espacio inundado se indica a continuación:



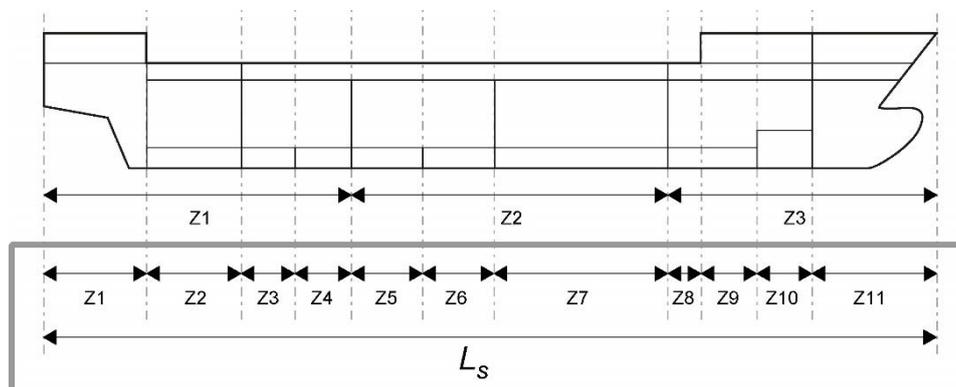
Regla 7-1.1.1

- 1 B_{11} , b_{12} , b_{21} y b_{22} son coeficientes de la función bilineal de densidad de probabilidad con respecto a la longitud normalizada de la avería (J). El coeficiente b_{12} depende de si L_s es superior o inferior a L^* (es decir, 260 m); los otros coeficientes son válidos independientemente del valor de L_s .

Compartimentado longitudinal

- 2 Para preparar el cálculo del índice A , se divide la eslora de compartimentado del buque (L_s) en un número fijo y discreto de zonas de avería. Estas zonas de avería determinarán la investigación de la estabilidad con avería, es decir, las averías específicas que han de calcularse.
- 3 No existen reglas específicas para el compartimentado longitudinal del buque, salvo que la eslora L_s define las extremidades de las zonas. Los contornos de zona no tienen necesariamente que coincidir con los contornos estancos físicos. Sin embargo, es importante estudiar cuidadosamente qué estrategia se va a utilizar para obtener un buen resultado (es decir, un valor alto del índice obtenido A). Todas las zonas y combinación de zonas adyacentes podrán contribuir al índice A . En general se prevé que cuantos más contornos de zona tenga el buque, mayor será el índice obtenido, pero esta ventaja debería equilibrarse en

relación con el tiempo adicional de cálculo. La figura siguiente muestra distintas divisiones de zonas longitudinales de la eslora L_s .



4 El primer ejemplo es una división muy aproximada en tres zonas de tamaño similar con límites que establecen el compartimentado longitudinal. Se prevé que la probabilidad de que el buque conserve la flotabilidad después de avería en una de las tres zonas sea baja (es decir, el valor del factor s es bajo o igual a cero), por lo cual el índice obtenido A total también será bajo.

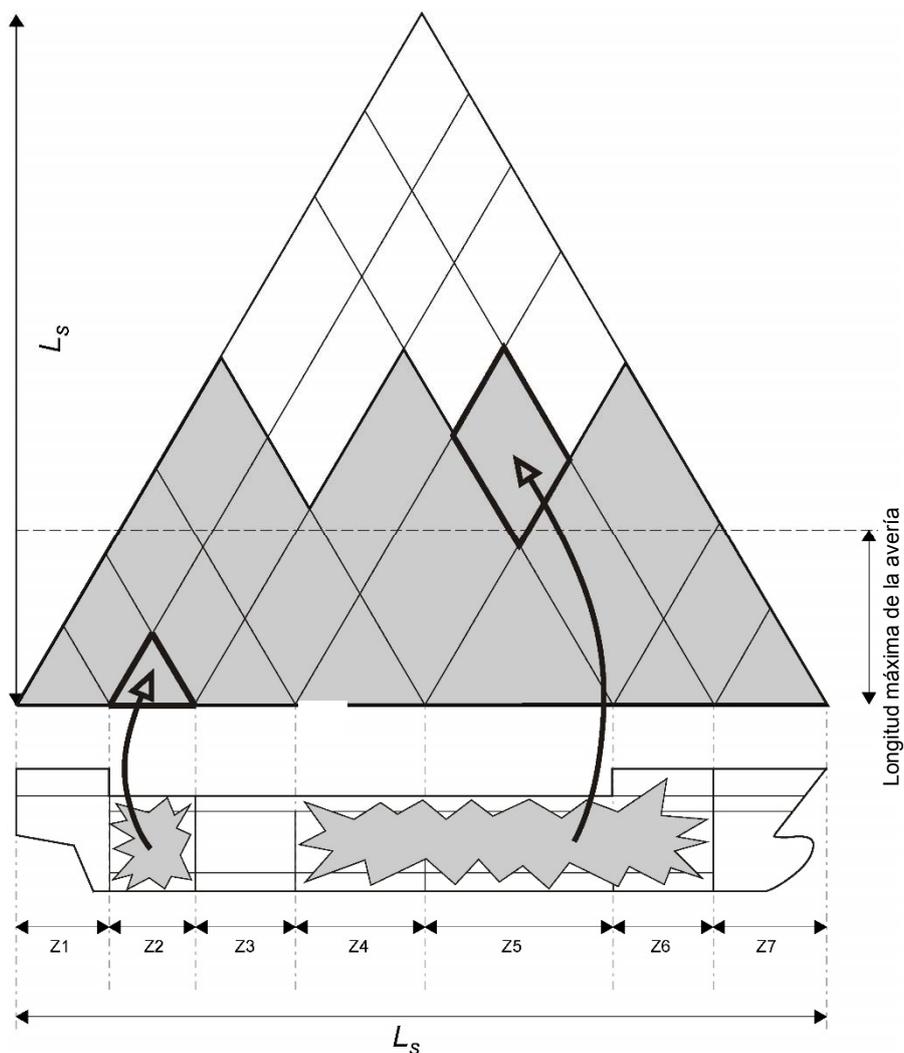
5 En el segundo ejemplo las zonas se han colocado de conformidad con la disposición estanca, incluido el compartimentado menor (como el doble fondo, etc.). En este caso son mayores las posibilidades de obtener valores superiores del factor s .

6 En los buques que tengan mamparos transversales acanalados, estos podrán tratarse como mamparos planos equivalentes, a condición de que la profundidad del acanalamiento tenga la misma magnitud que la estructura de refuerzo.

7 Las tuberías y válvulas directamente adyacentes a un mamparo transversal o situadas lo más cerca posible de este pueden considerarse parte del mamparo, siempre que la distancia de separación en cualquier lado del mamparo sea de la misma magnitud que la estructura de refuerzo del mamparo. El mismo principio se aplica a los nichos pequeños, pozos de desagüe, etc.

8 Los casos en que las tuberías y válvulas no puedan considerarse parte del mamparo transversal y representen un riesgo de inundación progresiva para otros compartimientos estancos que influya en el índice obtenido A general deberían tratarse bien introduciendo una nueva zona de avería y teniendo en consideración la inundación progresiva en los compartimientos conexos o bien introduciendo un hueco.

9 El triángulo de la figura siguiente muestra las posibles averías en una o varias zonas de un buque con una disposición estanca adecuada para una división en siete zonas. Los triángulos en la línea inferior indican averías que afectan a una sola zona y los paralelogramos indican averías en zonas adyacentes.

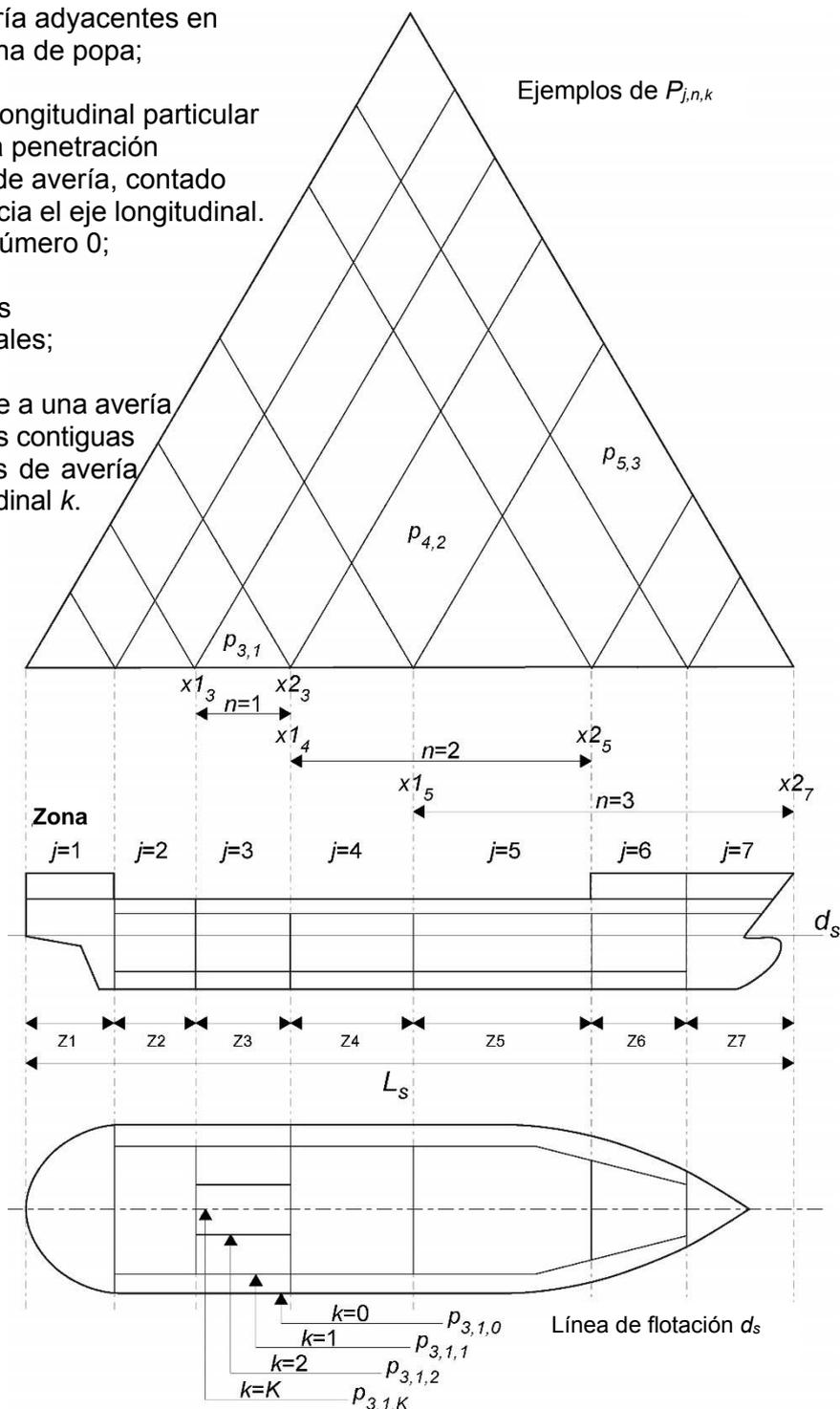


10 A modo de ejemplo, el triángulo ilustra una avería que abre las cámaras de la zona 2 al mar, mientras que el paralelogramo representa una avería en la cual las cámaras de las zonas 4, 5 y 6 se inundan simultáneamente.

11 La zona sombreada ilustra el efecto de la longitud máxima absoluta de la avería. El factor p correspondiente a una combinación de tres o más zonas adyacentes equivale a cero si la diferencia entre la longitud de las zonas de avería adyacentes combinadas y la longitud de las zonas de avería situadas más a proa y más a popa en la zona de avería combinada es superior a la longitud máxima de la avería. Teniendo presente este aspecto, al subdividir L_s se podría limitar el número de zonas definidas para aumentar al máximo el índice obtenido A .

12 Como el factor p está relacionado con la disposición estanca tanto por los límites longitudinales de las zonas de avería como por la distancia transversal desde el costado del buque a cualquier barrera longitudinal en la zona, se introducen los siguientes índices:

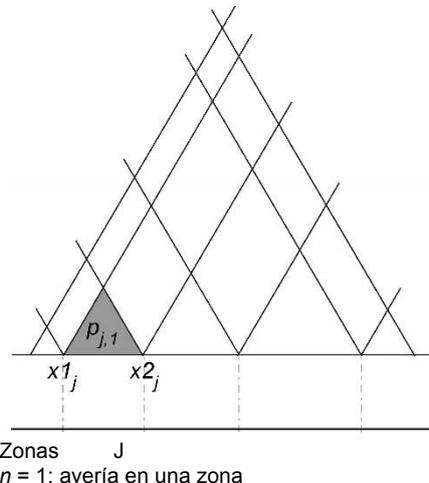
- j : número de la zona de avería, comenzando por el número 1 en la popa;
- n : número de zonas de avería adyacentes en cuestión donde j es la zona de popa;
- k : número de un mamparo longitudinal particular que forma barrera para la penetración transversal en una zona de avería, contado desde el forro exterior hacia el eje longitudinal. El forro exterior tiene el número 0;
- K : número total de contornos de penetración transversales;
- $p_{j,n,k}$: el factor p correspondiente a una avería en la zona j y en las zonas contiguas $(n-1)$ a proa de j después de avería hasta el mamparo longitudinal k .



Compartimentado estrictamente longitudinal

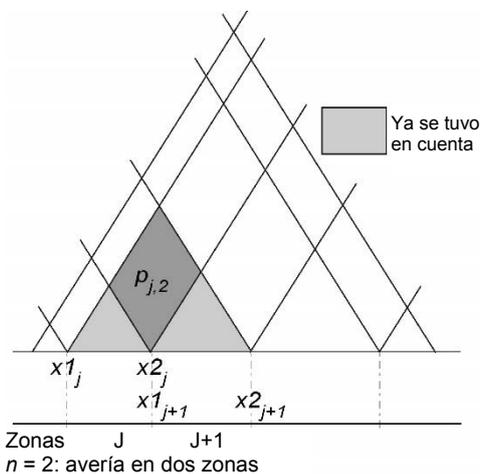
Avería en una sola zona, compartimentado estrictamente longitudinal:

$$p_{j,1} = p(x1_j, x2_j)$$



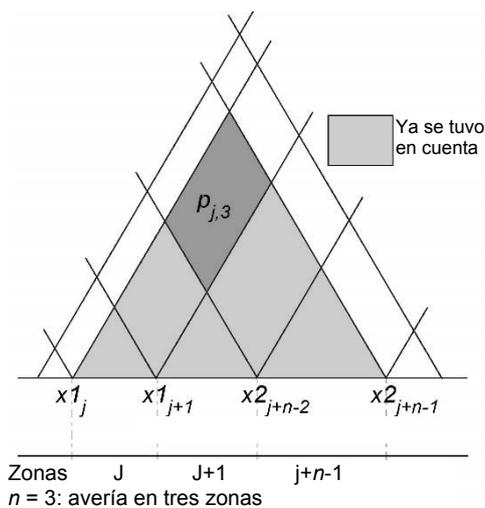
Dos zonas adyacentes, compartimentado estrictamente longitudinal:

$$p_{j,2} = p(x1_j, x2_{j+1}) - p(x1_j, x2_j) - p(x1_{j+1}, x2_{j+1})$$



Tres o más zonas adyacentes, compartimentado estrictamente longitudinal:

$$p_{j,n} = p(x1_j, x2_{j+n-1}) - p(x1_j, x2_{j+n-2}) - p(x1_{j+1}, x2_{j+n-1}) + p(x1_{j+1}, x2_{j+n-2})$$



Regla 7-1.1.2

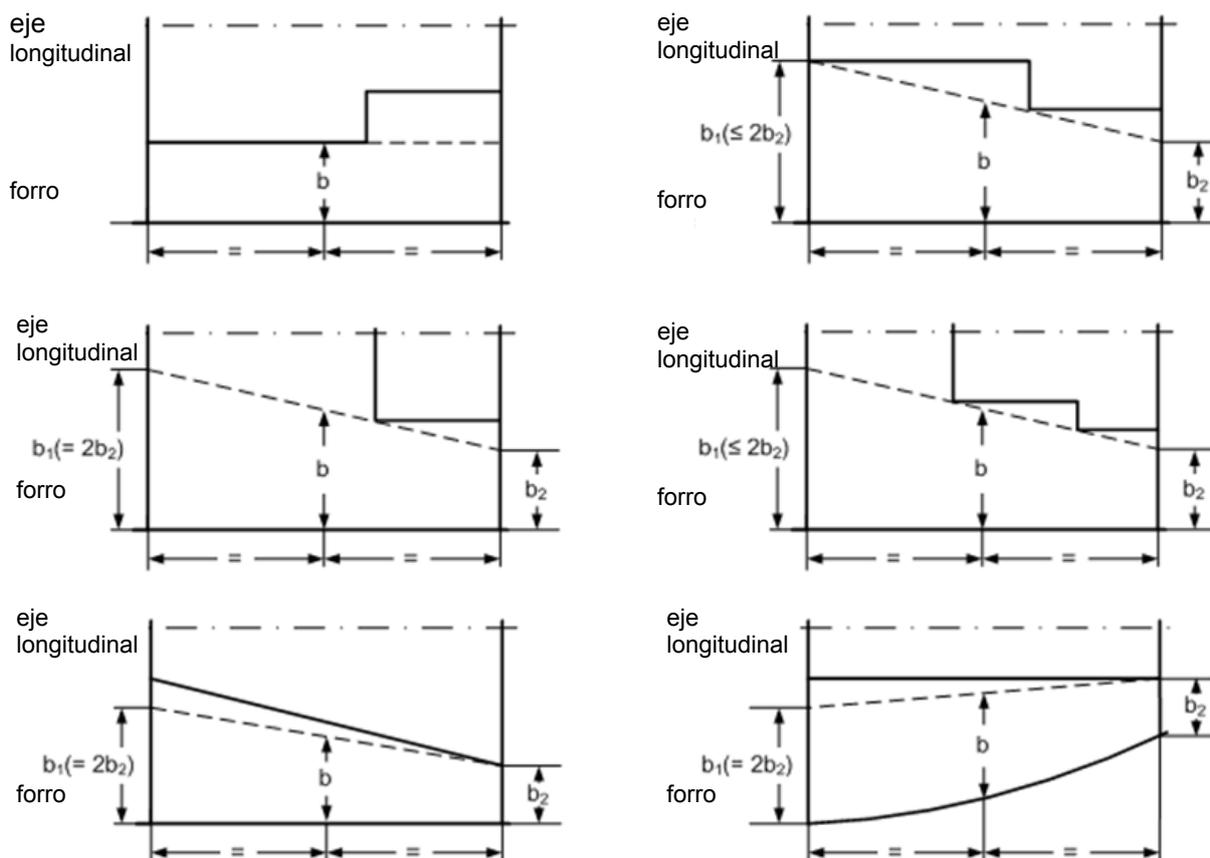
Compartimentado transversal en una zona de avería

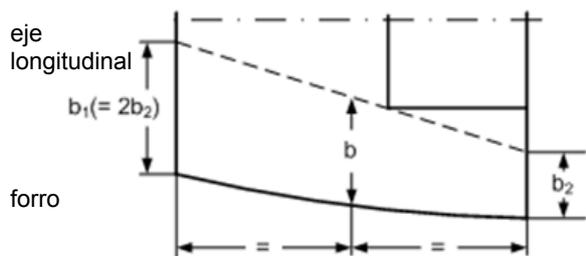
1 La avería del casco en una zona de avería específica puede penetrar solamente en el casco estanco del buque o puede extenderse más hacia el eje longitudinal. Para describir la probabilidad de que la penetración solo afecte a un compartimento lateral, se utiliza un factor de probabilidad r que se basa principalmente en la profundidad de penetración b . El valor de r es igual a 1 si la profundidad de penetración equivale a $B/2$, donde B es la manga máxima del buque para el calado máximo de compartimentado d_s y $r = 0$ si $b = 0$.

2 La profundidad de penetración b se mide para el calado máximo de compartimentado d_s como la distancia transversal desde el costado del buque en ángulo recto con el eje longitudinal hasta una barrera longitudinal.

3 Donde el mamparo estanco no sea un plano paralelo al forro, b debería determinarse a partir de una línea supuesta que divida la zona hasta el forro en una relación b_1/b_2 , siendo $1/2 \leq b_1/b_2 \leq 2$.

4 En las figuras *infra* se muestran ejemplos de estas líneas de división supuestas. Cada gráfico representa una única zona de avería para un plano de flotación d_s , y el mamparo longitudinal representa la posición más externa del mamparo por debajo de $d_s + 12,5$ m.





4.1 Si un compartimentado transversal intercepta la línea de flotación en el calado máximo de compartimentado dentro de la zona, b será igual a cero en dicha zona para ese compartimentado transversal (véase la figura 1). Puede obtenerse un valor de b distinto de cero si se incluye una zona adicional (véase la figura 2).

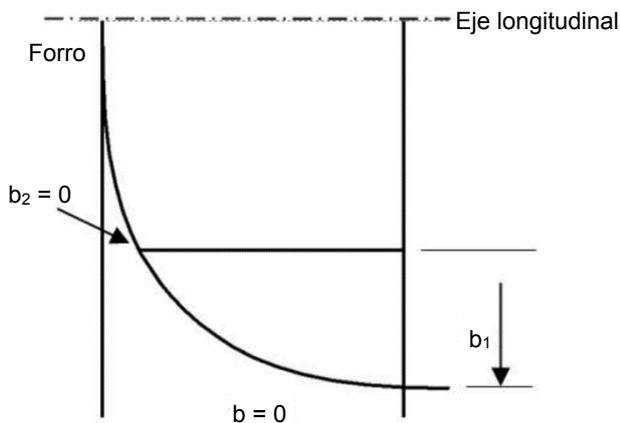


Figura 1

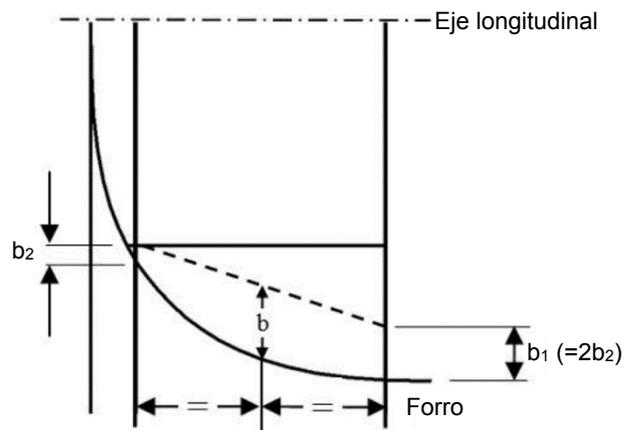


Figura 2

4.2 Si la línea de flotación en el calado máximo de compartimentado en el costado de un buque de casco sencillo incluye una parte en la que hay varias coordenadas transversales (y) para un punto longitudinal (x), puede utilizarse una línea de flotación de referencia enderezada para el cálculo de b . Si se opta por seguir este enfoque, la línea de flotación original se sustituye por una curva envolvente que incluye partes rectas perpendiculares al eje longitudinal donde haya varias coordenadas transversales (véanse las figuras 1 a 4). La extensión máxima de la avería transversal $B/2$ debería calcularse entonces a partir de la línea de flotación o de la línea de flotación de referencia, según proceda, en el calado máximo de compartimentado.

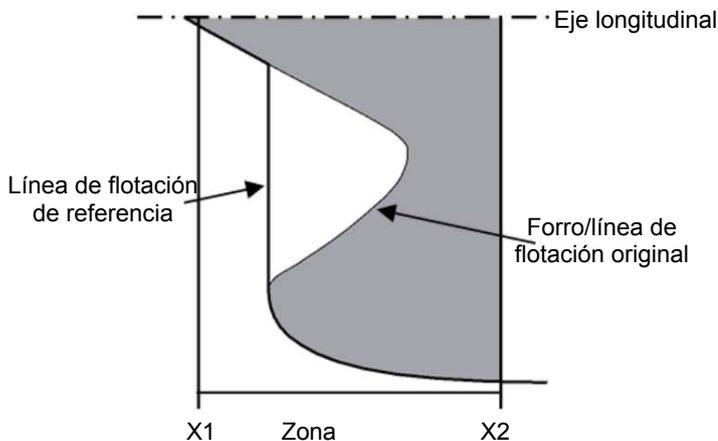


Figura 1

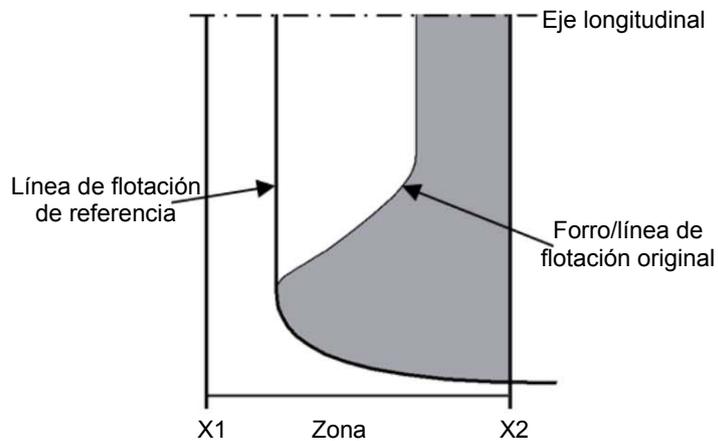


Figura 2

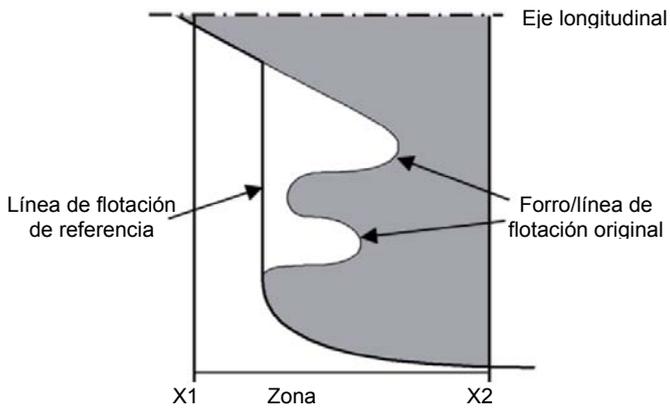


Figura 3

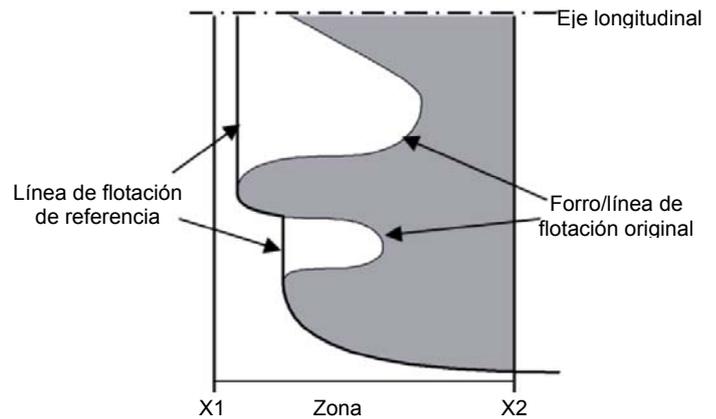


Figura 4

5 Al calcular los valores de r para un grupo de dos o más compartimentos adyacentes, el valor b será común para todos los compartimentos del grupo, e igual al menor valor de b en dicho grupo:

$$b = \text{mín. } \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$$

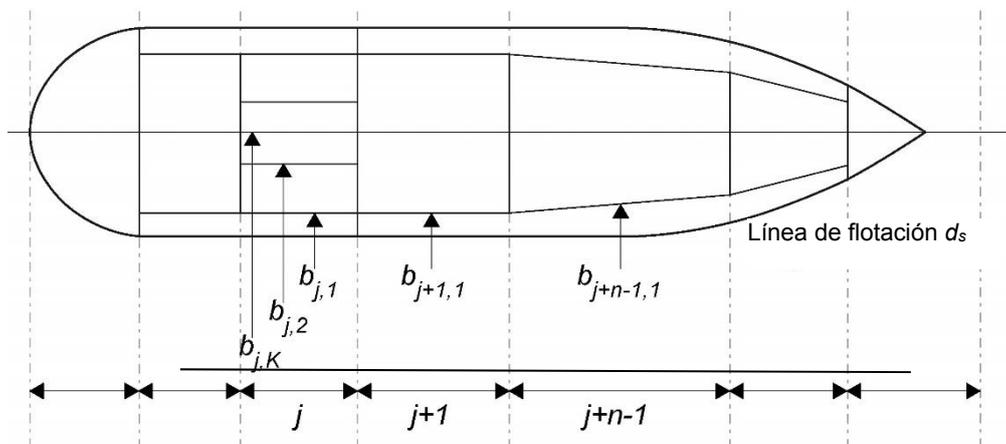
donde: n = número de compartimentos laterales del grupo;
 b_1, b_2, \dots, b_n = valores medios de b para cada compartimento lateral del grupo.

P acumulativo

6 El valor acumulado de p para una zona o un grupo de zonas adyacentes se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$P_{j,n} = \sum_{k=1}^{k=K_{j,n}} p_{j,n,k}$$

donde: $K_{j,n} = \sum_j^{j+n-1} K_j$ es el número total de valores de b_k para las zonas adyacentes en cuestión.



7 La figura ilustra los distintos valores de b para las zonas adyacentes. La zona j tiene dos límites de penetración y uno al centro. La zona $j+1$ tiene un valor de b y la zona $j+n-1$ tiene un valor de b . Las zonas múltiples tendrán $(2+1+1)$ cuatro valores de b que, en orden creciente, son los siguientes:

$$(b_{j,1}; b_{j+1,1}; b_{j+n-1,1}; b_{j,2}; b_{\kappa})$$

8 Debido a la expresión definida para $r(x1, x2, b)$, solo debería considerarse un valor de b_{κ} . Para reducir al mínimo el número de cálculos, pueden suprimirse los b del mismo valor.

Como $b_{j,1} = b_{j+1,1}$, el b final será $(b_{j,1}; b_{j+n-1,1}; b_{j,2}; b_{\kappa})$

Ejemplos de zonas múltiples que tienen un valor diferente de b

9 En las siguientes figuras aparecen ejemplos de zonas de avería combinadas y de definiciones de avería. Los compartimientos se denominan R10, R12, etc.

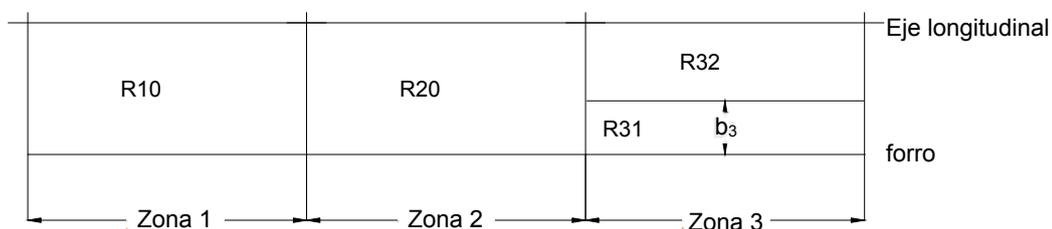


Figura – Las averías combinadas de las zonas 1 + 2 + 3 incluyen una penetración limitada hasta b_3 , teniendo en cuenta la generación de dos averías:

- 1) hasta b_3 con R10, R20 y R31 averiados;
- 2) hasta $B/2$ con R10, R20, R31 y R32 averiados.

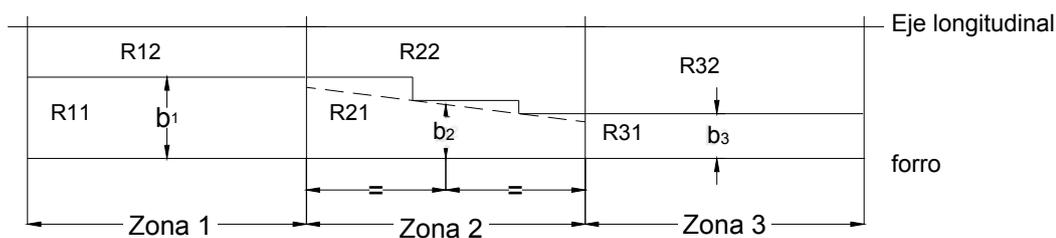


Figura – Avería combinada de las zonas 1 + 2 + 3, incluidas tres penetraciones limitadas diferentes que generan cuatro averías:

- 1) hasta b_3 con R11, R21 y R31 averiados;
- 2) hasta b_2 con R11, R21, R31 y R32 averiados;
- 3) hasta b_1 con R11, R21, R31, R32, y R22 averiados;
- 4) hasta $B/2$ con R11, R21, R31, R32, R22 y R12 averiados.

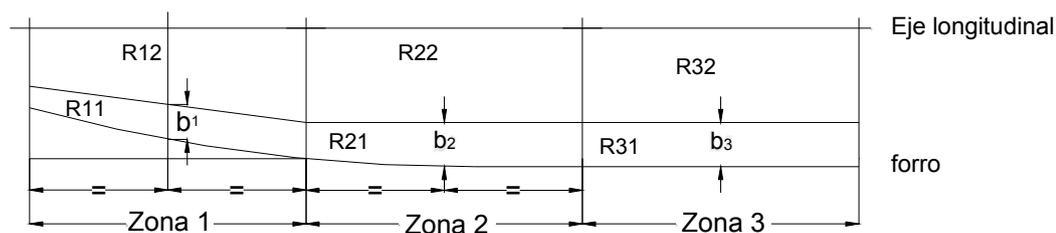
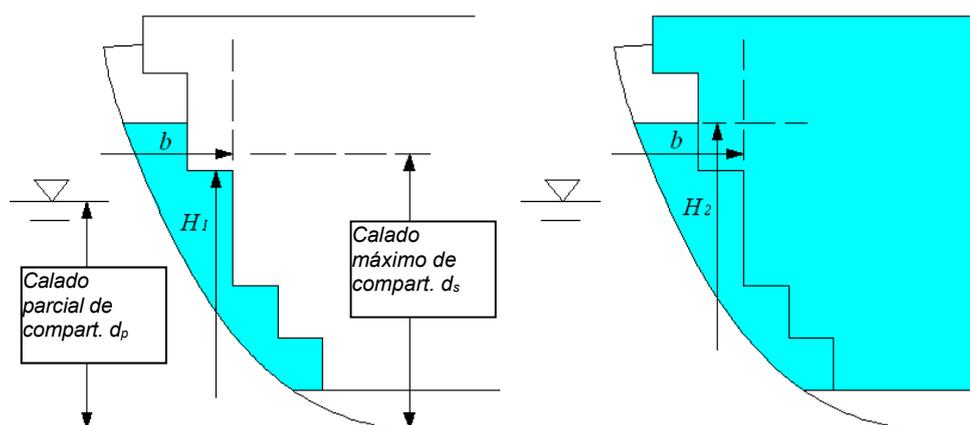


Figura – Averías combinadas de las zonas 1 + 2 + 3, incluidas dos penetraciones limitadas diferentes ($b_1 < b_2 = b_3$) que generan tres averías:

- 1) hasta b_1 con R11, R21 y R31 averiados;
- 2) hasta b_2 con R11, R21, R31 y R12, averiados;
- 3) hasta $B/2$ con R11, R21, R31, R12, R22 y R32 averiados.

10 Las averías que tengan una extensión transversal b y vertical H_2 dan lugar a una inundación tanto del compartimento lateral como de la bodega; con b y H_1 solo se inunda el compartimento lateral. La figura muestra una avería parcial con calado de compartimentado d_p .



11 Lo mismo es válido si se calculan los valores de b para disposiciones con paredes en pendiente.

12 Las tuberías y válvulas directamente adyacentes a un mamparo longitudinal o situadas lo más cerca posible de este pueden considerarse parte del mamparo, siempre que la distancia de separación en cualquier lado del mamparo sea de la misma magnitud que la estructura de refuerzo del mamparo. El mismo principio se aplica a los nichos pequeños, pozos de desagüe, etc.

REGLA 7-2 – CÁLCULO DEL FACTOR s_i

Generalidades

1 Condición inicial – Condición de carga sin avería que debe tenerse en cuenta en el análisis de la avería y que se describe utilizando el calado medio, la posición vertical del centro de gravedad y el asiento, o parámetros alternativos para calcularla (por ejemplo, desplazamiento, GM y asiento). Existen tres condiciones iniciales que corresponden a los tres calados (d_s , d_p y d_i).

2 Límites de inmersión – Serie de puntos que no deben quedar sumergidos en ninguna de las etapas de la inundación, que se indican en las reglas 7-2.5.2 y 7-2.5.3.

3 Aberturas – Deben definirse todas las aberturas, tanto las estancas a la intemperie como las que no están protegidas. Las aberturas son el factor más crítico para evitar un valor impreciso del índice A. Si con la flotación definitiva se sumerge la parte inferior de alguna abertura a través de la cual puede producirse inundación progresiva, el factor "s" podrá volver a calcularse teniendo en cuenta dicha inundación. No obstante, en este caso, el valor s también deberá calcularse sin tener en cuenta la inundación progresiva y la abertura correspondiente. El valor s más bajo debería mantenerse como contribución al índice obtenido.

Regla 7-2.1

1 En los casos en que la curva GZ incluya más de una "gama" de brazos adrizantes positivos para una etapa específica de la inundación, a efectos de cálculo se podrá utilizar únicamente una "gama" positiva continua de la curva GZ dentro de la gama permisible o de los límites de la escora. Es posible que las distintas etapas de la inundación no puedan combinarse en una sola curva GZ.

Figura 1

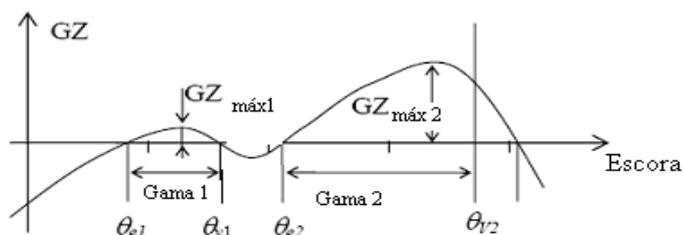
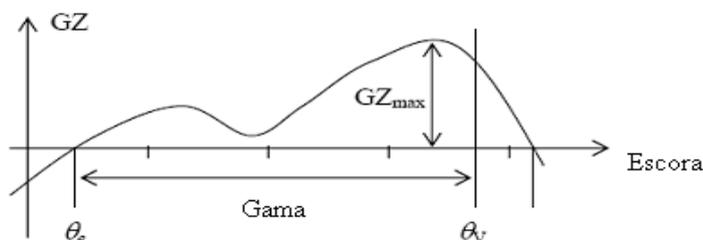


Figura 2



2 En la figura 1, el factor s podrá calcularse a partir del ángulo de escora, la gama y la curva correspondiente $GZ_{máx}$ de la primera o segunda "gama" de brazos adrizantes positivos. En la figura 2, solo se puede calcular un factor s.

Regla 7-2.2

Etapas intermedias de la inundación

1 Para los casos de inundación instantánea en espacios no restringidos en la zona de avería no será necesario hacer los cálculos de la etapa intermedia de la inundación. Cuando haya que calcular las etapas intermedias de la inundación en relación con la inundación progresiva, la inundación a través de cerramientos no estancos o la inundación compensatoria, estos cálculos deberían reflejar la secuencia y el nivel de llenado por fases. Los cálculos de las etapas intermedias de la inundación deberían realizarse siempre que el equilibrado no sea instantáneo, es decir, que dure más de 60 s. Dichos cálculos tienen en cuenta el avance a través de uno o varios espacios inundables (no estancos) o espacios afectados por la inundación compensatoria. Ejemplos típicos de estructuras que pueden

aminorar considerablemente la velocidad del equilibrado de los compartimientos principales son los mamparos que rodean los espacios refrigerados, las cámaras incineradoras y los mamparos longitudinales provistos de puertas no estancas.

Cerramientos contra la inundación

2 Si un compartimiento comprende cubiertas, mamparos internos, elementos estructurales y puertas de estanquidad y resistencia suficientes para restringir considerablemente el flujo de agua, a efectos del cálculo de la etapa intermedia de la inundación dicho compartimiento debería dividirse en los espacios no estancos correspondientes. Se supone que las divisiones no estancas consideradas en los cálculos se limitan a cubiertas y mamparos contraincendios de clase "A" y no a los mamparos y cubiertas contraincendios de clase "B" normalmente utilizados en las zonas de alojamiento (por ejemplo, camarotes y pasillos). Esta orientación también está relacionada con la regla 4.5. Para los espacios del doble fondo en general, solamente las principales estructuras longitudinales con un número limitado de aberturas tienen que considerarse cerramientos contra la inundación.

Cálculo de la inundación secuencial

3 Para cada hipótesis de avería, la extensión y la ubicación de la avería determinan la etapa inicial de inundación. Los cálculos deberían realizarse por etapas, que, en cada caso, incluyan por lo menos dos fases de llenado intermedio además de la fase completa por espacio inundado. Los espacios no restringidos en la zona de avería deberían considerarse inundados inmediatamente. Cada una de las etapas subsiguientes afectará a todos los espacios conectados que se inunden simultáneamente hasta que se llegue a un cerramiento impermeable o hasta que se alcance el equilibrio final. A menos que el proceso de inundación se simule mediante métodos en el dominio del tiempo, cuando una etapa de inundación da lugar tanto a un dispositivo automático de inundación compensatoria como a un cerramiento no estanco, se supone que el dispositivo automático de inundación compensatoria actuará de inmediato y tendrá lugar antes de que se produzcan brechas en los cerramientos no estancos. Si debido a la configuración del compartimentado del buque se prevé que otras etapas intermedias de la inundación sean más onerosas, estas deberían investigarse.

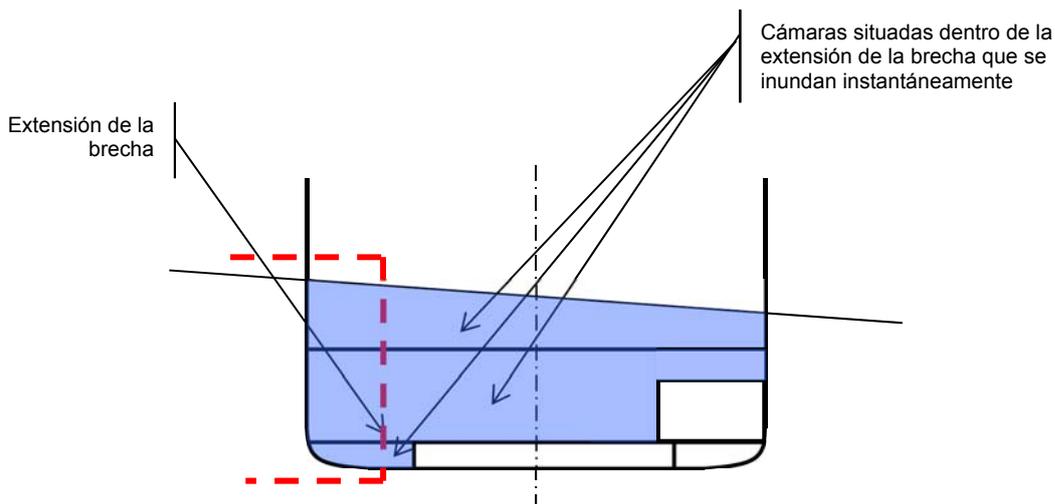
3.1 En cada fase de una etapa de inundación (salvo en la fase final), el momento transversal instantáneo del agua de inundación se calcula suponiendo un volumen constante de agua para cada ángulo de escora. La curva GZ se calcula con un desplazamiento sin avería constante en todas las etapas de inundación. Solo es necesario suponer una superficie libre para el agua en los espacios inundados durante la etapa en curso.

En la fase final completa de cada etapa, el nivel del agua en las cámaras inundadas durante esta etapa alcanza el nivel del mar exterior, de modo que puede utilizarse el método de la pérdida de flotabilidad. El mismo método se aplica en cada etapa sucesiva (volumen añadido de agua con un desplazamiento sin avería constante para todas las fases antes de la fase final completa de la etapa que está considerándose), mientras que cada una de las etapas previas en la fase final completa puede calcularse con el método de la pérdida de flotabilidad.

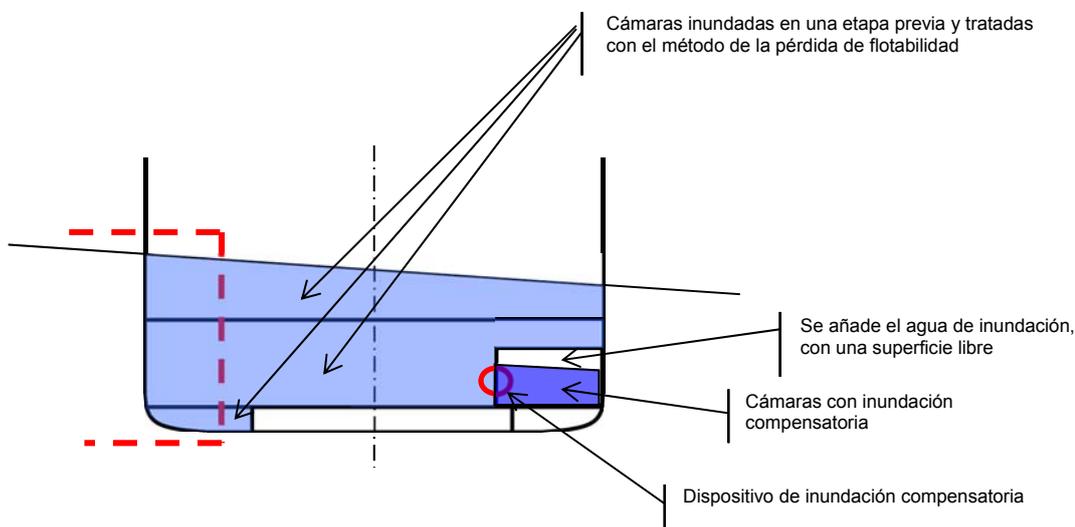
Los ejemplos que se indican *infra* presentan un enfoque simplificado y secuencial de la inundación compensatoria y la inundación descendente de la etapa intermedia. Dado que no se tienen en cuenta la inundación descendente ni la inundación compensatoria simultáneas, todo tiempo hasta la inundación calculado con este enfoque secuencial debería ser conservador. También son aceptables enfoques alternativos, por ejemplo, la simulación en el dominio del tiempo.

Ejemplo 1: avería principal con dispositivo de inundación compensatoria

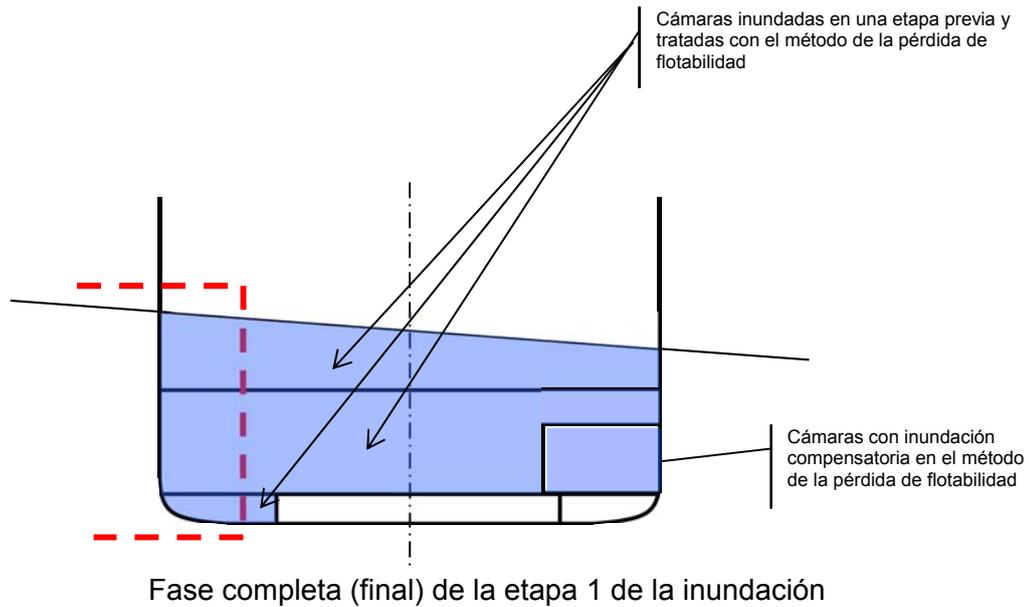
Etapa 0: los espacios no restringidos en la zona de avería deberían considerarse inundados inmediatamente (no se tienen en cuenta las fases intermedias). Se aplica el método de la pérdida de flotabilidad, dado que esta fase es completa (final). Siempre que el buque no zozobre y se mantenga en una posición a flote desde la que pueda procederse a la inundación compensatoria, la etapa 0 no tiene que tenerse en cuenta en el cálculo de s_{factor} , dado que la primera etapa intermedia se calculará después de 60 segundos. Véase la nota explicativa 5 sobre inundación compensatoria/equilibrado que figura *infra*.



Etapa 1: inundación compensatoria de la cámara opuesta

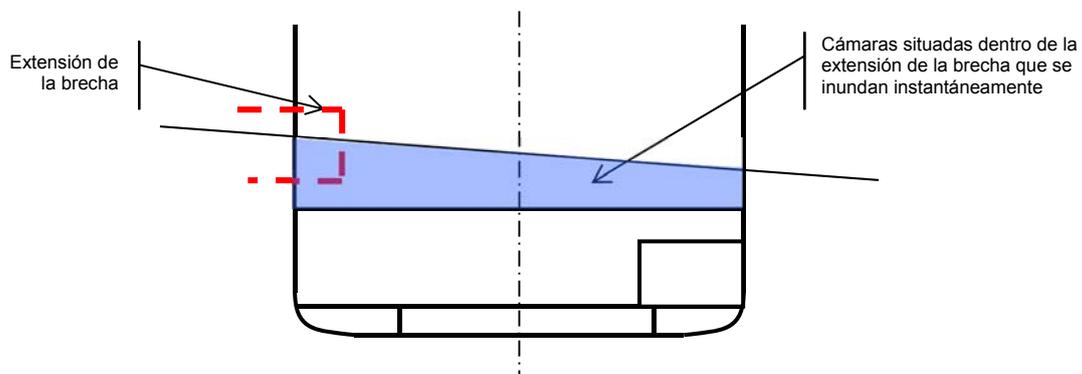


Una fase intermedia

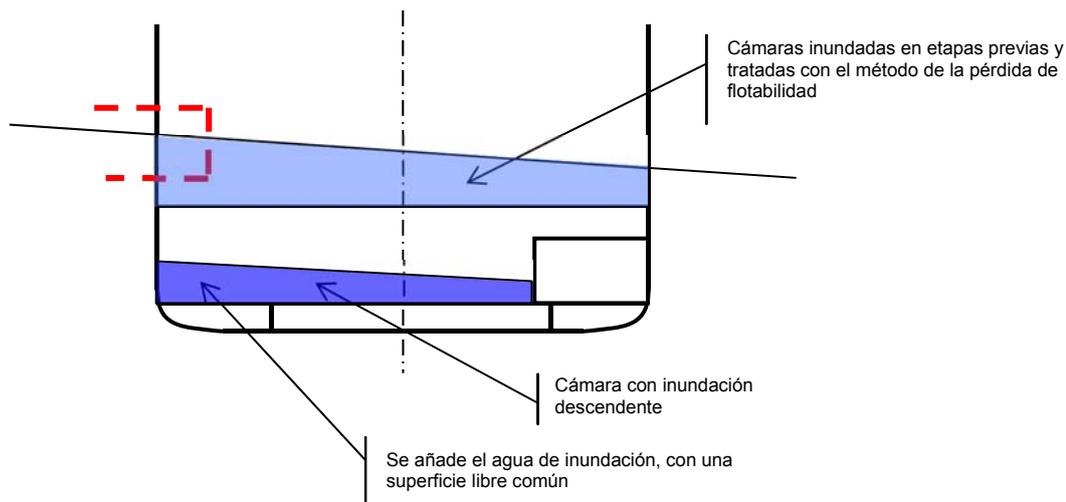


Ejemplo 2: avería menor con inundación descendente e inundación compensatoria

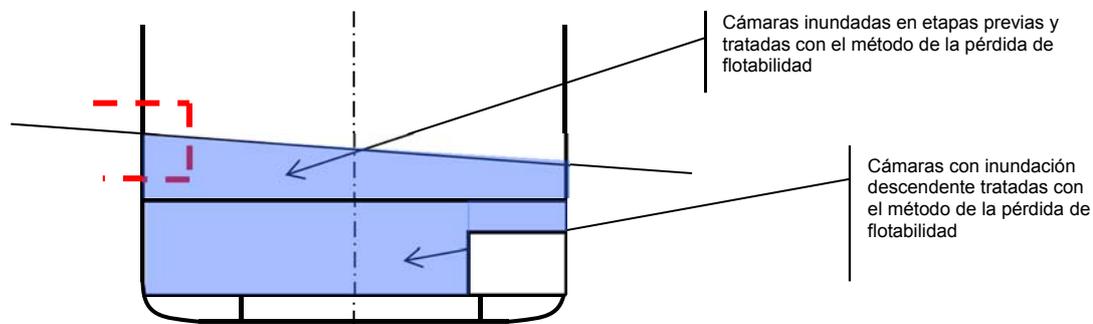
Etapa 0: los espacios no restringidos en la zona de avería deberían considerarse inundados inmediatamente (no se tienen en cuenta las fases intermedias). Se aplica el método de la pérdida de flotabilidad, dado que esta fase es completa (final). Siempre que el buque no zozobre y se mantenga en una posición a flote desde la que pueda procederse a la inundación compensatoria, la etapa 0 no tiene que tenerse en cuenta en el cálculo de S_{factor} , dado que la primera etapa intermedia se calculará después de 60 segundos. Véase la nota explicativa 5 sobre inundación compensatoria/equilibrado que figura *infra*.



Etapa 1: inundación descendente a través de una cubierta no estanca:

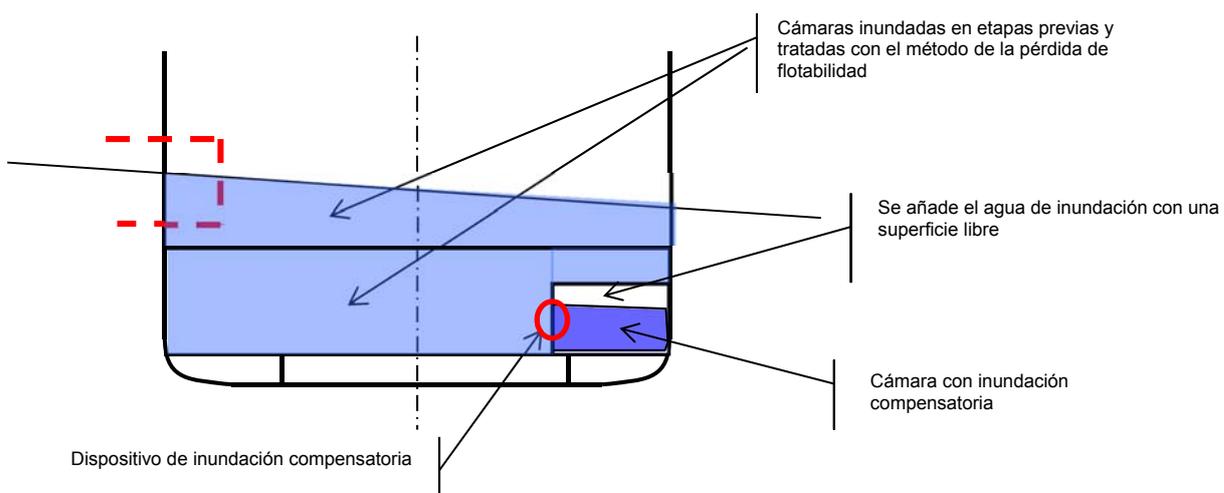


Una fase intermedia

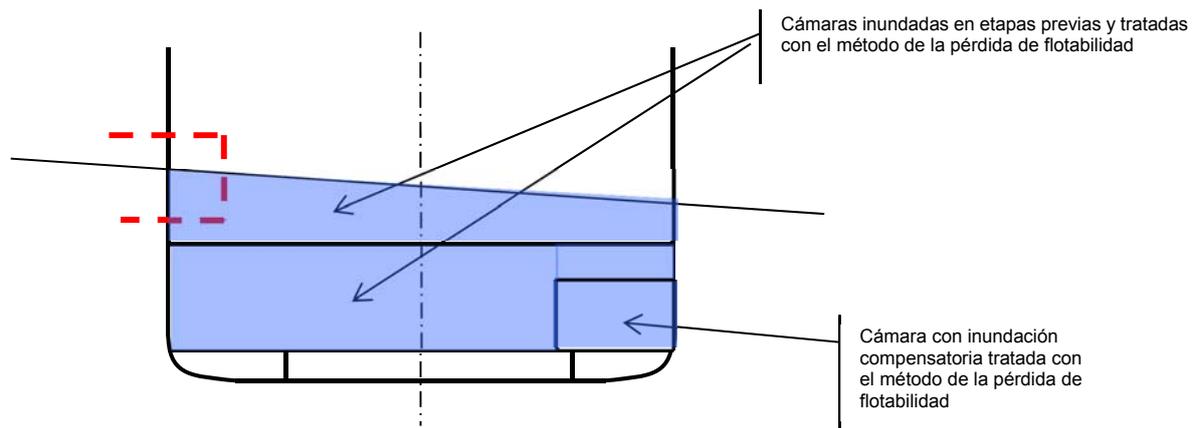


Fase final (completa) de la etapa 1

Etapa 2: inundación compensatoria



Fase intermedia



Fase completa (final) de la etapa 2

Inundación compensatoria/equilibrado

4 Por lo general, la inundación compensatoria es la inundación de un espacio sin avería del buque para reducir la escora en la condición de equilibrio final.

5 El tiempo de inundación compensatoria se debería calcular de acuerdo con la "Recomendación revisada sobre un método uniforme para evaluar los medios de inundación compensatoria" (resolución MSC.362(92)). Si el equilibrado total de fluidos ocurre en 60 s o menos, se debería tratar como instantáneo y no es necesario realizar ningún otro cálculo. Además, en los casos en que $s_{final} = 1$ se logra en 60 s o menos pero el equilibrado no es completo, también se puede suponer que se trata de un caso de inundación instantánea si s_{final} no disminuye. En los casos en que el equilibrado total de fluidos supere los 60 s, la primera etapa intermedia que se ha de tener en cuenta es el valor de $s_{intermedio}$ después de 60 s. En los casos de inundación instantánea, solamente se deberían considerar eficaces los medios de inundación compensatoria de apertura automática sin válvulas.

6 Siempre que el buque tenga un valor GZ mayor que 0 y permanezca en una posición desde la cual pueda procederse a la inundación compensatoria, no es necesario tener en cuenta la etapa 0 para el cálculo de s_{factor} , dado que la primera etapa intermedia se calculará después de 60 segundos.

7 Solamente los dispositivos de inundación compensatoria que estén suficientemente sumergidos por debajo de la flotación externa en la etapa 0 se utilizarán en el cálculo de la inundación compensatoria de conformidad con la resolución MSC.362(92).

8 Si el equilibrado de fluidos puede ultimarse en 10 minutos o menos, la evaluación de la conservación de la flotabilidad se lleva a cabo utilizando la fórmula de la regla 7-2.1.1 (es decir, con el valor menor de $s_{intermedio}$ o $s_{final} \cdot S_{mom}$).

9 Si el tiempo de equilibrado es superior a 10 minutos, el valor de s_{final} se calcula para la posición de flotación alcanzada tras 10 minutos de equilibrado. Esta posición de flotación se determina calculando la cantidad del agua de inundación mediante interpolación, según lo estipulado en la resolución MSC.362(92), de modo que el tiempo de equilibrado se fija en 10 minutos, es decir, la interpolación del volumen del agua de inundación se hace entre el caso antes del equilibrado ($T = 0$) y el tiempo de equilibrado total calculado. En los casos de avería que afecten a cámaras y dispositivos de inundación compensatoria diferentes, cuando la interpolación entre el caso antes del equilibrado ($T=0$) y el tiempo de equilibrado total calculado sea necesaria para el cálculo del volumen del agua de inundación tras 60 s o 10 min, el tiempo de equilibrado total se calculará por separado para cada inundación compensatoria.

10 En los casos en los que el equilibrado total de fluidos supere los 10 minutos, el valor de s_{final} utilizado en la fórmula del párrafo 7-2.1.1 debería ser el mínimo de s_{final} a los 10 minutos o en el equilibrado final.

11 El factor $s_{intermedio,i}$ podrá utilizarse para las etapas de inundación compensatoria si hay etapas intermedias seguidas de otras etapas de inundación posteriores (por ejemplo, las etapas de inundación de compartimientos no estancos).

Alternativas

12 Como alternativa del procedimiento que se describe más arriba en las notas explicativas de la regla 7-2-2, podrán utilizarse el cálculo directo mediante dinámica de fluidos computacional (CFD), simulaciones de inundación en el dominio del tiempo o pruebas con modelos para analizar las etapas intermedias de inundación y determinar el tiempo para el equilibrado.

Regla 7-2.3

1 La fórmula del factor $s_{final,i}$ se basa en valores de referencia de GZ y de $Gama$ con objeto de conseguir $s = 1$. Dichos valores se definen como $TGZ_{máx}$ y $TGama$.

2 Cuando los espacios de carga rodada presenten una avería, puede ocurrir que se acumule agua en esos espacios de cubierta. A fin de tener en cuenta esta posibilidad, cada vez que un espacio de carga rodada presente una avería, se utilizarán los valores más altos de $TGZ_{máx}$ y $TGama$ para calcular s_i .

Regla 7-2.4.1.2

El parámetro A (superficie lateral proyectada) utilizado en este párrafo no se refiere al índice de compartimentado obtenido.

Regla 7-2.5.2.1

Aberturas sin protección

1 El ángulo de inundación estará limitado por la inmersión de dicho tipo de aberturas. No es necesario definir un criterio de no inmersión de las aberturas sin protección en equilibrio, porque si se sumergen, la gama de valores positivos de GZ limitados al ángulo de inundación será igual a cero, por lo que "s" será igual a 0.

2 Las aberturas sin protección conectan dos cámaras entre sí o una cámara con el exterior. No se tendrán en cuenta las aberturas sin protección si las dos cámaras conectadas están inundadas o ninguna de ellas lo está. Si la abertura da al exterior, no se tendrá en cuenta si el compartimiento con el que comunica está inundado. No será necesario tener en cuenta las aberturas sin protección que conecten una cámara inundada o el exterior con una cámara que no ha sufrido averías si esta se considera inundada en una etapa posterior.

Aberturas con medios de cierre estancos a la intemperie ("aberturas estancas a la intemperie")

3 El factor de conservación de la flotabilidad, "s", será igual a "0" si cualquiera de dichos puntos queda sumergido en una etapa que se considere "final". Dichos puntos podrán estar sumergidos durante una etapa o fase que se considere "intermedia" o más allá del equilibrio.

4 Si una abertura dotada de medios de cierre estancos a la intemperie queda sumergida en condición de equilibrio durante una etapa que se considera intermedia, debería demostrarse que tales medios de cierre estancos a la intemperie pueden sostener la carga de agua correspondiente y que el régimen de fuga es despreciable.

5 Estos puntos también se definen como puntos que conectan dos cámaras entre sí o una cámara con el exterior y, para saber si se deben tener en cuenta o no, se aplica el mismo principio que para las aberturas sin protección. Cuando haya que considerar varias etapas como "finales", no es necesario tener en cuenta las "aberturas estancas a la intemperie" si estas conectan una cámara inundada o el exterior con una cámara que no ha sufrido averías si esta cámara se considera inundada en una etapa "final" sucesiva.

Regla 7-2.5.2.2

1 En el equilibrio final se puede aceptar la inmersión parcial de la cubierta de cierre. Esta disposición tiene por objeto garantizar que la evacuación a lo largo de la cubierta de cierre hasta las vías de evacuación vertical no se vea obstaculizada por la presencia de agua en dicha cubierta. En el contexto de esta regla, por "vía de evacuación horizontal" se entiende una vía en la cubierta de cierre que conecte los espacios situados por encima y por debajo de esta cubierta con las vías de evacuación verticales de la cubierta de cierre necesarias para el cumplimiento de lo dispuesto en el capítulo II-2 del Convenio SOLAS.

2 Las vías de evacuación horizontales en la cubierta de cierre solo incluyen las vías de evacuación (designadas escaleras de categoría 2 de conformidad con la regla II-2/9.2.2.3 del Convenio SOLAS o escaleras de categoría 4 de conformidad con la regla II-2/9.2.2.4 del Convenio SOLAS en el caso de los buques de pasaje que no transporten más de 36 pasajeros) utilizadas para la evacuación de los espacios sin avería. Las vías de evacuación horizontales no incluyen los pasillos (designados pasillos de categoría 3 de conformidad con la regla II-2/9.2.2.3 del Convenio SOLAS o pasillos de categoría 2 de conformidad con la regla II-2/9.2.2.4 del Convenio SOLAS en el caso de los buques de pasaje que no transporten más de 36 pasajeros) ni las vías de evacuación dentro de una zona con avería. No debería quedar sumergida ninguna parte de la vía de evacuación horizontal que dé servicio a los espacios sin avería.

3 $s_i = 0$ cuando no sea posible acceder a una escalera que suba hacia la cubierta de embarque desde un espacio sin avería, debido a la inundación de la "escalera" o la "escalera horizontal" en la cubierta de cierre.

Regla 7-2.5.3.1

1 El objeto del presente párrafo es facilitar un incentivo para garantizar que la evacuación a través de una vía de evacuación vertical no se vea obstruida por agua que provenga de arriba. Este párrafo tiene por objeto vías de evacuación de emergencia menores, normalmente escotillas, que no se considerarían puntos de inundación si están provistas de un medio de cierre estanco o estanco a la intemperie.

2 Dado que las reglas probabilistas no exigen que los mamparos estancos se extiendan sin interrupción hasta la cubierta de cierre, debería garantizarse la posibilidad de evacuación desde espacios sin avería a través de espacios inundados que se encuentren por debajo de la cubierta de cierre, por ejemplo a través de un tronco estanco.



Regla 7-2.6

Los diagramas de la figura ilustran la conexión entre la posición de las cubiertas estancas en la zona de flotabilidad de reserva y el uso del factor v para las averías situadas por debajo de dichas cubiertas.

<p>Por encima de la línea de flotación</p> <p>El diagrama muestra una línea de flotación horizontal. Debajo de ella, hay tres niveles etiquetados como H_1, H_2 y H_3. Una línea diagonal representa la extensión de una avería, que comienza en un punto d y se extiende hacia arriba y a la izquierda. Una flecha indica una distancia vertical de $12,5\text{ m}$ desde el punto d hasta la línea de flotación.</p> <p>Por debajo de la línea de flotación</p> <p>El diagrama muestra una línea de flotación horizontal. Debajo de ella, hay tres niveles etiquetados como R_1, R_2 y R_3. Una línea diagonal representa la extensión de una avería, que comienza en un punto d y se extiende hacia arriba y a la izquierda. Una flecha indica una distancia vertical de $12,5\text{ m}$ desde el punto d hasta la línea de flotación. El área entre las líneas de flotación y los niveles R_1, R_2 y R_3 está etiquetada como "Zona de avería".</p>	<p>En este ejemplo hay tres compartimientos horizontales que se deben tener en cuenta al determinar la extensión vertical de la avería.</p> <p>El ejemplo muestra la extensión vertical máxima posible de la avería, $d + 12,5\text{ m}$, situada entre H_2 y H_3. H_1 con el factor v_1, H_2 con el factor $v_2 > v_1$ pero $v_2 < 1$, y H_3 con el factor $v_3 = 1$.</p> <p>Los factores v_1 y v_2 son los mismos que los mencionados <i>supra</i>. En todos los casos de avería se debería suponer una flotabilidad de reserva por encima de H_3 sin avería.</p> <p>Debería elegirse la combinación de averías en las cámaras R1, R2 y R3 situadas por debajo de la flotación inicial, de modo que se tenga en cuenta la avería con el valor más bajo del factor s. Esto suele dar lugar a la definición de averías alternativas que deben calcularse y compararse. Si la cubierta que se toma como límite inferior de la avería no es estanca, debería considerarse la inundación descendente.</p>
--	--

Regla 7-2.6.1

Los parámetros x_1 y x_2 son los mismos que los parámetros x_1 y x_2 utilizados en la regla 7-1.

REGLA 7-3 – PERMEABILIDAD

Regla 7-3.2

1 Podrán utilizarse los siguientes valores adicionales de permeabilidad de la carga:

Espacios	Permeabilidad en el calado d_s	Permeabilidad en el calado d_p	Permeabilidad en el calado d_l
Cargas de madera en bodega	0,35	0,7	0,95
Carga de astillas de madera	0,6	0,7	0,95

2 Con respecto a las cubiertas de madera, véase la circular MSC/Circ.998 (Interpretación unificada de la IACS con respecto a las cubiertas de madera en el contexto de las prescripciones sobre estabilidad con avería).

Regla 7-3.3

1 En relación con la utilización de otros valores de permeabilidad "si se justifican mediante cálculos", dichos valores deberían reflejar las condiciones generales del buque a lo largo de toda su vida de servicio y no condiciones de carga específicas.

2 Este párrafo permite volver a calcular la permeabilidad. Dicha posibilidad solo debería contemplarse en los casos en que resulte obvio que existe una discrepancia importante entre los valores que figuran en la regla y los valores reales. Su propósito no es mejorar el valor obtenido de un buque deficiente de tipo regular modificando la elección de espacios del buque conocidos por ofrecer resultados considerablemente onerosos. La Administración debería considerar todas las propuestas caso por caso, y estas deberían justificarse con cálculos y argumentos apropiados.

REGLA 8 – PRESCRIPCIONES ESPECIALES RELATIVAS A LA ESTABILIDAD DE LOS BUQUES DE PASAJE

Regla 8.1

El objetivo de esta regla es garantizar un nivel de seguridad suficiente si hay un compartimiento de grandes dimensiones a popa del mamparo de colisión.

REGLA 8-1 – INFORMACIÓN OPERACIONAL Y CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE LOS BUQUES DE PASAJE TRAS UN SINIESTRO POR INUNDACIÓN

Regla 8-1.2

1 En el contexto de esta regla, el término "compartimiento" tiene el mismo significado que en la regla 7-1 de las presentes notas explicativas (es decir, un espacio de a bordo situado dentro de límites estancos).

2 El propósito del párrafo es evitar que una inundación de extensión limitada inmovilice el buque. Este principio debería aplicarse independientemente del modo en que se produzca la inundación. Solo es necesario considerar la inundación por debajo de la cubierta de cierre.

REGLA 9 – DOBLES FONDOS EN LOS BUQUES DE PASAJE Y EN LOS BUQUES DE CARGA QUE NO SEAN BUQUES TANQUE

Regla 9.1

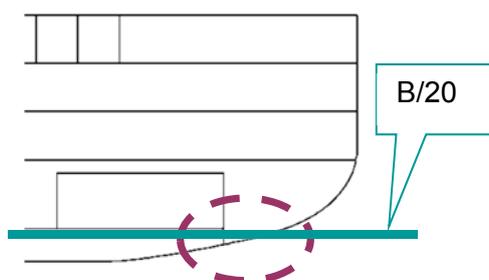
1 El propósito de esta regla es reducir al mínimo los efectos de una inundación debida a una varada menor. Debería prestarse especial atención a la zona vulnerable en la curva del pantoque. Para justificar una excepción respecto de la instalación de un forro interior, debería presentarse una evaluación de las consecuencias que tendría permitir una inundación más extensa de la prevista en la regla.

2 Debería ser la Administración o una organización reconocida que actúe en su nombre quien decida o acepte instalar un doble fondo "en la medida compatible con las características de proyecto y la utilización correcta del buque".

El cumplimiento de la prescripción sobre estabilidad con avería de la regla 9.8 no debería considerarse como una prescripción opcional equivalente a la instalación de un doble fondo cuyas dimensiones cumplan las disposiciones. Esto se debe a que un compartimiento estanco inundado, tal como una cámara de máquinas, que cumpla la prescripción sobre estabilidad con avería de la regla 9.8 no es equivalente a un doble fondo inundado por debajo de ese compartimiento. El cumplimiento de la prescripción sobre estabilidad con avería de la regla 9.8 tiene por objeto proporcionar un nivel mínimo de seguridad en caso de que la instalación de un doble fondo no sea viable ni compatible con las características de proyecto y la utilización correcta del buque.

Regla 9.2

1 A excepción de lo dispuesto en las reglas 9.3 y 9.4, las partes del doble fondo que no se extiendan por toda la manga del buque, según se prescribe en la regla 9.2, deberían considerarse una disposición poco habitual a efectos de la presente regla y deberían tratarse con arreglo a la regla 9.7. A continuación se presenta un ejemplo.



2 Si hay un forro interior por encima del calado de compartimentado parcial (d_p), esto debería considerarse una disposición poco habitual y se tratará con arreglo a la regla 9.7.

Reglas 9.3.2.2, 9.6 y 9.7

Para los buques de carga de eslora (L) inferior a 80 m, las disposiciones alternativas para facilitar un nivel de seguridad satisfactorio a juicio de la Administración deberían limitarse a compartimientos que no tengan doble fondo, que tengan una disposición del fondo poco habitual, o que tengan "otros pozos" que se extiendan por debajo de la altura del doble fondo prescrita, es decir, mayor que el límite de $h/2$ o 500 mm indicado en la regla 9.3.2.1. En estos casos debería demostrarse el cumplimiento de la norma de la regla 9.8 sobre avería en el fondo, suponiendo que la avería solo se producirá entre los mamparos estancos transversales

de los compartimientos que no tengan un doble fondo, que tengan una disposición del fondo poco habitual, o que tengan "otros pozos" que se extiendan por debajo de la altura del doble fondo prescrita, es decir, mayor que el límite de $h/2$ o 500 mm indicado en la regla 9.3.2.1.

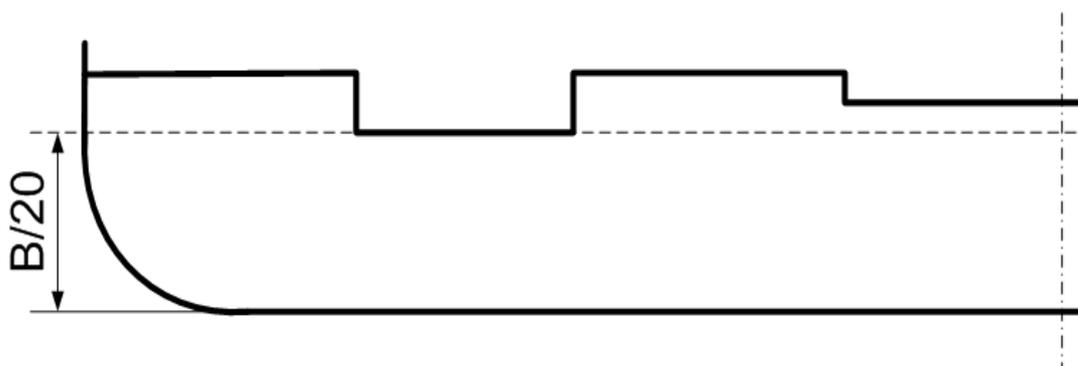
Regla 9.6

1 Toda parte de un buque de pasaje o de un buque de carga de eslora (L) igual o superior a 80 m que no tenga un doble fondo de conformidad con lo dispuesto en las reglas 9.1, 9.4 o 9.5 deberá poder soportar las averías en el fondo que se especifican en la regla 9.8. El propósito de esta disposición es especificar las circunstancias en las que la Administración debería exigir cálculos, las extensiones de avería que ha de suponerse y qué criterios de conservación de la flotabilidad han de aplicarse si no se instala un doble fondo.

2 La definición de "estanco" en la regla 2.17 implica que debería verificarse la resistencia de los forros interiores y de otros contornos que se suponen estancos, si han de considerarse eficaces en el contexto.

Regla 9.7

La referencia que se hace en la regla 9.2 a un "plano" no implica que la superficie del forro interior no pueda tener bayonetas en dirección vertical. A efectos del presente párrafo, no es necesario considerar las bayonetas y los nichos pequeños como disposiciones poco habituales, siempre y cuando ninguna parte del doble fondo esté situada por debajo del plano de referencia. Las discontinuidades en la zona de los tanques laterales se rigen por lo dispuesto en la regla 9.4.

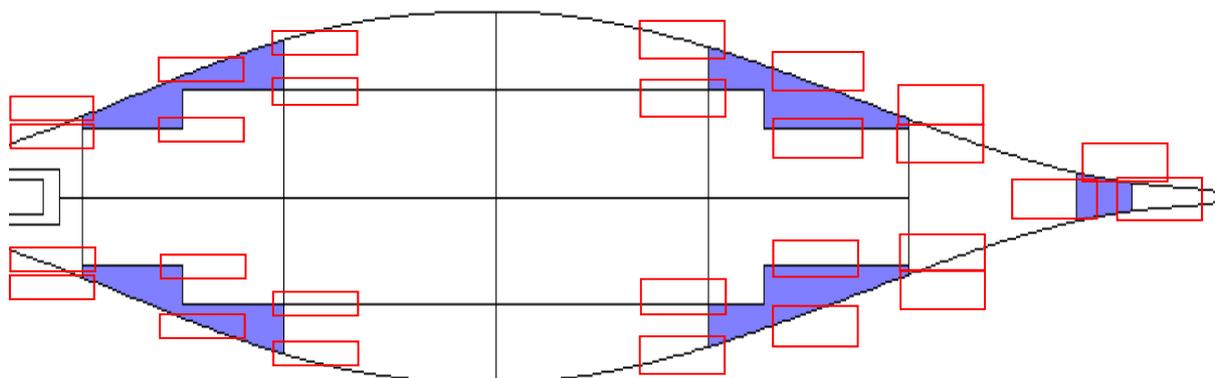


Regla 9.8

1 Para los buques a los que se apliquen las prescripciones probabilistas de estabilidad con avería de la parte B-1, la expresión "todas las condiciones de servicio" empleada en este párrafo se refiere a las tres condiciones de carga con todos los asientos utilizadas para calcular el índice de compartimentado obtenido A . Para los buques no sujetos a las prescripciones probabilistas de estabilidad con avería de la parte B-1, tales como los buques de carga que cumplen las prescripciones de compartimentado y estabilidad con avería de otros instrumentos permitidas por la regla II-1/4.2.1.2 y los buques de carga de eslora (L) inferior a 80 m, la expresión "todas las condiciones de servicio" se refiere a que las curvas límite o cuadros prescritos por la regla 5-1.2.1 deberían incluir valores calculados para las mismas gamas de calado y asiento que para otras prescripciones de estabilidad aplicables.

2 Las extensiones de avería indicadas en el presente párrafo deberían aplicarse a todas las partes del buque que no estén provistas de doble fondo permitidas por las reglas 9.1, 9.4 o 9.5, e incluir los espacios adyacentes situados dentro de la extensión de la avería. Los pozos pequeños de conformidad con la regla 9.3.1 no tienen que considerarse

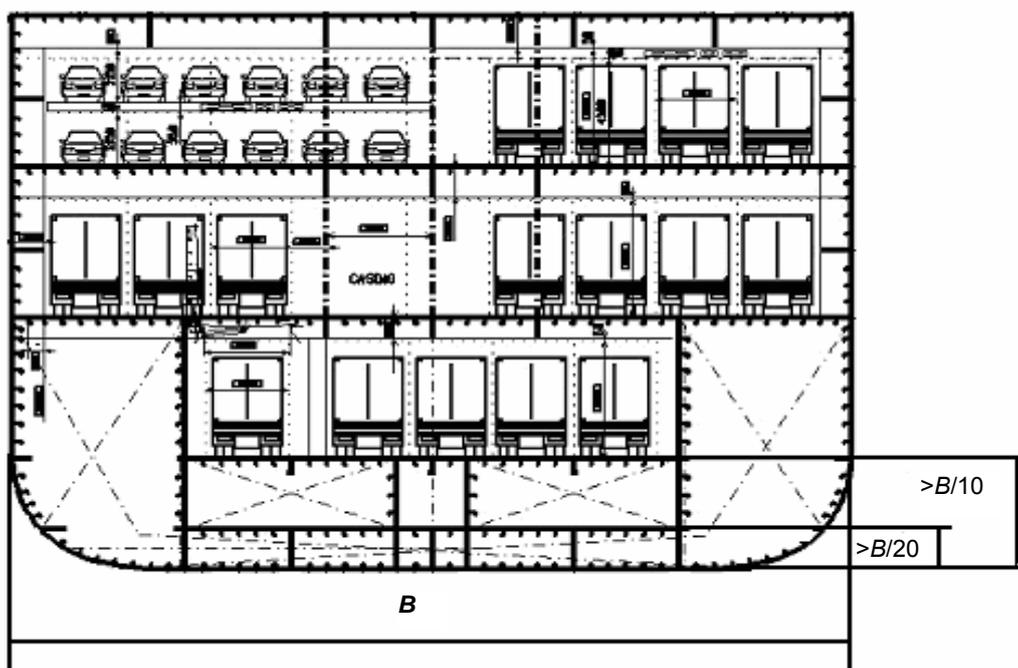
averiados, aun cuando estén situados dentro de la extensión de la avería. En el siguiente ejemplo se muestran los posibles lugares de las averías (las partes del buque que no están provistas de doble fondo están sombreadas; las averías supuestas se indican con recuadros).



Regla 9.9

1 Para determinar cuáles son las "bodegas amplias bajas" se considerará que las superficies horizontales que tengan una superficie continua de cubierta de aproximadamente más del 30 % con respecto al plano de flotación en el calado de compartimentado pueden estar situadas en cualquier parte de la zona del buque afectada. Para el cálculo alternativo de la avería del fondo, debería suponerse una extensión vertical de $B/10$ o 3 m, si este segundo valor es menor.

2 En el caso de los buques de pasaje con bodegas amplias bajas, la prescripción de que el doble fondo tenga una altura mínima mayor, que no sea superior a $B/10$ o 3 m, si este segundo valor es menor, es aplicable a las bodegas que están en contacto directo con el doble fondo. Los buques de pasaje de transbordo rodado suelen tener una disposición que incluye una bodega inferior amplia con tanques adicionales entre el doble fondo y la bodega inferior, como se muestra en la figura a continuación. En dichos casos, la posición vertical del doble fondo prescrita, que es de $B/10$ o 3 m, si este segundo valor es menor, debería aplicarse a la cubierta de la bodega inferior, manteniendo la altura prescrita del doble fondo de $B/20$ o 2 m, si este segundo valor es menor (pero no inferior a 760 mm). A continuación se ilustra la disposición habitual de un transbordador de pasaje de transbordo rodado moderno:



REGLA 10 – CONSTRUCCIÓN DE LOS MAMPAROS ESTANCOS

Regla 10.1

Para el tratamiento de las bayonetas en la cubierta de cierre de los buques de pasaje, véanse las notas explicativas de la regla 13. Respecto del tratamiento de las bayonetas en la cubierta de francobordo en los buques de carga, véanse las notas explicativas de la regla 13-1.

REGLA 12 – MAMPAROS DE LOS PIQUES Y DE LOS ESPACIOS DE MÁQUINAS, TÚNELES DE EJES, ETC.

Regla 12.6.1

Las figuras que se incluyen a continuación ilustran ejemplos de disposiciones adecuadas de válvulas de mariposa para los buques de carga:

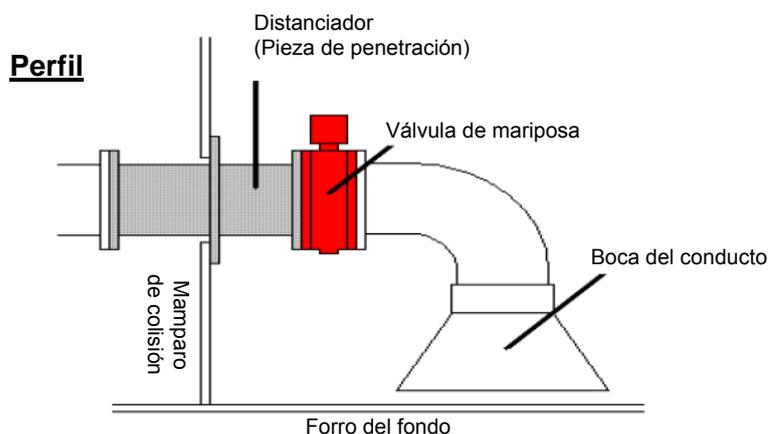
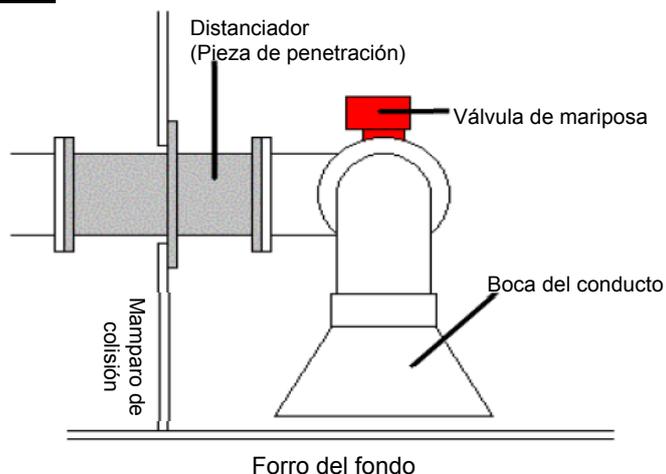


Figura 1

Perfil



Planta

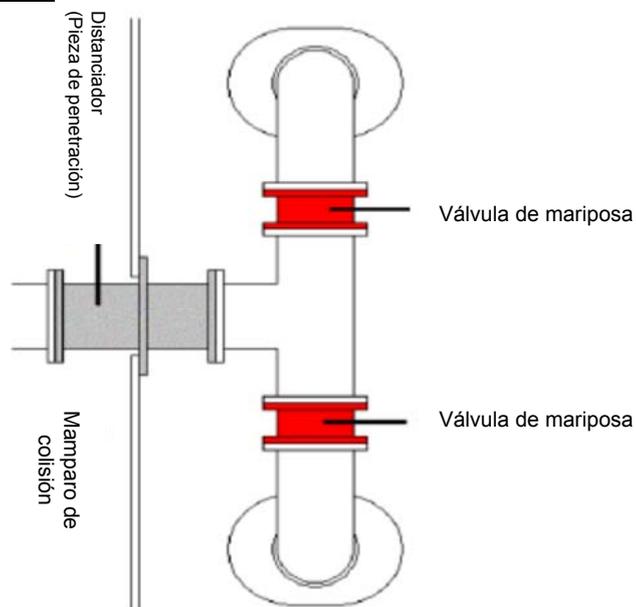


Figura 2

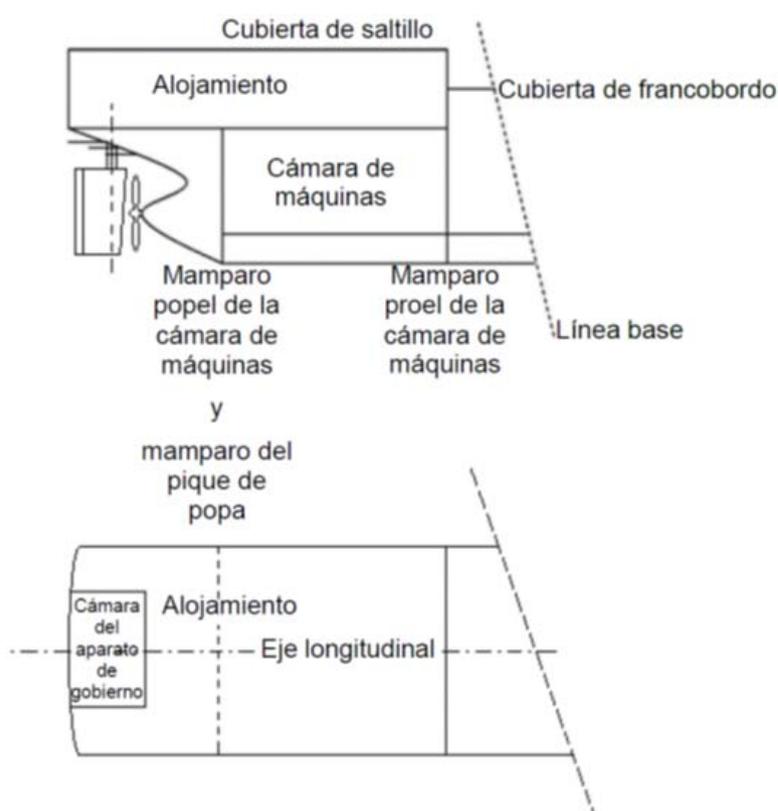
Dado que las válvulas de mariposa deben poder accionarse a distancia, se aplicará lo siguiente:

- .1 el accionador será de un tipo de accionamiento doble;
- .2 cuando se produzca una pérdida de potencia, el accionador permanecerá en la misma posición; y
- .3 cuando se produzca una pérdida de potencia, la válvula deberá poder accionarse manualmente.

Regla 12.10

1 En los buques de carga, el mamparo popel de la cámara de máquinas puede considerarse el mamparo del pique de popa siempre que el pique de popa sea adyacente a la cámara de máquinas.

2 En los buques de carga con cubierta de saltillo, tal vez no sea práctico que el mamparo del pique de popa llegue hasta la cubierta de francobordo, dado que esta no se extiende hasta la perpendicular de popa. Siempre que el mamparo del pique de popa se extienda por encima de la línea de máxima carga y que todos los cojinetes de la mecha del timón se encuentren en un compartimento estanco sin conexión abierta a los espacios ubicados delante del mamparo del pique de popa, la Administración podrá aceptar que el mamparo del pique de popa termine en una cubierta estanca situada por debajo de la cubierta de francobordo.



Regla 12.11

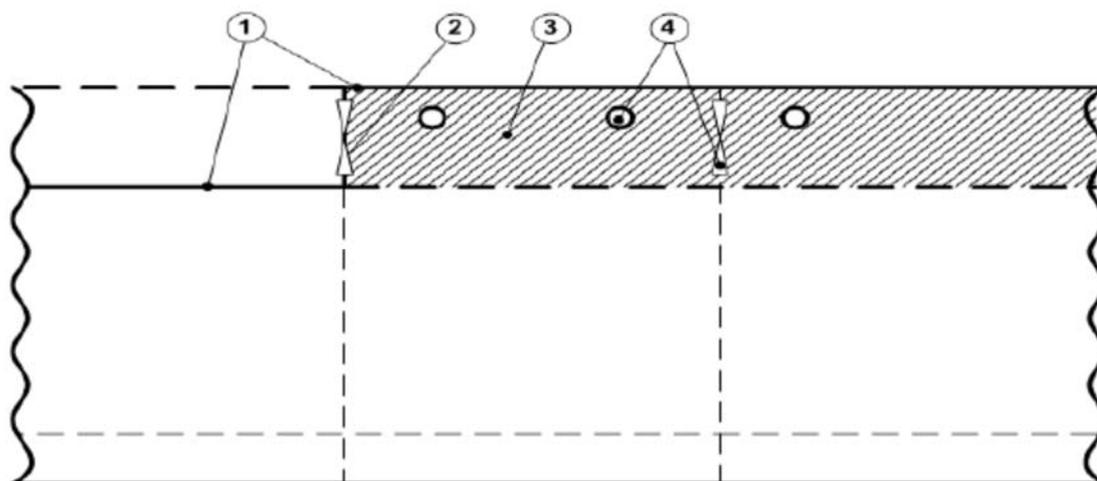
En el caso de los buques de carga, se considera que una bocina encerrada en un espacio estanco de volumen reducido, tal como un tanque del pique de popa, en el cual el extremo interior de la bocina se extiende por el mamparo estanco que separa el pique de popa de la cámara de máquinas hasta la cámara de máquinas, es una solución aceptable que cumple lo dispuesto en esta regla, a condición de que el extremo interior de la bocina esté cerrado adecuadamente en el mamparo que separa el pique de popa de la cámara de máquinas mediante un sistema aprobado de prensaestopas estanco al agua/estanco a los hidrocarburos.

REGLA 13 – ABERTURAS EN LOS MAMPAROS ESTANCOS SITUADOS POR DEBAJO DE LA CUBIERTA DE CIERRE DE LOS BUQUES DE PASAJE

Generalidades – Bayonetas en la cubierta de cierre

1 Si los mamparos estancos transversales de una región del buque se extienden a una cubierta más alta que forma una bayoneta vertical en la cubierta de cierre, podrá considerarse que las aberturas situadas en el mamparo, en la bayoneta, están situadas por encima de la cubierta de cierre. En tal caso, dichas aberturas deberían cumplir lo dispuesto en la regla 17 y deberían tenerse en cuenta al aplicar la regla 7-2.

2 Todas las aberturas del forro exterior situadas por debajo de la cubierta superior en toda esa región del buque deberían tratarse como si estuvieran por debajo de la cubierta de cierre, y debería aplicarse lo dispuesto en la regla 15. Véase la figura a continuación.



1 Cubierta de cierre

2 Se considera que está situado por encima de la cubierta de cierre

3 Costado del buque

4 Se considera que está situado por debajo de la cubierta de cierre

Regla 13.2.3

1 En los sistemas de tuberías cerradas, el cumplimiento de la presente regla se logra si se instalan manguitos de paso para tuberías aprobados en la intersección de los mamparos estancos, para garantizar que las tuberías termosensibles fuera del espacio afectado por el incendio permanezcan intactas, de modo que la inundación del espacio afectado no cause ninguna inundación progresiva a través de las tuberías o el manguito de paso para tuberías.

En los sistemas de tuberías abiertas, el cumplimiento de la presente regla se logra si se instalan manguitos de paso para tuberías aprobados en la intersección de los mamparos estancos, tal como se prescribe para los sistemas de tuberías cerradas, y además cada conexión de tubería a un compartimiento estanco está provista de una válvula de aislamiento o de retención, según proceda, para impedir la inundación progresiva a través del sistema de tuberías después de un incendio. Como alternativa a la instalación de una válvula de aislamiento o de retención, las tuberías podrán ir por encima de la línea de flotación después

de avería de modo que se evite la inundación progresiva, teniendo en cuenta los movimientos dinámicos del buque en condición de avería.

No obstante, podrá tenerse en cuenta la inundación progresiva de conformidad con la regla 7-2.5.4.

2 A los efectos de la presente nota explicativa son aplicables las siguientes definiciones:

Un *sistema de tuberías cerradas* es un sistema de tuberías sin aberturas en varios compartimientos estancos.

Un *sistema de tuberías abiertas* es un sistema de tuberías con aberturas en varios compartimientos estancos.

3 Los materiales utilizados en sistemas que penetren mamparos estancos deberían tener una resistencia suficiente tras su exposición al calor o considerarse parte de un sistema de tuberías abiertas.

Los dispositivos de cierre en los que se utilice material intumescente (que se expande cuando está expuesto al calor) para los sistemas de tuberías abiertas no deberían considerarse equivalentes a la instalación de una válvula, ya que es posible que el incendio esté localizado demasiado lejos del dispositivo para poder ocasionar una obturación estanca.

4 La aprobación de los manguitos de paso para tuberías instalados para garantizar la integridad de estanquidad de un mamparo o una cubierta en los que se utilicen materiales termosensibles debería incluir una prueba de prototipo de la estanquidad después de que se haya realizado el ensayo de exposición al fuego normalizado que sea adecuado para el lugar en el que vayan a instalarse los manguitos.¹

El manguito de paso para tuberías que ha sido objeto de un ensayo de exposición al fuego debería someterse a una presión de prueba no inferior a 1,5 veces la presión de proyecto que se define en la regla 2.18. La presión debería aplicarse al mismo lado de la división que el ensayo de exposición al fuego.

El manguito de paso para tuberías que ha sido objeto de un ensayo de exposición al fuego debería someterse a una prueba durante al menos 30 minutos con una presión hidráulica igual a la presión de prueba, pero de 1,0 bar como mínimo. No debería producirse ninguna fuga durante esta prueba.

El manguito de paso para tuberías que ha sido objeto de un ensayo de exposición al fuego debería someterse a prueba durante al menos 30 minutos con la presión de prueba. La fuga de agua no excederá de un total de un litro.

La prueba de prototipo debería considerarse válida solamente para el tipo de tubería (termoplástica, de varias capas), las clases de presión y las dimensiones máximas/mínimas sometidas a prueba, y el tipo y la clasificación contra incendios de la división sometida a prueba.

¹ Véanse las prescripciones para la división de clase A que figuran en la parte 3 del anexo 1 del Código PEF 2010.

5 No es necesario que la prueba de presión se lleve a cabo con el dispositivo de penetración caliente. Podrá concederse un margen de tiempo amplio para preparar la prueba de presión, es decir desmantelar el equipo de ensayo de exposición al fuego e instalar el equipo de la prueba de presión.

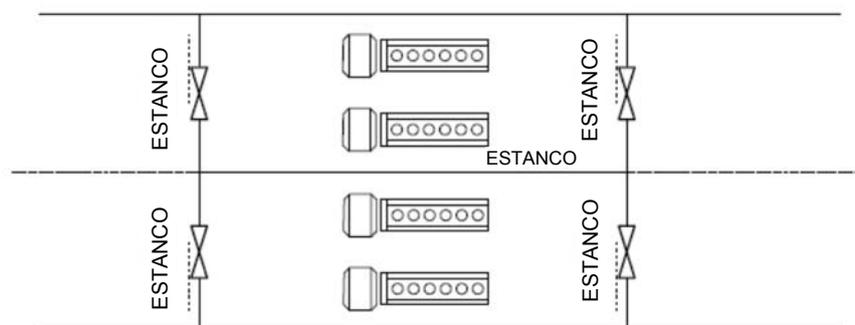
La prueba de presión se debería llevar a cabo con la sección de tubería utilizada en el ensayo de exposición al fuego aún en su lugar.

Cualquier aislamiento de las tuberías instalado a efectos del ensayo de exposición al fuego podrá retirarse antes de realizar la prueba de presión.

No es necesario que el ensayo de prototipo se lleve a cabo si el manguito de paso para tuberías es de acero o de un material equivalente con un espesor de 3 mm o superior y una longitud no inferior a 900 mm (preferiblemente, 450 mm a cada lado de la división) y no presenta aberturas. Dichos manguitos de paso estarán debidamente aislados mediante la extensión del aislamiento en el mismo nivel de la división. Véase también la regla II-2/9.3.1 por lo que respecta a las tuberías. No obstante, la penetración tiene que cumplir la prescripción sobre integridad de la estanquidad de la regla 2.17.

Regla 13.4

En los casos en que los espacios de máquinas de propulsión principales o auxiliares, incluidas las calderas que atiendan a las necesidades de propulsión, estén compartimentados por mamparos longitudinales estancos para cumplir las prescripciones sobre redundancia (por ejemplo, de conformidad con la regla 8-1.2), se podrá permitir una puerta estanca en cada mamparo estanco, según se indica en la figura a continuación.



REGLA 13-1 – ABERTURAS EN LOS MAMPAROS ESTANCOS Y EN LAS CUBIERTAS INTERIORES ESTANCAS DE LOS BUQUES DE CARGA

Regla 13-1.1

1 Si los mamparos transversales estancos de una región del buque se llevan a una cubierta más alta que en el resto del buque, se podrá considerar que las aberturas situadas en el mamparo, en la bayoneta, se encuentran por encima de la cubierta de francobordo.

2 Todas las aberturas del forro exterior situadas por debajo de la cubierta superior en toda esa región del buque se deberían tratar como si se encontraran por debajo de la cubierta de francobordo, de manera análoga a lo que sucede con la cubierta de cierre en los buques de pasaje (véase la figura correspondiente en la regla 13 *supra*), y debería aplicarse lo dispuesto en la regla 15.

REGLA 15 – ABERTURAS EN EL FORRO EXTERIOR POR DEBAJO DE LA CUBIERTA DE CIERRE DE LOS BUQUES DE PASAJE Y POR DEBAJO DE LA CUBIERTA DE FRANCOBORDO DE LOS BUQUES DE CARGA

Generalidades – Bayonetas en la cubierta de cierre y en la cubierta de francobordo

Para el tratamiento de las bayonetas en la cubierta de cierre de los buques de pasaje, véanse las notas explicativas de la regla 13. En cuanto al tratamiento de las bayonetas en la cubierta de francobordo de los buques de carga, véanse las notas explicativas de la regla 13-1.

REGLA 15-1 – ABERTURAS EXTERIORES EN LOS BUQUES DE CARGA

Las reglas 15-1.1 a 15-1.3 se aplican a los buques de carga que están sujetos al análisis de la estabilidad con avería prescrito en la parte B-1 o en otros instrumentos de la OMI.

Regla 15-1.1

En relación con los dispositivos de cierre de los tubos de aireación, estos deberían considerarse dispositivos de cierre estancos a la intemperie (no al agua). Esto es coherente con la manera en que se tratan esos dispositivos en la regla 7-2.5.2.1. Sin embargo, en el contexto de la regla 15-1, no está previsto que las "aberturas exteriores" incluyan las aberturas de los tubos de aireación.

REGLA 16 – CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS INICIALES DE CIERRES ESTANCOS

Generalidades

Estas prescripciones solo tienen por objeto establecer una norma de proyecto general para los cierres estancos. Su finalidad no es prescribir que las escotillas que no sean estancas lo sean, ni tampoco anulan las prescripciones del Convenio internacional sobre líneas de carga.

Regla 16.2

En los buques de pasaje y de carga podrán eximirse del cumplimiento de la regla 16.2 las puertas, escotillas o rampas de gran tamaño cuyo proyecto y dimensiones imposibiliten la realización de pruebas de presión, siempre que se demuestre mediante cálculos que esas puertas, escotillas y rampas se mantienen estancas a la presión de proyecto, con un margen de resistencia adecuado. Si estas puertas tienen juntas de estanquidad, deberían someterse a una prueba de homologación de presión para confirmar que la compresión del material de la junta es capaz de adaptarse a cualquier deformación que revele el análisis estructural. Tras su instalación, las puertas, escotillas o rampas de este tipo deberían someterse a prueba con una manguera de pruebas o un medio equivalente.

Nota: Para información adicional sobre el tratamiento de las bayonetas en la cubierta de cierre de los buques de pasaje, véanse las notas explicativas de la regla 13. Para información adicional sobre el tratamiento de las bayonetas en la cubierta de francobordo de los buques de carga, véanse las notas explicativas de la regla 13-1.

REGLA 17 – INTEGRIDAD DE ESTANQUIDAD INTERNA DE LOS BUQUES DE PASAJE POR ENCIMA DE LA CUBIERTA DE CIERRE

Generalidades – Bayonetas en la cubierta de cierre

Para el tratamiento de las bayonetas en la cubierta de cierre de los buques de pasaje, véanse las notas explicativas de la regla 13.

Regla 17.1

1 Las puertas estancas de corredera con una carga hidrostática reducida situadas por encima de la cubierta de cierre y que estén sumergidas en la etapa final o durante cualquier etapa intermedia de la inundación deberían cumplir plenamente las prescripciones de la regla 13. Estos tipos de puertas estancas de corredera sometidas a prueba con una carga hidrostática reducida no deben quedar sumergidas en ninguna etapa de la inundación bajo una carga de agua superior a la carga de agua sometida a prueba. Véase la figura 1 *infra*. Estas puertas estancas de corredera se mantendrán cerradas durante la navegación en cumplimiento de las prescripciones de la regla 22, lo cual debería indicarse claramente en la información para la lucha contra averías que se prescribe en la regla 19.

2 Si las puertas estancas están situadas por encima de la línea de flotación final más desfavorable y de la línea de flotación intermedia más desfavorable en casos de avería que contribuyan al índice de compartimentado obtenido A, pero dentro de la zona en la cual la puerta queda sumergida de manera intermitente (total o parcialmente) con ángulos de escora de la gama prescrita de estabilidad positiva más allá de la posición de equilibrio, dichas puertas se accionarán a motor y serán puertas semiestancas de corredera controladas por telemando que cumplan las prescripciones de la regla 13, salvo que las prescripciones sobre los escantillones y el precintado puedan reducirse a la carga de agua máxima causada por la línea de flotación que se sumerja de manera intermitente (véase la figura 1 *infra*). Estas puertas deberían cerrarse en caso de avería, lo cual debería indicarse claramente en la información para la lucha contra averías que se prescribe en la regla 19.

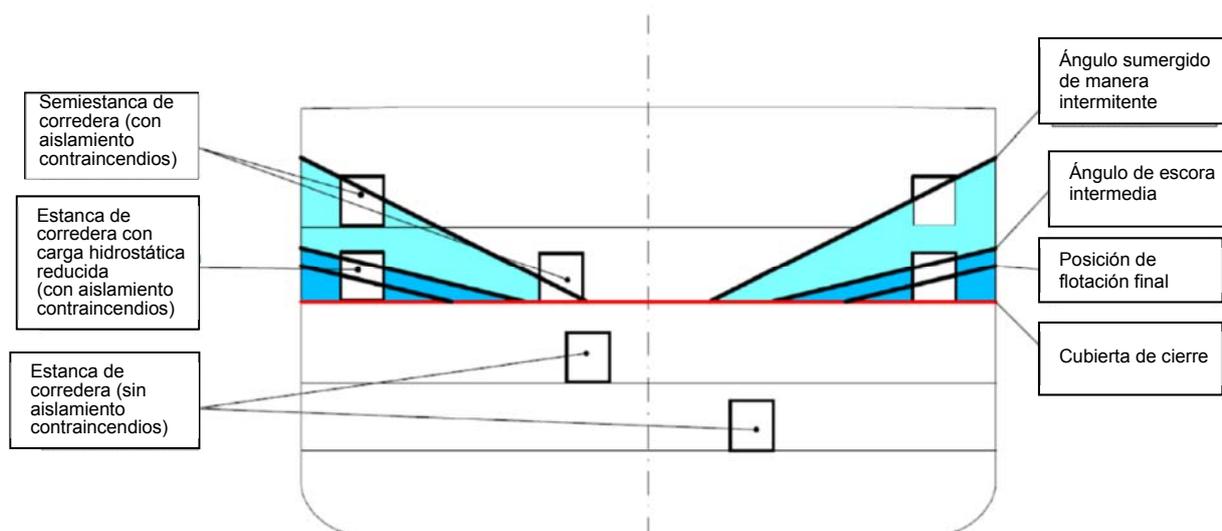


Figura 1

3 La utilización de puertas estancas de corredera por encima de la cubierta de cierre afecta a las disposiciones de evacuación de la regla II-2/13. Cuando tales puertas se utilizan por encima de la cubierta de cierre, debería haber por lo menos dos medios de evacuación desde cada zona vertical principal o espacio o grupo de espacios con restricciones similares, de los cuales al menos uno debería ser independiente de las puertas estancas y al menos uno debería dar acceso a una escalera que constituya una salida vertical. Las puertas estancas de corredera que los pasajeros utilicen con frecuencia no presentarán ningún riesgo de que se tropiece en ellas.

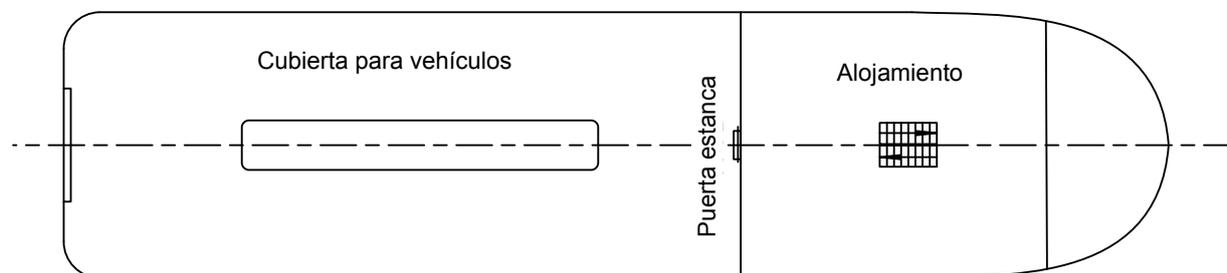
4 Las puertas instaladas por encima de la cubierta de cierre que deban cumplir tanto las prescripciones de prevención de incendios como las de estanquidad deberían ajustarse a las prescripciones contra incendios de la regla II-2/9.4.1.1 y a las prescripciones de estanquidad de los párrafos 1 y 2 *supra*. No obstante lo dispuesto en la última oración de la regla II-2/9.4.1.1.2, las puertas estancas instaladas por encima de la cubierta de cierre deberían aislarse conforme a la norma prescrita en la tabla 9.1 y en la regla II-2/9.2.2.1.1.1. La puerta podrá accionarse mediante el circuito de telemando de las puertas contra incendios y el circuito de telemando de las puertas estancas. Si hay instaladas dos puertas, estas podrán accionarse de manera independiente. El accionamiento independiente de una cualquiera de las puertas no impedirá el cierre de la otra. Las dos puertas podrán accionarse desde cualquier lado del mamparo.

Regla 17.3

Este párrafo tiene por objeto garantizar que la inundación progresiva a través de los tubos de aireación de los volúmenes situados por encima de una división horizontal en la superestructura, que se considera un cerramiento estanco cuando se aplica la regla 7-2.6.1.1, se tenga en cuenta en caso de que una avería en el costado o en el fondo cause una inundación a través de los tanques o los espacios situados por debajo de la línea de flotación.

REGLA 17-1 – INTEGRIDAD DEL CASCO Y LA SUPERESTRUCTURA, PREVENCIÓN Y CONTROL DE AVERÍAS EN LOS BUQUES DE PASAJE DE TRANSBORDO RODADO

Las reglas 17-1.1.1 y 17-1.1.3 son aplicables únicamente a los accesos directos desde un espacio de carga rodada a espacios situados por debajo de la cubierta de cierre. El funcionamiento de las puertas en los mamparos que separan los espacios de carga rodada de otros espacios debería limitarse al cumplimiento de la regla 23.3.



REGLA 22 – PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA ENTRADA DE AGUA, ETC.

La palabra "puerto" utilizada en esta regla incluye todos los puestos de atraque y lugares abrigados en los que puedan llevarse a cabo la carga y/o la descarga.

APÉNDICE

DIRECTRICES PARA LA PREPARACIÓN DE CÁLCULOS SOBRE COMPARTIMENTADO Y ESTABILIDAD CON AVERÍA

1 GENERALIDADES

1.1 Propósito de las Directrices

1.1.1 Las presentes directrices tienen por objeto simplificar el proceso del análisis de la estabilidad con avería, pues la experiencia ha demostrado que se puede ahorrar una cantidad considerable de tiempo durante el proceso de aprobación presentando los resultados del caso de manera sistemática y completa.

1.1.2 Los análisis de estabilidad con avería tienen por objeto demostrar el cumplimiento de la norma de estabilidad con avería prescrita para el tipo de buque en cuestión. En la actualidad se aplican dos métodos de cálculo distintos: el concepto determinista y el concepto probabilista.

1.2 Alcance del análisis y documentación de a bordo

1.2.1 El alcance del análisis del compartimentado y la estabilidad con avería viene dado por la norma de estabilidad con avería correspondiente y su objeto es proporcionar al capitán del buque prescripciones claras sobre la estabilidad sin avería. Por lo general, eso se logra calculando las curvas límite de GM correspondientes a KG , que incluyen los valores de estabilidad aceptables para la gama de calados que se van a tratar.

1.2.2 Habida cuenta del alcance del análisis así definido, se determinarán todas las condiciones potenciales o necesarias de avería, teniendo en cuenta los criterios de estabilidad con avería, a fin de obtener la norma de estabilidad con avería requerida. Según el tipo y el tamaño del buque, esto puede implicar un número considerable de análisis.

1.2.3 En la regla 19 del capítulo II-1 del Convenio SOLAS se dispone que es necesario proporcionar a la tripulación información pertinente sobre el compartimentado del buque, y por consiguiente deberían facilitarse y exhibirse, de manera permanente, planos para que el oficial encargado pueda orientarse. Estos planos deberían mostrar claramente, para cada cubierta y bodega, los límites de los compartimientos estancos, sus aberturas con medios de cierre y la ubicación de cualquier mando de los mismos, y los medios para la corrección de la escora que pueda producirse debido a la inundación. Asimismo, deberían estar disponibles los cuadernillos de lucha contra averías en los que figure la información mencionada.

2 DOCUMENTOS QUE DEBEN PRESENTARSE

2.1 Presentación de documentos

La documentación debería comenzar con los siguientes datos: dimensiones principales, tipo de buque, designación de condiciones sin avería, designación de condiciones con avería y compartimientos averiados pertinentes, así como la curva límite de GM correspondiente a KG .

2.2 Documentación general

Para comprobar los datos de entrada, debería presentarse la siguiente información:

- .1 principales dimensiones;
- .2 plano de líneas, trazado o numérico;
- .3 datos hidrostáticos y curvas transversales de estabilidad (incluido un plano del casco flotante);
- .4 definición de subcompartimientos con volúmenes de trazado, centros de gravedad y permeabilidad;
- .5 plano de la disposición (plano de integridad a la estanquidad) para los subcompartimientos con todos los puntos de abertura internos y externos, incluidos los subcompartimientos con los que están conectados y los elementos utilizados para medir los espacios, tales como el plano de disposición general y el plano de tanques. Deberían incluirse los límites de compartimentado longitudinales, transversales y verticales;
- .6 condición de servicio en rosca;
- .7 calado de línea de carga;
- .8 coordenadas de los puntos de abertura con su nivel de estanquidad (por ejemplo, estanco a la intemperie, sin protección, etc.);
- .9 ubicación de las puertas estancas con cálculo de presiones;
- .10 contorno del costado y perfil del viento;
- .11 dispositivos de inundación compensatoria y descendente y cálculos correspondientes, de conformidad con la resolución MSC.362(92), con información sobre diámetros, válvulas, longitud de las tuberías y ubicación de las entrada/salidas;
- .12 tuberías en la zona averiada, cuando la rotura de estas tuberías tiene como resultado la inundación progresiva; y
- .13 extensiones de la avería y definición de casos de avería.

2.3 Documentos especiales

Debería presentarse la siguiente documentación relativa a los resultados.

2.3.1 Documentación

2.3.1.1 Datos iniciales:

- .1 eslora de compartimentado L_s ;
- .2 calados iniciales y valores correspondientes de GM ;

- .3 índice de compartimentado prescrito R ; y
- .4 índice de compartimentado obtenido A , con un cuadro resumido de todas las contribuciones de las zonas de avería.

2.3.1.2 Resultados de cada caso de avería que contribuya al índice A :

- .1 calado, asiento, escora, GM con avería;
- .2 dimensión de la avería con valores probabilistas p , v y r ;
- .3 curva de brazos adrizantes (incluido $GZ_{máx}$ y gama) con factor de conservación de la flotabilidad (s);
- .4 aberturas críticas estancas a la intemperie y sin protección, con su ángulo de inmersión; y
- .5 datos de los subcompartimientos con el volumen de agua ingresada/pérdida de flotabilidad y sus centros de gravedad;

2.3.1.3 Además de lo prescrito en el párrafo 2.3.1.2, también deberían presentarse pormenores sobre las averías que no influyen ($s_i = 0$ y $p_i > 0,00$) correspondientes a los buques de pasaje y buques de transbordo rodado equipados con bodegas inferiores de gran tamaño, incluidos detalles completos de los factores calculados.

2.3.2 Consideración especial

Con respecto a las condiciones intermedias, tales como las etapas previas a la inundación compensatoria o la inundación progresiva, también será necesario disponer de una documentación suficiente sobre las cuestiones arriba mencionadas.
