

**ANEXO 22****RESOLUCIÓN MSC.281(85)  
(adoptada el 4 de diciembre de 2008)****NOTAS EXPLICATIVAS 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,

DESEOSO de que las Notas explicativas definitivas se adoptaran cuando se hubiera adquirido más experiencia en la aplicación de las reglas antedichas sobre compartimentado y estabilidad con avería y de las Notas explicativas provisionales,

RECONOCIENDO que la aplicación adecuada de las Notas explicativas 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 85º periodo de sesiones, las recomendaciones presentadas por el Subcomité de Estabilidad y Líneas de Carga y de Seguridad de Pesqueros en su 51º periodo de sesiones,

1. ADOPTA las Notas explicativas 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 y a todas las partes interesadas a que utilicen las Notas explicativas cuando apliquen las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería del capítulo II-1 del Convenio SOLAS adoptadas mediante la resolución MSC.216(82).

## ANEXO

### NOTAS EXPLICATIVAS 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	Información sobre 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	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 puertas estancas, portillos estancos, etc.
Regla 17	Integridad de estanquidad interna de los buques de pasaje por encima de la cubierta de cierre
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 revisado, 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 conoce como "índice de compartimentado obtenido  $A$ ". Éste puede considerarse una medida objetiva de la seguridad del buque e idealmente no sería necesario complementar este índice con 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 zonas de proa y del fondo, a las cuales se aplican reglas de compartimentado especiales teniendo en cuenta 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 la avería en el casco del 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 velocidad del buque que aborda es, obviamente, otra variable aleatoria.

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, asiento y 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. Por otra parte, es obvio que la resistencia del casco a la penetración tendrá cierto efecto en los resultados para un buque dado. Como la ubicación y el tamaño de la avería son aleatorios, no es posible estipular qué parte del barco se va a inundar. Sin embargo, 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 la probabilidad de que ocurran todas las averías que precisamente 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 si ésta ocurre. 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 debe 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, etc. 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 calcula la probabilidad de que ocurran 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, podemos determinar 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 avería se encuentre exactamente en la zona del buque considerada;
- .2 la probabilidad de que esa avería tenga una extensión longitudinal que sólo 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 inundará 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 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 del dispositivo estanco 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 la totalidad de 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 toma en sentido longitudinal, comenzando por la zona o 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 sus propias probabilidades de que ocurran.

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 simples, pero su aplicación práctica de manera exacta plantearía dificultades si se elaborara un método matemáticamente perfecto. Como se señaló anteriormente, una descripción extensa pero aún incompleta de la avería incluiría 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 la 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 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**

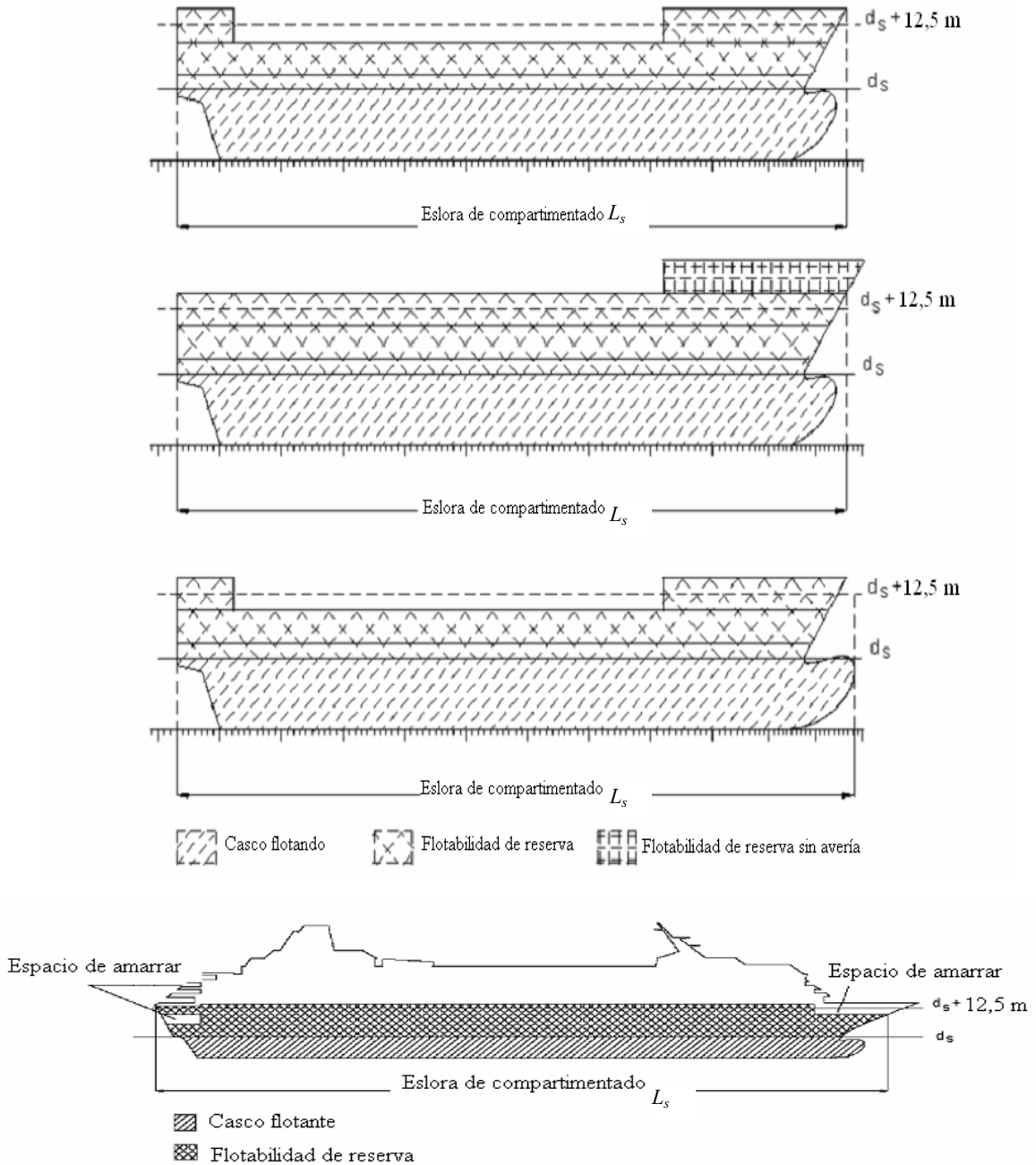
Si un buque de pasaje construido antes del 1 de enero de 2009 es objeto de reformas o modificaciones de carácter importante, podrá seguir permaneciendo en el ámbito de las reglas sobre estabilidad con avería aplicables a los buques construidos antes del 1 de enero de 2009, excepto en el caso de un buque de carga que se transforme en buque de pasaje.

#### **REGLA 2 – DEFINICIONES**

##### **Regla 2.1**

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

La máxima extensión vertical de la avería posible 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\*.

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



**Regla 2.11**

Calado de servicio en rosca (*d*) – Representa el límite inferior de calado de la curva *GM* mínima prescrita (o al valor máximo admisible de *KG*). En general, corresponde a la condición de llegada en lastre con 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 10 % de materiales fungibles, asignación completa de pasajeros y tripulación y sus efectos, y el lastre necesario para la estabilidad y el asiento. La condición de llegada con el 10 % no es necesariamente la condición específica que debería utilizarse para todos los buques, pero en general representa un límite inferior apropiado para todas las condiciones de carga. Se entiende que esto no incluye las condiciones de atraque ni otras condiciones que no sean de viaje.

**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 4.1**

Los buques de carga que cumplen las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería de otros instrumentos de la OMI enumeradas en la nota a pie de página no están obligados a cumplir lo dispuesto en las reglas 6, 7, 7-1, 7-2 y 7-3 de la parte B-1, pero deberían cumplir lo dispuesto en las reglas que se indican en el cuadro siguiente.

<b>Regla</b>	<b>Aplicabilidad</b>
Parte B-1	
5	X
5-1	X
Parte B-2	
9	X <sup>1)</sup>
10	X
11	X
12	X
13-1	X
15	X
15-1	X
16	X
16-1	X
Parte B-4	
19	X
22	X
24	X
25	X <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Sólo se aplica a los buques de carga que no son buques tanque.

<sup>2)</sup> Sólo se aplica a los buques de carga de bodega única que no son graneleros.

#### **Regla 4.1: Nota a pie de página .1**

"Buques mineraleros-graneleros-petroleros": *buques de carga combinados* tal como se definen en la regla II-2/3.14 del Convenio SOLAS.

#### **Regla 4.4**

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

### **REGLA 5 – INFORMACIÓN SOBRE ESTABILIDAD SIN AVERÍA**

Se hace referencia a la circular MSC.1/Circ.1158 (interpretación unificada del capítulo II-1 del Convenio SOLAS) en relación con la prueba de desplazamiento en rosca.

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

##### **Regla 5-1.2**

Para la elaboración de esa información también se debe tener en cuenta toda prescripción sobre los valores límite de  $GM$  (o  $KG$ ) derivada de las disposiciones de la regla 6.1 (por lo que respecta a los índices parciales de compartimentado obtenidos), la regla 8 o la regla 9, que sea complementaria de las descritas en la regla 5-1.4.

##### **Reglas 5-1.3 y 5-1.4 (véase también la regla 7.2) $L_s$**

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 altura máxima admisible  $KG$ , se debería calcular un número suficiente de valores de  $KM_T$  para los calados intermedios a fin de garantizar que las curvas máximas  $KG$  resultantes se corresponden con una variación lineal de  $GM$ . 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 de compartimentado 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  $L_s$ , se debe proyectar del modo habitual la línea límite  $GM$  original calculando el calado máximo de compartimentado y el calado parcial de compartimentado con asiento a nivel y con el asiento de servicio real utilizado para el calado de servicio en rosca. A continuación deben construirse series adicionales de líneas límite  $GM$  a partir de la gama de asientos de servicio que queda abarcada por las condiciones de carga del calado parcial de compartimentado y el calado máximo de compartimentado asegurándose de que los intervalos no superen el  $1\%$  de  $L_s$ . Para el calado de servicio en rosca ( $d_l$ ) solamente se debería tener en cuenta un asiento. Las series de líneas límite  $GM$  se combinan para obtener una curva límite de  $GM$  envolvente. Se debe indicar claramente la gama efectiva de asientos de la curva.

## REGLA 6 – ÍNDICE DE COMPARTIMENTADO PRESCRITO *R*

### Regla 6.1

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

### Regla 6.2.4

Por lo que respecta a la expresión "el grado de riesgo ha disminuido", se debe aplicar la siguiente interpretación: Para los buques de pasaje que durante su travesía no se alejen más de 20 millas de la tierra más próxima, se podrá aceptar a discreción de la Administración un valor menor de  $N$ , pero que en ningún caso podrá ser inferior a  $N = N1 + N2$ .

## 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 definidos por la extensión de la avería y las condiciones de carga iniciales del buque antes de la avería. Se deben tener en cuenta tres condiciones de carga y los resultados se deben ponderar 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 multiplica al 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 menores (por ejemplo, la inundación de volúmenes considerablemente mayores) o por el rebasamiento de la longitud máxima posible de la avería.

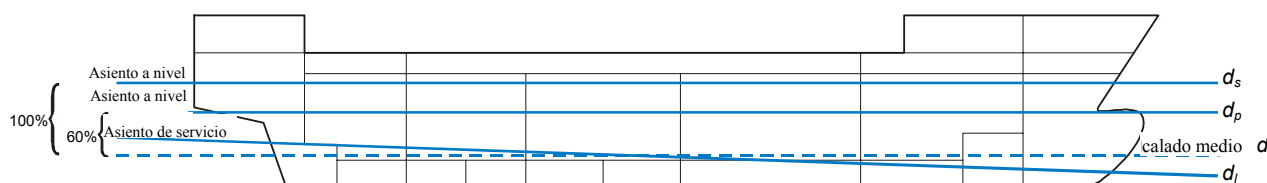
4 El índice  $A$  viene dado por los factores parciales siguientes:

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

$v_i$  El factor  $v$  depende de la configuración del dispositivo estanco (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 de la división 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 el índice  $A$  deben utilizarse tres condiciones de carga inicial. Las condiciones de carga se definen por el calado medio ( $d$ ), el asiento y  $GM$  (o  $KG$ ). En la figura siguiente se ilustran el calado medio y el asiento.



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

### Regla 7.2

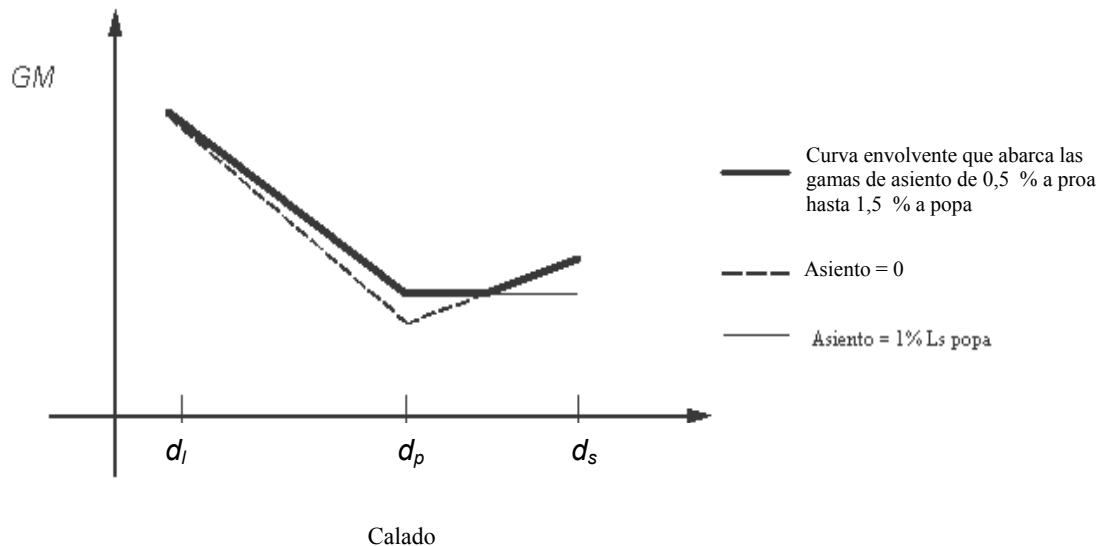
1 Si el asiento es distinto los cálculos se deben realizar con el mismo asiento inicial para los calados parcial y máximo de compartimentado. En caso de calado en rosca debe utilizarse el asiento de servicio real (véanse las Notas explicativas de la regla 2.11).

2 Ninguna de las combinaciones del índice dentro de la fórmula que figura en la regla 7.1 debe ser inferior a la prescripción de la regla 6.2. Todos los valores del índice  $A$  parcial deben cumplir las prescripciones de la regla 6.1.

3 Ejemplo:

Se debe elaborar una curva envolvente que abarque todos los valores de asiento calculados, basándose en las curvas límite de  $GM$  obtenidas de los cálculos de estabilidad con avería para cada asiento.

Los cálculos para los distintos valores de asiento se deben realizar en pasos no superiores al 1 % de  $L_s$ . Los cálculos de estabilidad con avería deben abarcar la gama completa de asientos, incluidos los asientos intermedios. El ejemplo que aparece a continuación muestra una curva envolvente obtenida de los cálculos con asiento 0 y el 1 % de  $L_s$ .



### Regla 7.5

1 Con el mismo objetivo que respecto de los tanques laterales, la sumatoria del índice  $A$  obtenido debería tener en cuenta los efectos causados por 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 sólo en el eje longitudinal y pasar por alto los cambios que se hayan producido en el compartimentado que indicarían averías menos importantes.

2 A proa y a popa del buque, donde la manga de sección es inferior a la manga  $B$  del buque, la penetración por averías transversales puede extenderse más allá del mamparo de crujía. Esta aplicación de las extensiones transversales de la avería coincide con la metodología que tiene 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 En los buques que tengan mamparos longitudinales acanalados en los compartimientos laterales o en la línea de crujía, éstos podrán tratarse como mamparos planos equivalentes, a condición de que la profundidad del acanalamiento tenga la misma magnitud que la estructura de refuerzo. El mismo principio puede aplicarse a los mamparos transversales acanalados.

### Regla 7.7

1 Las tuberías y válvulas directamente adyacentes al mamparo o a una cubierta pueden considerarse parte del mamparo o de la cubierta, siempre que la distancia de separación tenga la misma magnitud que el mamparo o la estructura de refuerzo de la cubierta. El mismo principio se aplica a los nichos pequeños, pozos de desagüe, etc.

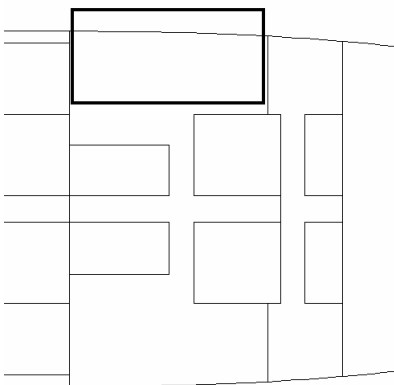
2 La disposición por la que se permite una "ligera inundación progresiva" debe limitarse a tuberías que atraviesan un compartimentado estanco y cuya área total de sección transversal no sea superior a  $710 \text{ mm}^2$  entre dos compartimientos estancos cualesquiera.

## REGLA 7-1 – CÁLCULO DEL FACTOR $p_i$

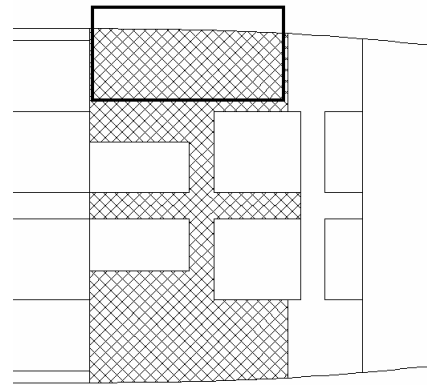
### Generalidades

- 1 Las definiciones que figuran a continuación están previstas para ser utilizadas únicamente en la aplicación de la parte B-1.
- 2 En la regla 7-1, las expresiones "compartimiento" o "grupo de compartimientos" deben entenderse como "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 a bordo dentro de contornos estancos.
- 7 Avería – la extensión tridimensional de la brecha en el buque.
- 8 Para el cálculo de  $p$ ,  $v$ ,  $r$  y  $b$  sólo debe considerarse la avería; para el cálculo del valor de  $s$  es necesario tener en cuenta el espacio inundado. Las figuras que aparecen a continuación ilustran la diferencia.

La avería se indica con el rectángulo en negritas:



El espacio inundado se indica a continuación:



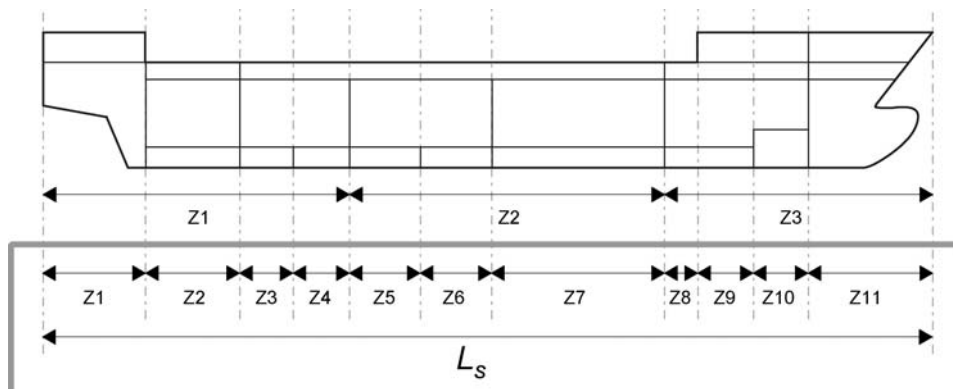
### Regla 7-1.1.1

1 Los coeficientes  $b_{11}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{21}$  y  $b_{22}$  son coeficientes de la función bilinear de densidad de probabilidad con respecto a la extensión normalizada de la avería ( $J$ ). La validez del coeficiente  $b_{12}$  depende de que  $L_s$  sea 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 estabilidad con avería, es decir, las averías específicas que se van a calcular.

3 No existen reglas para esta división longitudinal, salvo que la eslora  $L_s$  define los extremos del casco. 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 pueden incidir en el índice  $A$ . En general se prevé que cuantos más contornos de zona tenga el buque, mayor será el índice obtenido, pero esta ventaja debería sopesarse 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 en aproximadamente tres zonas de tamaño similar con límites que coinciden con el compartimentado longitudinal. Se prevé que la probabilidad de que el buque conserve la flotabilidad después de avería en una de las tres zonas es baja (es decir, el valor del factor  $s$  es bajo o corresponde a cero), por lo cual el índice obtenido  $A$  total será proporcionalmente menor.

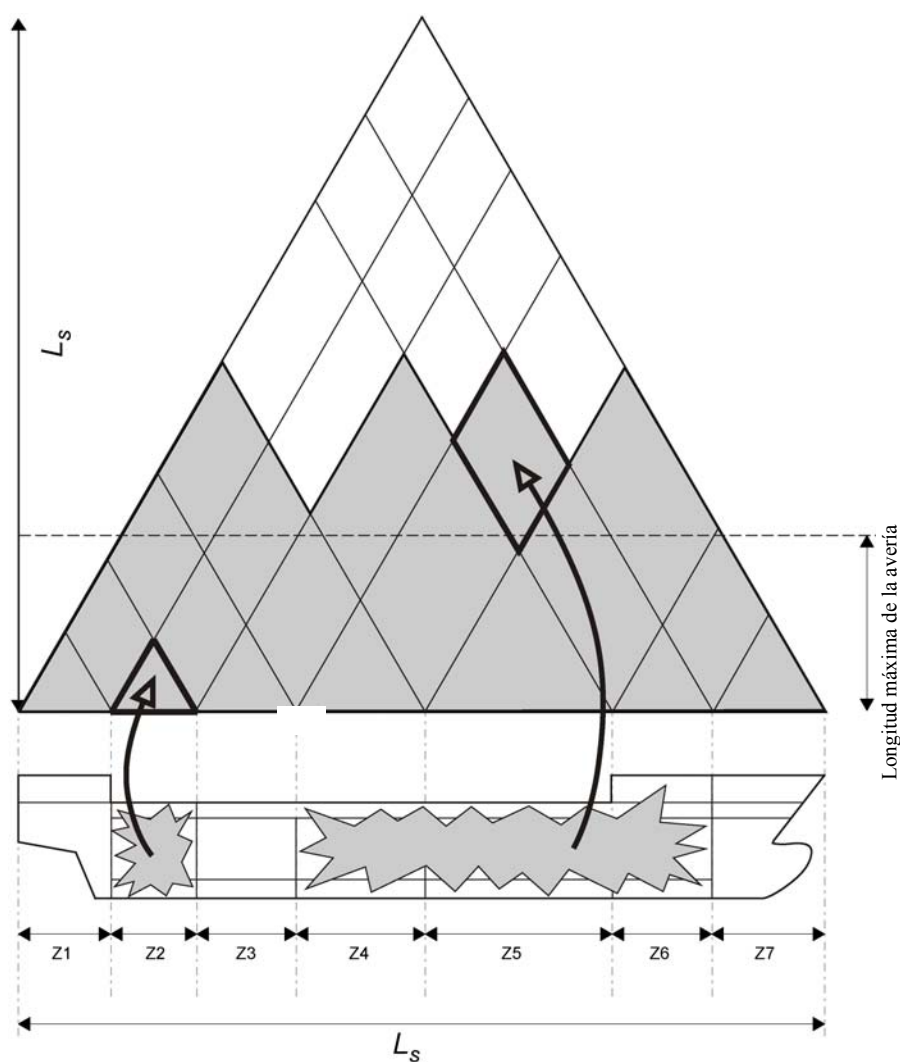
5 En el segundo ejemplo las zonas se han dispuesto atendiendo al dispositivo estanco, incluidas el compartimentado menor (como, por ejemplo, en el doble fondo). En este caso son mayores las posibilidades de obtener valores superiores del factor  $s$ .

6 En los buques que tengan mamparos transversales acanalados, éstos 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 pueden considerarse parte del mamparo, siempre que la distancia de separación tenga 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 estén situadas fuera de la estructura de refuerzo del mamparo transversal y representen un riesgo de inundación progresiva en otros compartimientos estancos que influirán en el índice obtenido  $A$  general, se deben tratar bien introduciendo una nueva zona de avería y tomando 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 dispositivo estanco adecuado 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 el dispositivo estanco 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:

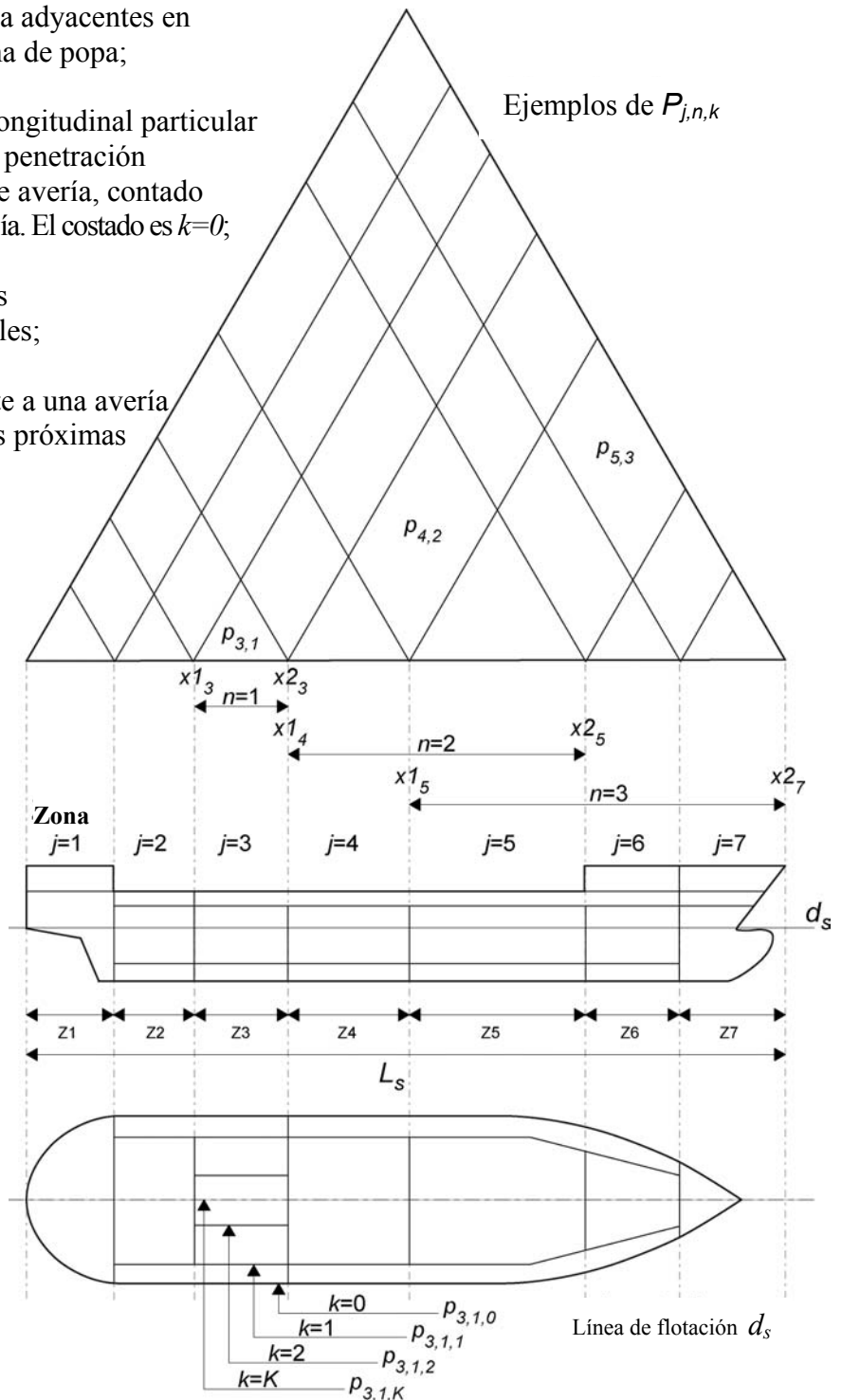
$j$ : número de la zona de avería, comenzando por el número 1 en la popa;

$n$ : 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 costado hacia crujía. El costado es  $k=0$ ;

$K$ : número total de contornos de penetración transversales;

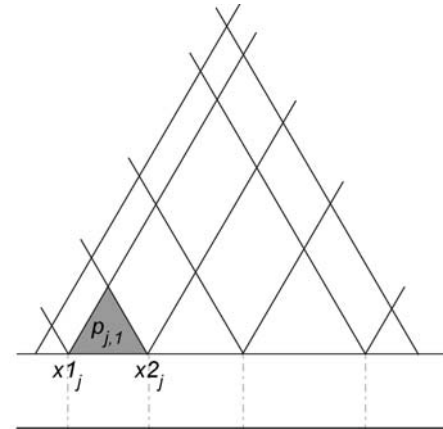
$P_{j,n,k}$ : el factor  $p$  correspondiente a una avería en la zona  $j$  y en las zonas próximas  $(n-1)$  a proa de  $j$  hasta el mamparo longitudinal  $k$ .



**Compartimentado estrictamente longitudinal**

Avería en una sola zona, compartimentado estrictamente longitudinal:

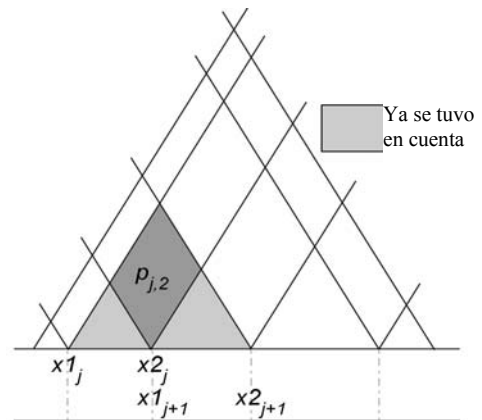
$$p_{j,1} = p(x1_j, x2_j)$$



Zonas J  
 n = 1: avería en una sola zona

Dos zonas adyacentes, compartimentado estrictamente longitudinal:

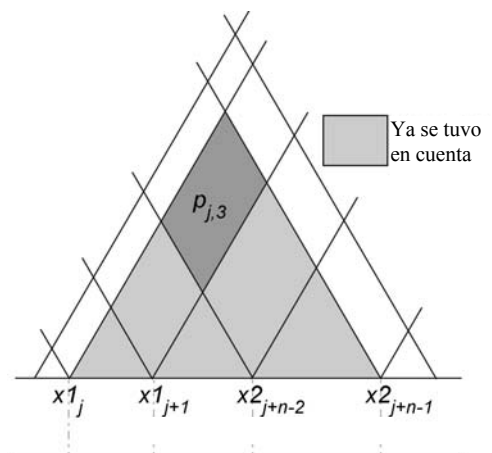
$$p_{j,2} = p(x1_j, x2_{j+1}) - p(x1_j, x2_j) - p(x1_{j+1}, x2_{j+1})$$



Zonas J J+1  
 n = 2: avería en una sola zona

Tres o más zonas adyacentes, compartimentado estrictamente longitudinal:

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



Zonas J J+1 j+n-1  
 n = 3: avería en una sola zona

**Regla 7-1.1.2**

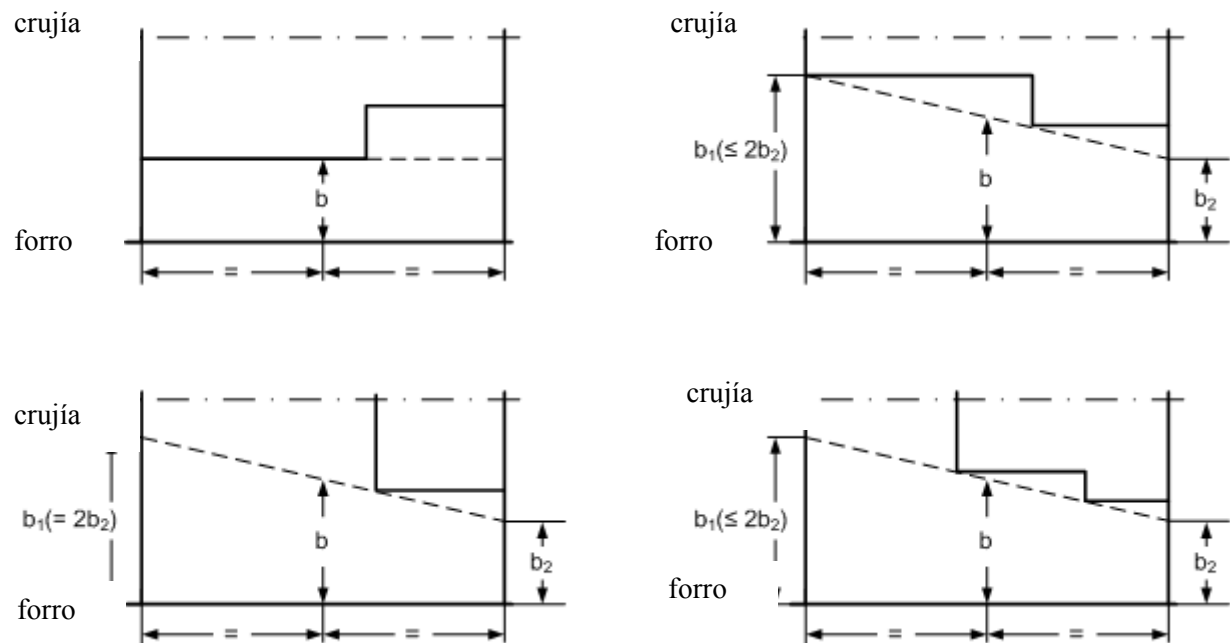
**Compartimentado transversal en una zona de avería**

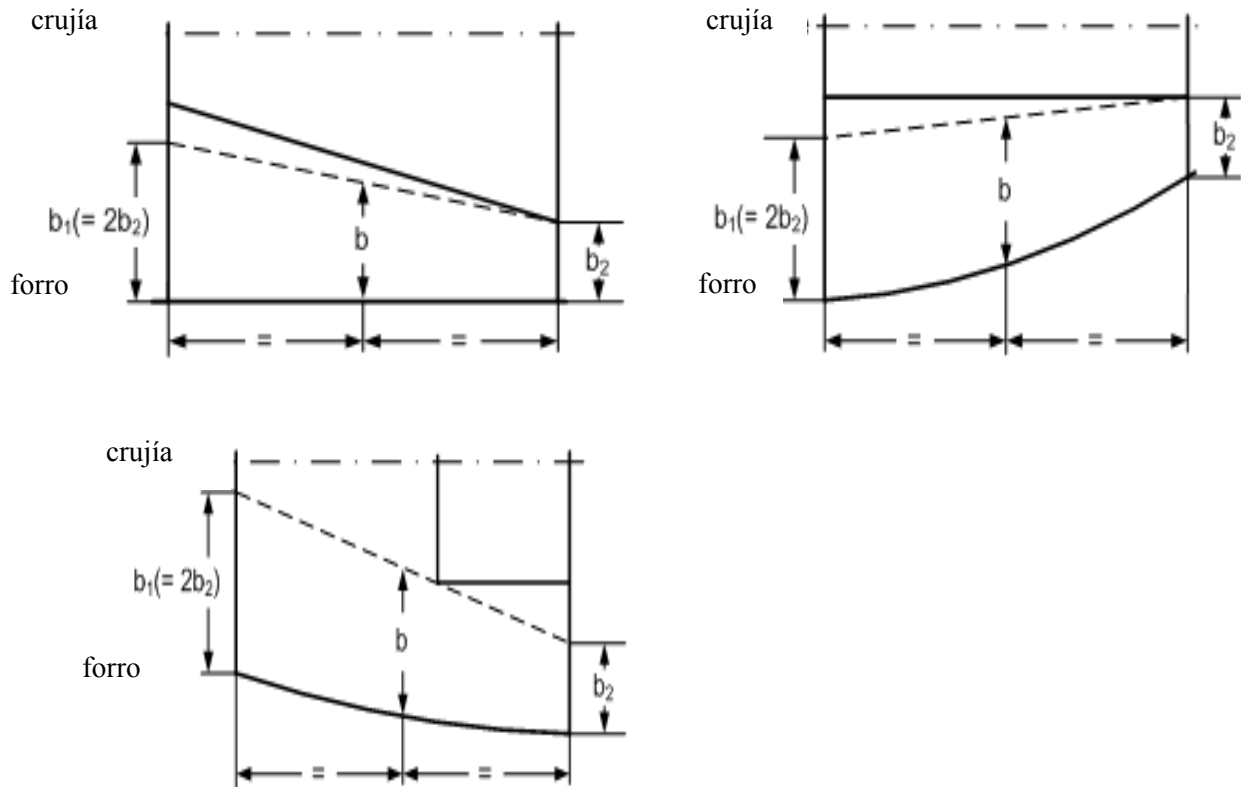
1 En una zona de avería específica puede darse que el daño al casco simplemente penetre el casco estanco del buque o que penetre más hacia la línea de crujía. Para describir la probabilidad de que la penetración sólo afecte a un compartimiento lateral, se utiliza un factor de probabilidad ( $r$ ) que 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 forro del costado, tomada en perpendicular a la línea de crujía hasta una barrera longitudinal.

3 En los puntos en los que el mamparo estanco no sea un plano paralelo al forro,  $b$  debe determinarse a partir de una línea imaginaria 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 imaginaria. 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.





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

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

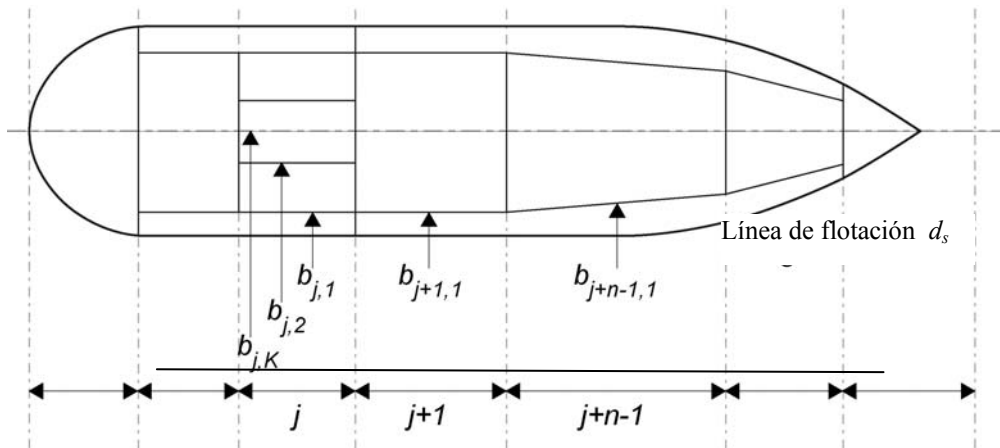
donde:  $n$  = número de compartimientos laterales del grupo;  
 $b_1, b_2, k, b_n$  = son los valores medios de  $b$  para cada compartimiento lateral del grupo.

*Valores acumulados de  $p$*

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:

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

8 Debido a la expresión definida para  $r(x1, x2, b)$  sólo se debe considerar un solo valor de  $b_k$ . Para reducir a un mínimo el número de cálculos, se pueden suprimir los mismos valores de  $b$ .

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

**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. A los compartimientos se los denomina R10, R12, etc.

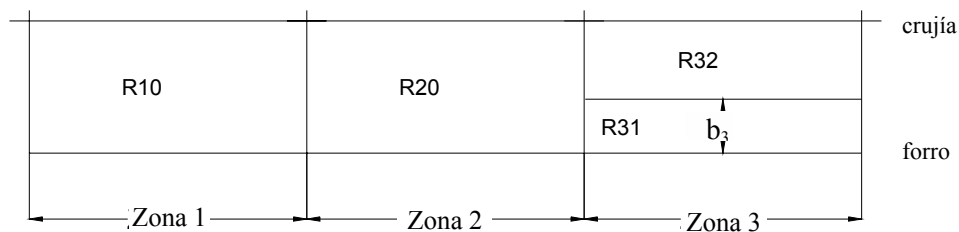


Figura – Las averías combinadas de las zonas 1 + 2 + 3 incluyen una penetración limitada hasta  $b_3$ , teniendo en cuenta la generación de dos averías:

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

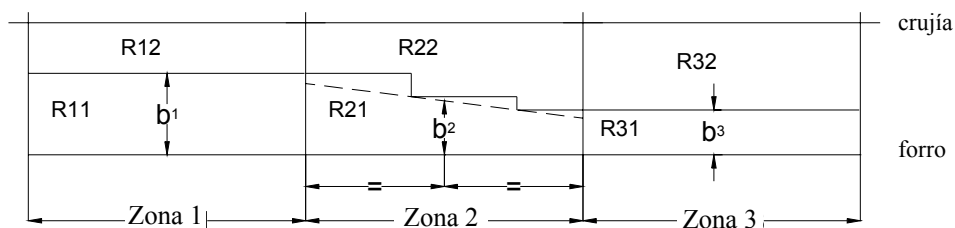


Figura – Avería combinada de las zonas 1 + 2 + 3, incluidas tres penetraciones limitadas diferentes que generan cuatro averías:

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

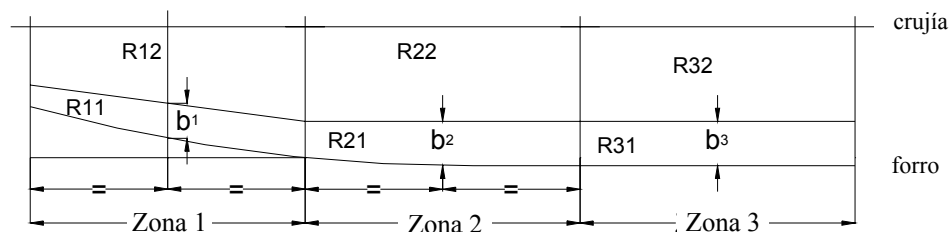
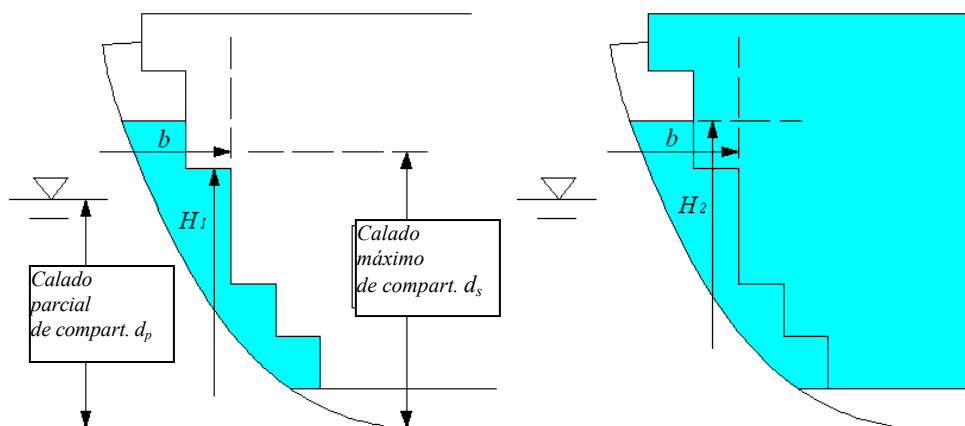


Figura – Averías combinadas de las zonas 1 + 2 + 3, incluidas dos penetraciones limitadas diferentes ( $b_1 < b_2 = b_3$ ) que generan tres averías:

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

10 Las averías que tengan una extensión transversal ( $b$ ) y vertical ( $H_2$ ) resultan en una inundación tanto del compartimiento lateral como de la bodega; con  $b$  y  $H_1$  sólo se inunda el compartimiento 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 pueden considerarse parte del mamparo, siempre que la distancia de separación tenga la misma magnitud que la estructura de refuerzo del mamparo. El mismo principio se aplica a los pequeños nichos, 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 altura 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  $d_l$ ).

2 Límites de inmersión – Serie de puntos que no deben quedar sumergidos en ninguna de las etapas de la inundación, como se indica 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 cualquier 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  $s$  se calculará sin tener en cuenta la inundación progresiva y la abertura correspondiente. El valor  $s$  inferior se mantendrá 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 fase específica de la inundación, a efectos de cálculo se podrá utilizar únicamente una "gama" positiva de la curva  $GZ$  continua 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

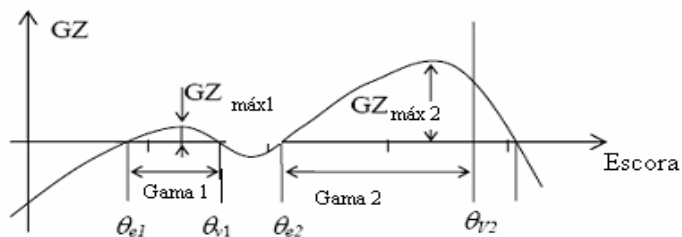
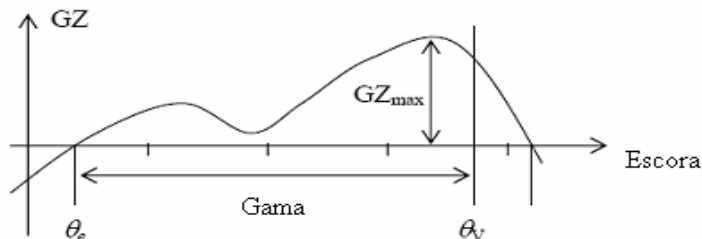


Figura 2



2 En la figura 1, el factor  $s$  podrá calcularse a partir del ángulo de escora, gama y curva correspondiente  $GZ_{\text{max}}$  de la primera o segunda "gama" de brazos adrizantes positivos. En la figura 2, sólo 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 de 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, estos cálculos deberán reflejar la secuencia y el nivel de llenado por fases. Los cálculos de las etapas intermedias de la inundación deberán 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 más espacios inundables (no estancos). Ejemplos de estructuras que pueden aminorar considerablemente la velocidad del equilibrado de los compartimientos principales son los mamparos que rodean espacios refrigerados, las cámaras incineradoras y los mamparos longitudinales con puertas no estancas.

#### *Cerramientos contra la inundación*

2 Si un compartimiento comprende cubiertas, mamparos internos, elementos estructurales y puertas de suficiente estanquidad y resistencia como para restringir considerablemente el flujo de agua, a efectos del cálculo de la fase intermedia de la inundación deberá dividirse en espacios no estancos. Se supone que las divisiones no estancas consideradas en los cálculos se limitan a los mamparos contraincendios de clase "A" y no a los mamparos contraincendios de clase "B" normalmente utilizados en las zonas de alojamiento (por ejemplo, camarotes y pasillos). Esta orientación también está relacionada con la regla 4.4.



### ***Cálculo de la inundación secuencial***

3 Para cada hipótesis de avería, la extensión y ubicación de la avería determinan la etapa inicial de inundación. Los cálculos se deben realizar por etapas, cada una de las cuales debe incluir por lo menos dos fases de llenado intermedio además de la fase completa para el espacio inundado. Se considerará que los espacios no restringidos afectados por la avería se inundan inmediatamente. Cada fase subsiguiente estará determinada por todos los espacios conectados que se inundan simultáneamente hasta que se llegue a un límite impermeable o hasta que se alcance el equilibrio final. Si, debido a la configuración del compartimentado del buque se prevé que otras etapas intermedias de la inundación puedan ser más extremas, éstas deben investigarse.

### ***Inundación compensatoria/equilibrado***

4 Por lo general, la inundación compensatoria es la inundación de un espacio no averiado en la banda opuesta del buque para reducir la escora en la condición de equilibrio final.

5 El tiempo de inundación compensatoria se deberá calcular según lo estipulado en la Recomendación sobre un método uniforme para evaluar los medios de inundación compensatoria (resolución MSC.245(83)). Si el equilibrado total de fluidos ocurre en 60 s o menos, se deberá tratar como instantáneo y no será 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 a tener en cuenta es el valor de  $s_{intermedio}$  después de 60 s. En los casos de inundación instantánea, solamente se considerarán eficaces los medios de inundación compensatoria de apertura pasiva, sin válvulas.

6 Si el equilibrado de fluidos se ultima en 10 min o menos, podrá llevarse a cabo la evaluación de la conservación de la flotabilidad para buques de pasaje con los valores menores de  $s_{intermedio}$  o  $s_{final}$ .

7 Si el equilibrado demora más de 10 min,  $s_{final}$  se calcula para la posición de flotación lograda tras 10 min de equilibrado. Esta posición de flotación se determina calculando la cantidad de agua de inundación, mediante interpolación, según lo estipulado en la resolución MSC.245(83), donde el tiempo de equilibrado se fija en 10 min, es decir que la interpolación del volumen de agua de inundación se hace entre el caso antes del equilibrado ( $T = 0$ ) y el tiempo de equilibrado total calculado.

8 En los casos en los que el equilibrado total de fluidos supera los 10 min, el valor de  $s_{final}$  utilizado en la fórmula de la regla 7-2.1.1 deberá ser el mínimo de  $s_{final}$  a los 10 min o al final de equilibrado.

### ***Buques de carga***

9 Si la Administración considera que la estabilidad de un buque de carga en etapas intermedias de la inundación puede ser insuficiente, podrá exigir que se investigue más a fondo esta situación.

## **Regla 7-2.4**

El desplazamiento es el desplazamiento sin avería en el calado de compartimentado de que se trate ( $d_s$ ,  $d_p$  y  $d_l$ ).

### **Regla 7-2.4.1.1**

La manga ( $B$ ) utilizada en este párrafo es la que se define en la regla 2.8.

### **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**

En los buques de carga que tengan instalados dispositivos de inundación compensatoria, la seguridad del buque se debe mantener en todas las etapas de la inundación. La Administración podrá exigir prueba de ello. De haberse instalado el equipo de inundación compensatoria, éste deberá tener la capacidad suficiente para garantizar que el equilibrado ocurre a más tardar en 10 min.

### **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" se considerará igual a 0.

2 Las aberturas sin protección comunican a dos cámaras entre sí o a una cámara con el exterior. No se tendrán en cuenta las aberturas sin protección si las dos cámaras comunicadas están inundadas o ninguna de ellas lo está. Si la abertura da al exterior, no se tendrá en cuenta si el compartimiento al que comunica está inundado. No será necesario tener en cuenta las aberturas sin protección que comuniquen con una cámara inundada o con el exterior de una cámara que no ha sufrido averías si ésta 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, se deberá demostrar que tales medios de cierre estanco 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 comunicantes a dos cámaras entre sí o a 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 sea necesario considerar varias etapas como "finales", no procederá tener en cuenta las "aberturas estancas a la intemperie" si éstas comunican con una cámara inundada o con el exterior de 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 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 prescritas 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 sólo incluyen las vías de evacuación (designadas escaleras de categoría 2 conforme a la regla II-2/9.2.2.3 o escaleras de categoría 4 conforme a 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 conforme a la regla II-2/9.2.2.3 o pasillos de categoría 2 conforme a 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) dentro del espacio averiado. No debe quedar sumergida ninguna parte de la vía de evacuación horizontal que dé servicio a los espacios no averiados.

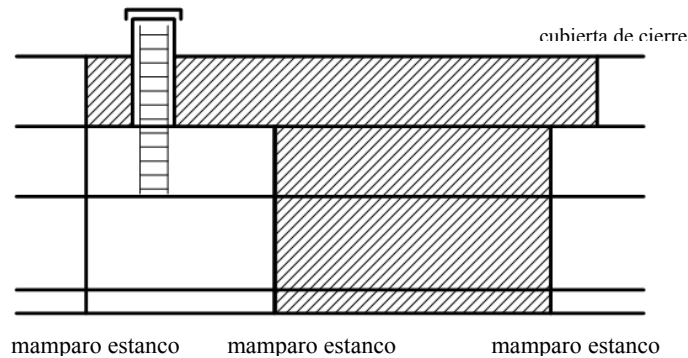
3  $s_i = 0$  cuando no sea posible acceder a una escalera que suba hacia la cubierta de embarque desde un espacio no averiado debido a la inundación de la "escalera" o la "escalera horizontal" en la cubierta de cierre.

4 Se considera que las vías de evacuación horizontales situadas dentro de la extensión de la avería pueden seguir accesibles, por consiguiente, en dichos casos,  $s_i$  no se considerará necesariamente igual a 0. Todavía podrán contribuir al índice obtenido  $A$ .

#### **Regla 7-2.5.3.1**

1 El objeto del presente párrafo es incorporar un incentivo para asegurarse de que la evacuación a través de una vía de evacuación vertical no se verá obstruida por agua que provenga de arriba. El párrafo contempla vías de evacuación de emergencia menores, normalmente escotillas, en las cuales la instalación de un medio de cierre estanco o estanco a la intemperie las excluiría como punto de inundación.

2 Como las reglas probabilistas no exigen que los mamparos estancos sean ininterrumpidos hasta la cubierta de cierre, se debe garantizar que continúe siendo posible evacuar espacios sin avería atravesando 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 relación existente entre la posición de la 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>Por debajo de la línea de flotación</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, <math>d + 12,5</math> m, situada entre <math>H_2</math> y <math>H_3</math>. <math>H_1</math> con el factor <math>v_1</math>, <math>H_2</math> con el factor <math>v_2 &gt; v_1</math> pero <math>v_2 &lt; 1</math>, y <math>H_3</math> con el factor <math>v_3 = 1</math>.</p> <p>Los factores <math>v_1</math> y <math>v_2</math> son los mismos que los mencionados <i>supra</i>. En todos los casos de avería se debe considerar que la flotabilidad de reserva por encima de <math>H_3</math> no se ve afectada.</p> <p>Debe elegirse la combinación de averías en las cámaras R1, R2 y R3 situadas por debajo de la flotación inicial, que permita tener en cuenta la avería con el menor valor del factor <math>s</math>. Ello suele resultar en 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, habrá que considerar 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 para los compartimientos de carga:

<b>Espacios</b>	<b>Permeabilidad en el calado <math>d_s</math></b>	<b>Permeabilidad en el calado <math>d_p</math></b>	<b>Permeabilidad en el calado <math>d_l</math></b>
Cargas de madera en bodega	0,35	0,7	0,95
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 deben 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 sólo debe contemplarse en casos en los cuales 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 normal modificando la elección de espacios del buque que se sabe dan resultados desfavorables extremos. La Administración considerará todas las propuestas caso por caso, y éstas deben justificarse con cálculos y argumentos apropiados.

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

**Reglas 8.3.2 a 8.3.5**

El número de personas transportadas, según se especifica en estos párrafos, es el número total de personas que se permite transportar a bordo del buque (y no  $N = N_1 + 2 N_2$ , como se establece en la regla 6).

## **REGLA 8-1 – CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE LOS BUQUES DE PASAJE TRAS UN SINIESTRO DE 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 accidental de extensión limitada inmovilice el buque. Este principio deberá aplicarse independientemente del modo en que se produzca la inundación. Sólo 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. Se debe prestar especial atención a la zona vulnerable en la curva del pantoque. Para justificar una exención de instalar un forro interior, se facilitará una evaluación de las consecuencias resultantes de permitir una inundación más extensa de la recogida en la regla.

2 A excepción de lo dispuesto en las reglas 9.3 y 9.4, las partes del doble fondo que no recorran toda la manga del buque, según se prescribe en la regla 9.1, debería considerarse como disposición poco habitual a efectos de la presente regla, y debería resolverse con arreglo a la regla 9.7.

### **Regla 9.2**

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

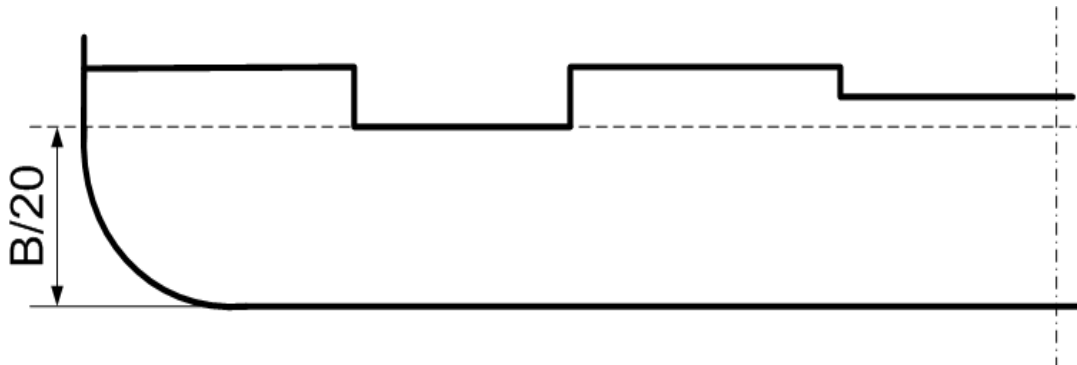
### **Regla 9.6**

1 Cualquier parte de un buque de pasaje o de un buque de carga que no lleve doble fondo, de conformidad con las reglas 9.1, 9.4 ó 9.5, deberá poder soportar las averías en el fondo que se describen en la regla 9.8. El propósito de esta disposición es especificar las circunstancias con respecto a las cuales la Administración debe exigir cálculos, cuál será la extensión hipotética de la avería, y qué criterios de conservación de la flotabilidad se deben adoptar 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 van a considerarse eficaces en el contexto.

### Regla 9.7

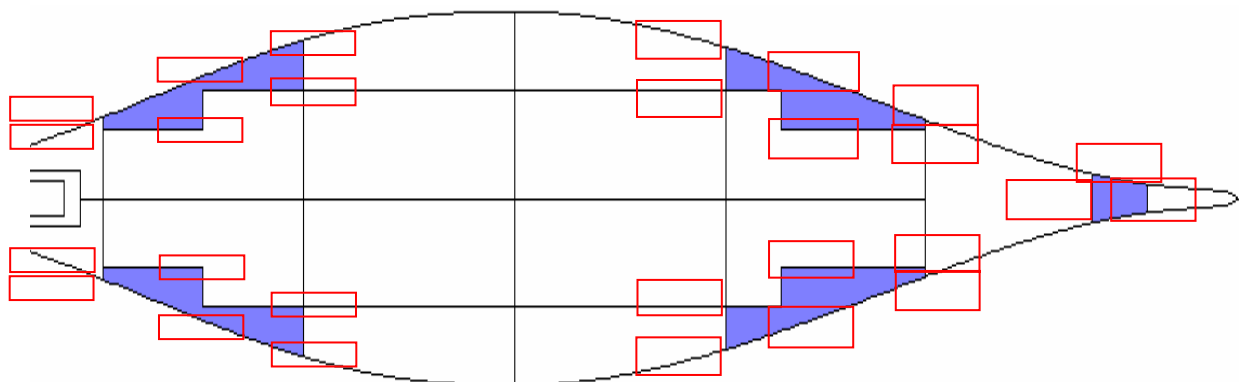
La referencia que se hace en la regla 9.2 a un "plano" no implica que la superficie del forro interior no pueda escalonarse en dirección vertical. A efectos del presente párrafo, no es necesario considerar las bayonetas y los nichos pequeños como disposiciones poco habituales, siempre y cuando ninguna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



### Regla 9.8

1 La expresión "todas las condiciones de servicio" empleada en este párrafo se refiere a las tres condiciones de carga necesarias para calcular el índice de compartimentado obtenido *A*.

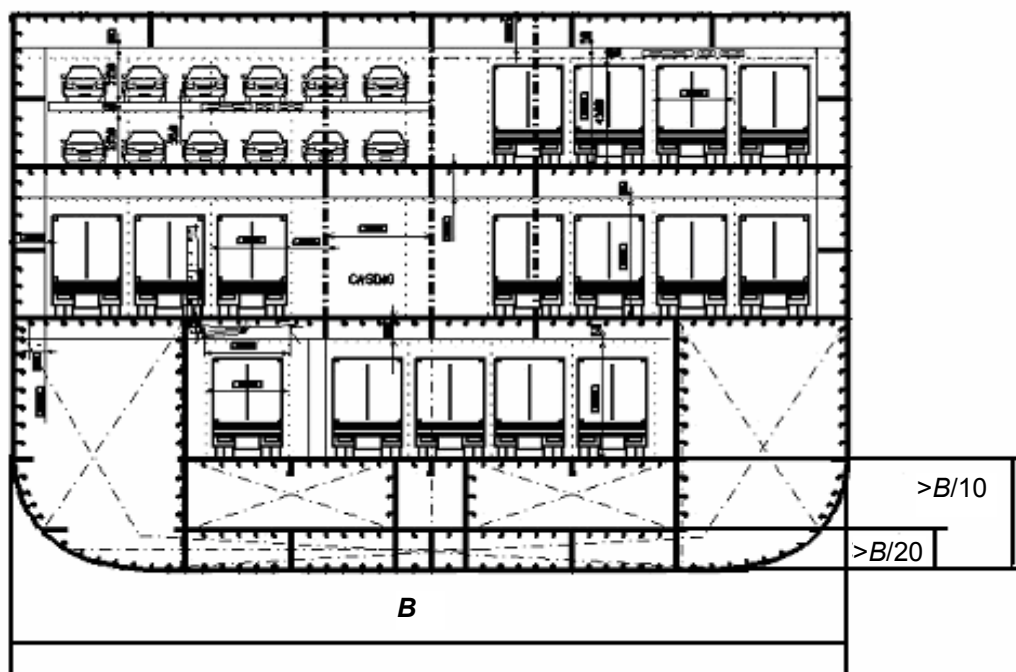
2 La extensión de la avería indicada en el presente párrafo debe aplicarse a las partes del buque que no llevan doble fondo, tal como lo permiten las reglas 9.1, 9.4 ó 9.5, incluir los espacios adyacentes situados dentro de la extensión de la avería. De conformidad con la regla 9.3, no es necesario que se consideren averiados los pozos pequeños, aun si están 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 cuentan con doble fondo están sombreadas, las averías supuestas se indican con recuadros).



### Regla 9.9

1 Al 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, se supondrá una extensión vertical de  $B/10$  ó 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  $B/10$  ó 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 amplia baja 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  $B/10$  ó 3 m, si este segundo valor es menor, se aplicará a la cubierta de la bodega inferior, con lo que se mantiene la altura prescrita del doble fondo, de  $B/20$  ó 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 moderno:



## REGLA 10 – CONSTRUCCIÓN DE LOS MAMPAROS ESTANCOS

### Regla 10.1

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



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

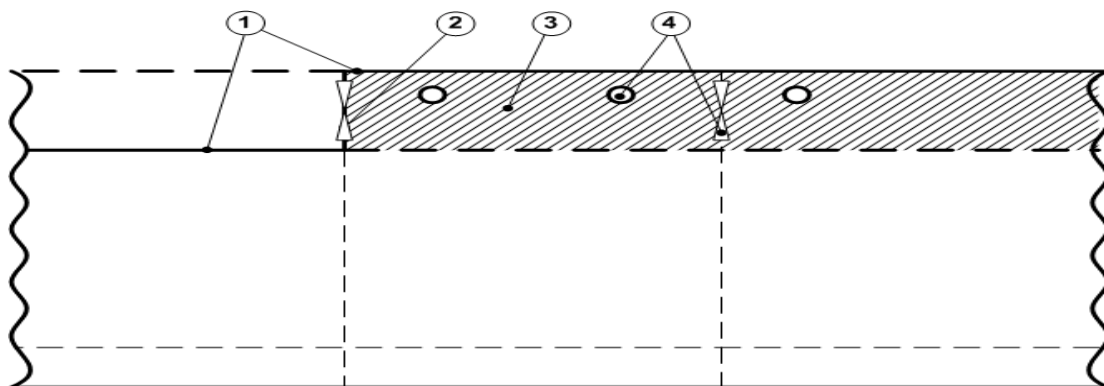
Véase la circular MSC.1/Circ.1211, titulada: "Interpretaciones unificadas de la regla II-1/10 y de la regla 12 del capítulo II-1 revisado del Convenio SOLAS sobre las puertas de proa y la prolongación del mamparo de colisión", que contiene interpretaciones sobre las puertas de proa y la prolongación del mamparo de colisión.

## 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 parte del buque se extienden a una cubierta más alta que forma bayoneta vertical en la cubierta de cierre, podrá considerarse que las aberturas situadas en el mamparo, a la altura de la bayoneta, están situadas por encima de la cubierta de cierre. En tal caso, dichas aberturas deben cumplir lo dispuesto en la regla 17 y 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 parte del buque deben tratarse como si estuvieran por debajo de la cubierta de cierre y se aplicará lo dispuesto en la regla 15. Véase la figura a continuación.

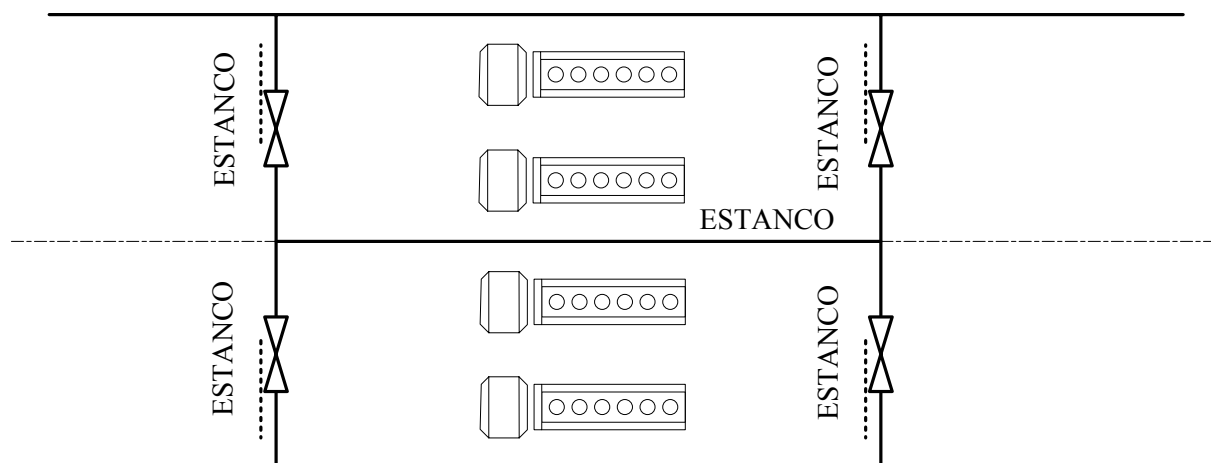


1 Cubierta de cierre  
3 Costado del buque

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

### Regla 13.4

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



### Regla 13.7.6

Se ha sustituido la norma CEI mencionada en la nota a pie de página (publicación IEC 529, 1976) por la norma CEI 60529:2003, más reciente.

## 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 parte del buque se extienden a una cubierta más alta que en el resto del buque, se podrá considerar que las aberturas situadas en el mamparo, a la altura de 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 parte del buque se deben 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 se aplicará 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**

### **Regla 15-1.1**

En relación con los dispositivos de cierre de los tubos de aireación, éstos deben considerarse dispositivos de cierre estancos a la intemperie (no al agua). Esto coincide con su tratamiento en la regla 7-2.5.2.1. Sin embargo, en el contexto de la regla 15-1, no se buscaba incluir las aberturas de los tubos de aireación entre las "aberturas exteriores".

## **REGLA 16 – CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS INICIALES DE PUERTAS ESTANCAS, PORTILLOS ESTANCOS, ETC.**

### **Regla 16.2**

1 Las puertas estancas deben ser sometidas a pruebas de presión con una carga de agua correspondiente a la altura medida desde el borde inferior de la abertura de la puerta hasta la cubierta de cierre o la cubierta de francobordo, o hasta el plano de flotación final o intermedio más desfavorable durante la inundación, si este valor es mayor.

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 imposibilitarían la realización de pruebas de presión, siempre que se demuestre mediante cálculos que las puertas, escotillas y rampas se mantienen estancas a la presión de proyecto, con un margen adecuado de resistencia. En el caso de puertas que se sellen mediante juntas, se deberá llevar a cabo una prueba de homologación de la presión para confirmar que el material de la junta puede comprimirse lo suficiente como para soportar cualquier flexión que revele el análisis estructural. Tras la instalación de cada puerta de este tipo, se deberán someter a prueba la escotilla o la rampa 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**

Las puertas corredizas estancas con una carga de presión reducida que cumplen las prescripciones de la circular MSC/Circ.541, y sus posibles enmiendas, cumplirán lo dispuesto en la regla 7-2.5.2.1. Estos tipos de puertas corredizas estancas sometidas a prueba con una carga de presión reducida podrían quedar sumergidas durante las etapas intermedias de la inundación.

### **Regla 17.3**

Las disposiciones relacionadas con los extremos abiertos de los tubos de aireación deben aplicarse únicamente a las averías de extensión longitudinal y transversal, según se definen en la regla 8.3, pero limitadas a la cubierta de cierre y que afecten a tanques con extremos abiertos que terminen dentro de la superestructura.

## 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, para cumplir la norma de estabilidad con avería prescrita. Según el tipo y tamaño del buque, ello puede entrañar un número considerable de análisis.

1.2.3 La regla 19 del capítulo II-1 del SOLAS estipula la necesidad de proporcionar a la tripulación información pertinente sobre el compartimentado del buque, por lo cual se deberán disponer y tener a la vista, de manera permanente, planos para que el oficial encargado pueda orientarse. Estos planos deberán 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 darse debido a la inundación. Asimismo, deberán 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 se encabezará con los siguientes datos. Principales dimensiones, 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, se deberá presentar la siguiente información:

- .1 principales dimensiones;
- .2 plano de líneas, trazado o numérico;
- .3 datos hidrostáticos y curvas transversales de estabilidad (incluido un esquema del casco flotante);
- .4 definición de subcompartimientos con volúmenes de trazado, centros de gravedad y permeabilidad;
- .5 plano de la disposición (plano de estanquidad) para los subcompartimientos con todos los puntos de abertura internos y externos, incluidos los subcompartimientos con que se comunican y los elementos utilizados para medir los espacios, tales como el plano de disposición general y el plano de tanques. Deberán incluirse los límites de compartimentado longitudinales, transversales y verticales;
- .6 condición de buque 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 línea isóbata del forro y perfil aerodinámico;
- .11 dispositivos de inundación compensatoria y descendente y cálculos correspondientes, de conformidad con la resolución MSC.245(83), 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

Se debe presentar 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 contribuye 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 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 se deberán presentar pormenores sobre las averías que no influyen en el índice obtenido ( $s_i = 0$  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 Aspectos especiales

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 serie apropiada de documentos que traten estos temas.

\*\*\*