

Problema 3 — Disposición general

Resumen técnico con supuestos de referencia

Este documento responde las preguntas A–E con formato pregunta/respuesta, referenciando criterios de DNV-RU-SHIP Pt.3 y SOLAS 2020. Se adopta $L_{pp} = 105,200\text{ m}$, $B = 15,99\text{ m}$, $T = 6,20\text{ m}$.

Pregunta A. Determinar la posición de los mamparos de proa y popa de cámara de máquinas y de pique de proa (clara 0.7 m zona central, 0.6 m extremos).

Tabla 1. Posiciones de mamparos transversales principales.

Mamparo	Posición desde PP popa (m)	Posición desde proa (m)	Cuaderna	Norma aplicada
Mamparo pique de popa	0,00	105,20	0	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.1 [2.2] — separación máx. 0,7 m zona central
Mamparo cámara de máquinas (popa)	8,20	97,00	14	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.1 [2.2] — separación máx. 0,7 m zona central
Mamparo cámara de máquinas (proa)	22,90	82,30	35	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.1 [2.2] — separación máx. 0,7 m zona central
Mamparo pique de proa	99,20	6,00	144	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.1 [2.2] — separación máx. 0,7 m zona central

Respuesta A. Aplicando la malla prescrita, la cámara de máquinas queda entre las cuadernas 14 y 35, equivalentes a 8,20–22,90 m medidos desde la PP de popa (97,00–82,30 m respecto a proa). Se verifica la presencia de piques de proa y popa conforme a DNV Pt.3 Ch.1 Sec.2 [3.1], que exige compartimiento estanco antes y después del espacio de máquinas en buques > 100 m.

Pregunta B. Disponer en el plano de disposición los elementos delimitadores (doble fondo, doble casco, cubiertas, mamparos) e indicar motor y tanques.

Tabla 2. Distribución longitudinal de espacios principales y soporte normativo asociado.

Espacio	Inicio (m)	Fin (m)	Uso / elementos	Cita normativa
Pique de popa	0,00	8,20	Timón, ejes y tanque de lastre.	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.6
Cámara de máquinas	8,20	23,20	Motor principal, auxiliares, cuadro eléctrico.	SOLAS II-1 Reg.26 / DNV Pt.4 Ch.1
Bodega 3	23,20	45,20	Carga y pañoles de servicio.	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.4 [1.1]
Bodega 2	45,20	72,20	Carga general central.	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.4 [1.1]
Bodega 1	72,20	99,20	Carga general / contenedores.	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.4 [1.1]
Pique de proa	99,20	105,20	Lastre, cadena y pañoles de amarras.	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.6

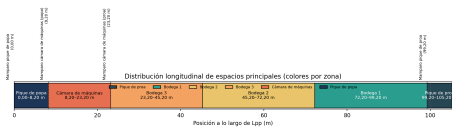


Figura 1. Distribución longitudinal de espacios en Lpp con identificación de mamparos.

Respuesta B. El doble fondo continuo de 1,20 m cumple DNV Pt.3 Ch.2 Sec.2 [1.4]. Los mamparos longitudinales de ala se extienden 0,22·B alrededor de máquinas, siguiendo SOLAS II-1 Reg.13 para proteger tanques de fuel.

Pregunta C. Estimar el volumen de los principales tanques de consumo, disponerlos y ubicarlos en Maxsurf Stability.

Tabla 3. Dimensionamiento de tanques de combustible y lastre.

	Servicio	Longitud (m)	Volumen (m³)	Porcentaje del total (%)	Notas	
	Lastre de ajuste y reserva FO	27,00	269,9	23,7	Factor de llenado del 92% para compensar refuerzos y tuberías.	DN
	Combustible pesado / lastre	27,00	269,9	23,7	Factor de llenado del 92% para compensar refuerzos y tuberías.	DN
	Combustible y lastre	22,00	219,9	19,3	Factor de llenado del 92% para compensar refuerzos y tuberías.	DN
	Servicio motor principal	15,00	150,0	13,1	Factor de llenado del 92% para compensar refuerzos y tuberías.	DN
	Fuel oil alimentación	12,00	113,3	9,9	Sección triangular; factor 0.88 por refuerzos.	DN
	Fuel oil alimentación	12,00	113,3	9,9	Simétrico al tanque de babor.	DN
	Suministro diario motor principal	2,00	4,6	0,4	Tanque cilíndrico vertical dentro de la cámara de máquinas.	SC (vo

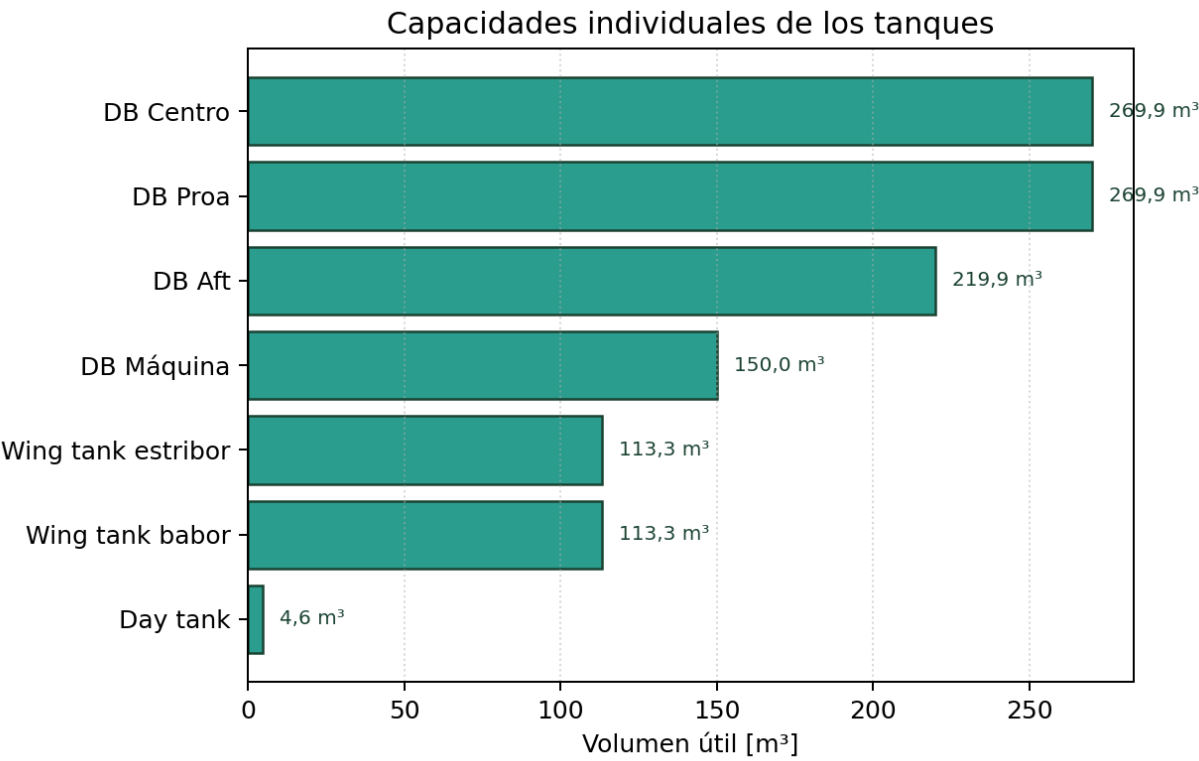


Figura 2. Capacidades útiles individuales de los tanques dimensionados.

Balance de combustible para la autonomía requerida

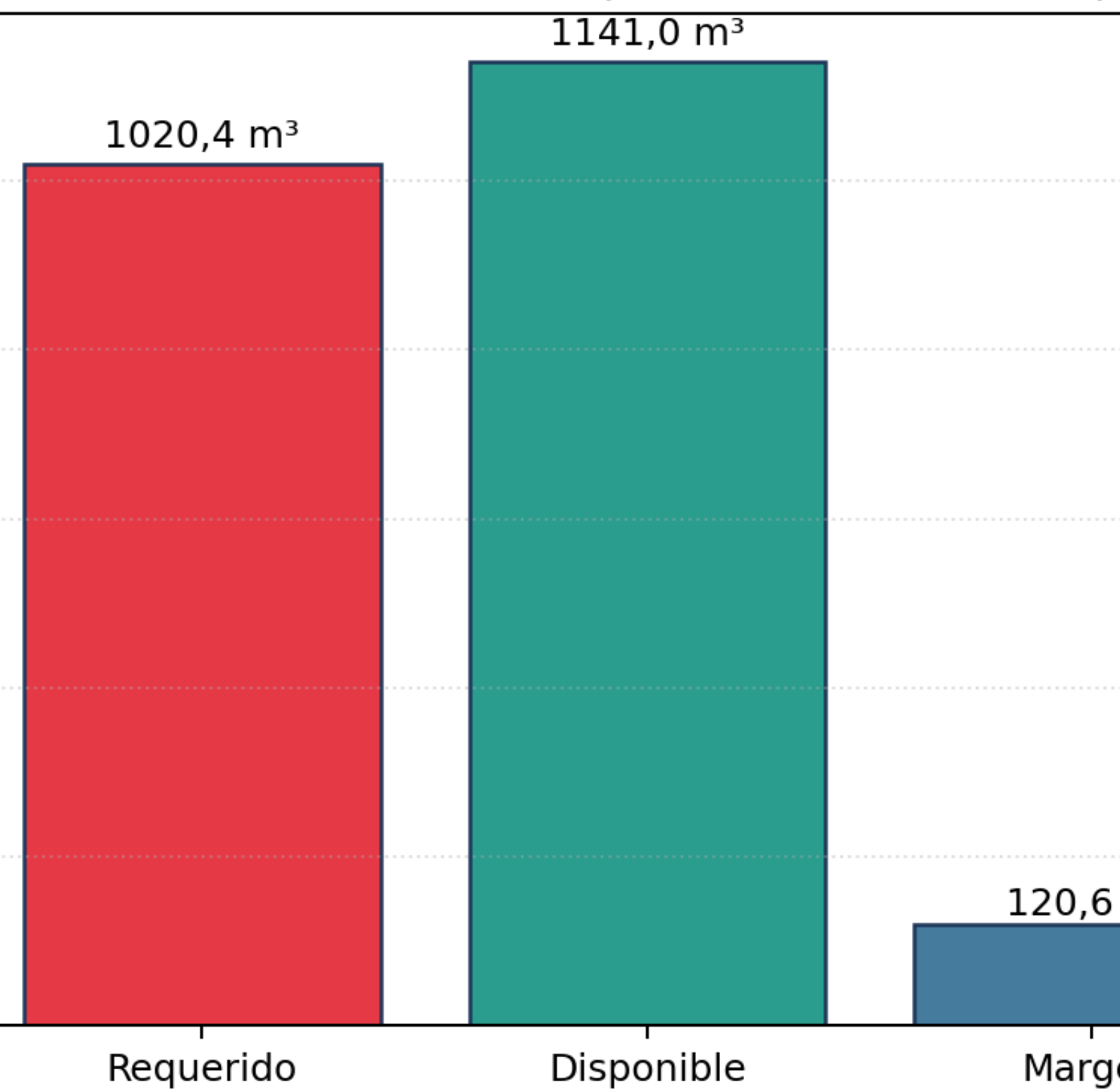


Figura 3. Balance disponible vs. requerido para la autonomía especificada.

La autonomía objetivo de 30 días, con un consumo de 30,61 t/día, exige 1020,4 m³ de combustible. Los tanques dimensionados aportan 1141,0 m³ y generan un margen operativo del 11,8% sobre lo requerido. La relación de dimensionamiento $V = L \cdot B_{ef} \cdot H \cdot \eta$ de DNV Pt.4 Ch.6 Sec.3 se aplica con $\eta = 0,92$ en doble fondo y $\eta = 0,88$ en tanques de ala.

El detalle diario por subsistema (ver Tabla 6) distribuye el consumo en 84.43 % para el motor principal 16V26, 13.36 % para generadores y 2.21 % para servicios y pérdidas, todos convertidos con densidad 0.90 t/m³.

Pregunta D. Completar el modelo Maxsurf Stability insertando los espacios definidos.

Se recomienda actualizar el modelo `salidas/base_ship/datos_buque_base.json` con las subdivisiones anteriores. Cada espacio puede implementarse como compartment en Maxsurf, reutilizando la cuaderna maestra del plano DXF `salidas/autocad_base/plano_cuadernas.dxf`. Según DNV Pt.3 Ch.3 Sec.3 [1.5], los compartimentos deben registrarse con sus volúmenes y centroides para la evaluación hidrostática.

Pregunta E. Verificar si la capacidad de tanques de carga cumple las especificaciones.

Tabla 4. Capacidad útil de bodegas de carga frente al requerimiento del proyecto.

Bodega	Largo (m)	Volumen útil (m³)	Referencia
Bodega 3	22,00	1584	DNV Pt.3 Ch.1 Sec.6 [4]
Bodega 2	27,00	1944	DNV Pt.3 Ch.1 Sec.6 [4]
Bodega 1	27,00	1944	DNV Pt.3 Ch.1 Sec.6 [4]
Total	-	5472	-

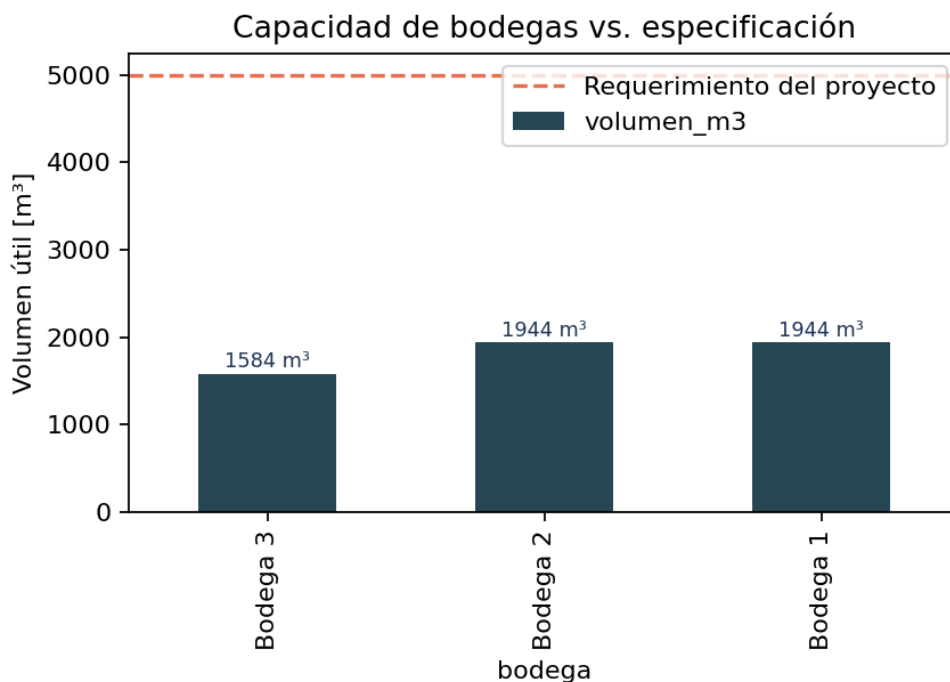


Figura 4. Capacidad disponible por bodega y comparación con la especificación.

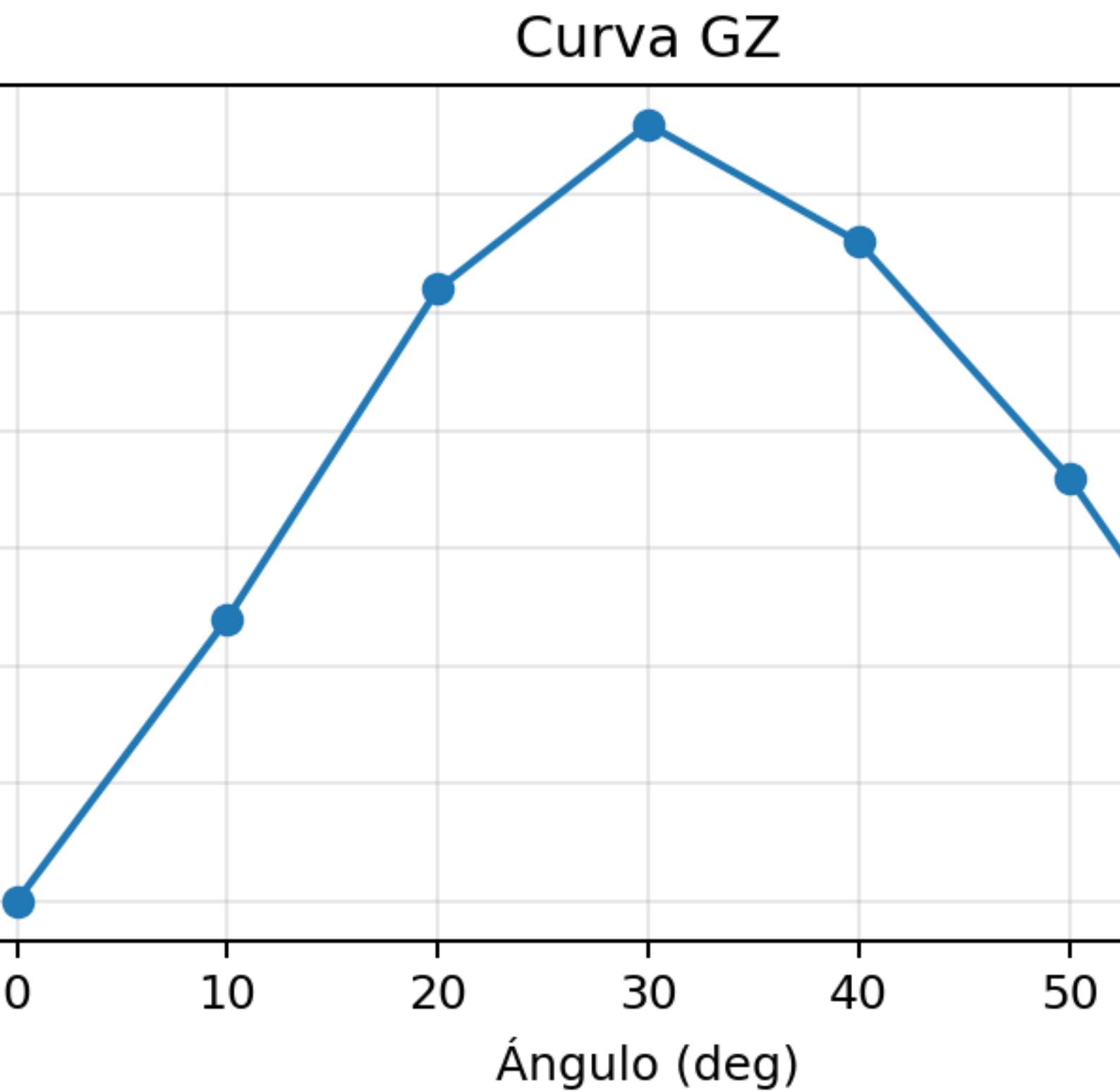


Figura 5. Curva de brazos de estabilidad GZ prevista.

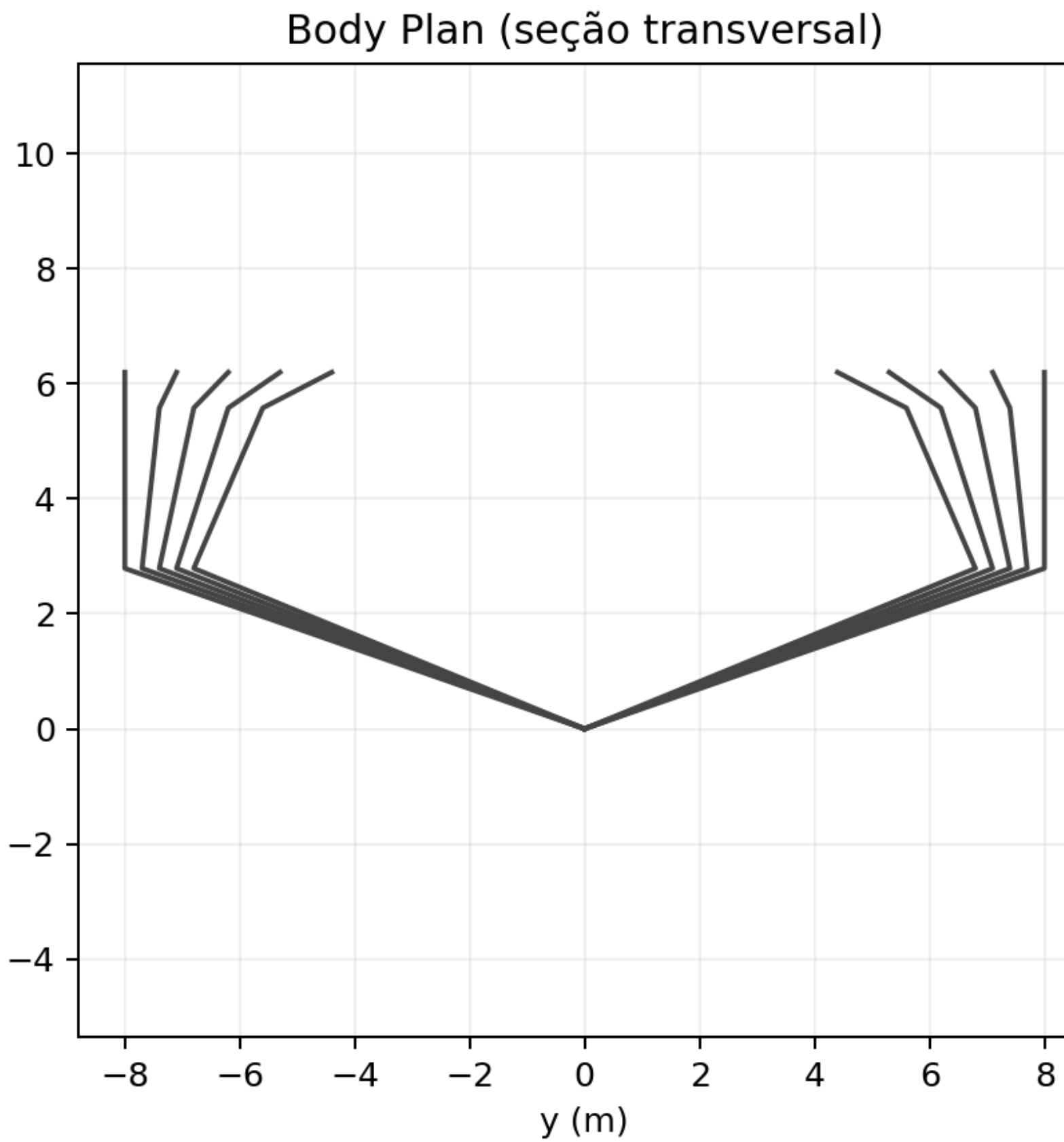


Figura 6. Body plan sintético empleado para la validación en Maxsurf.

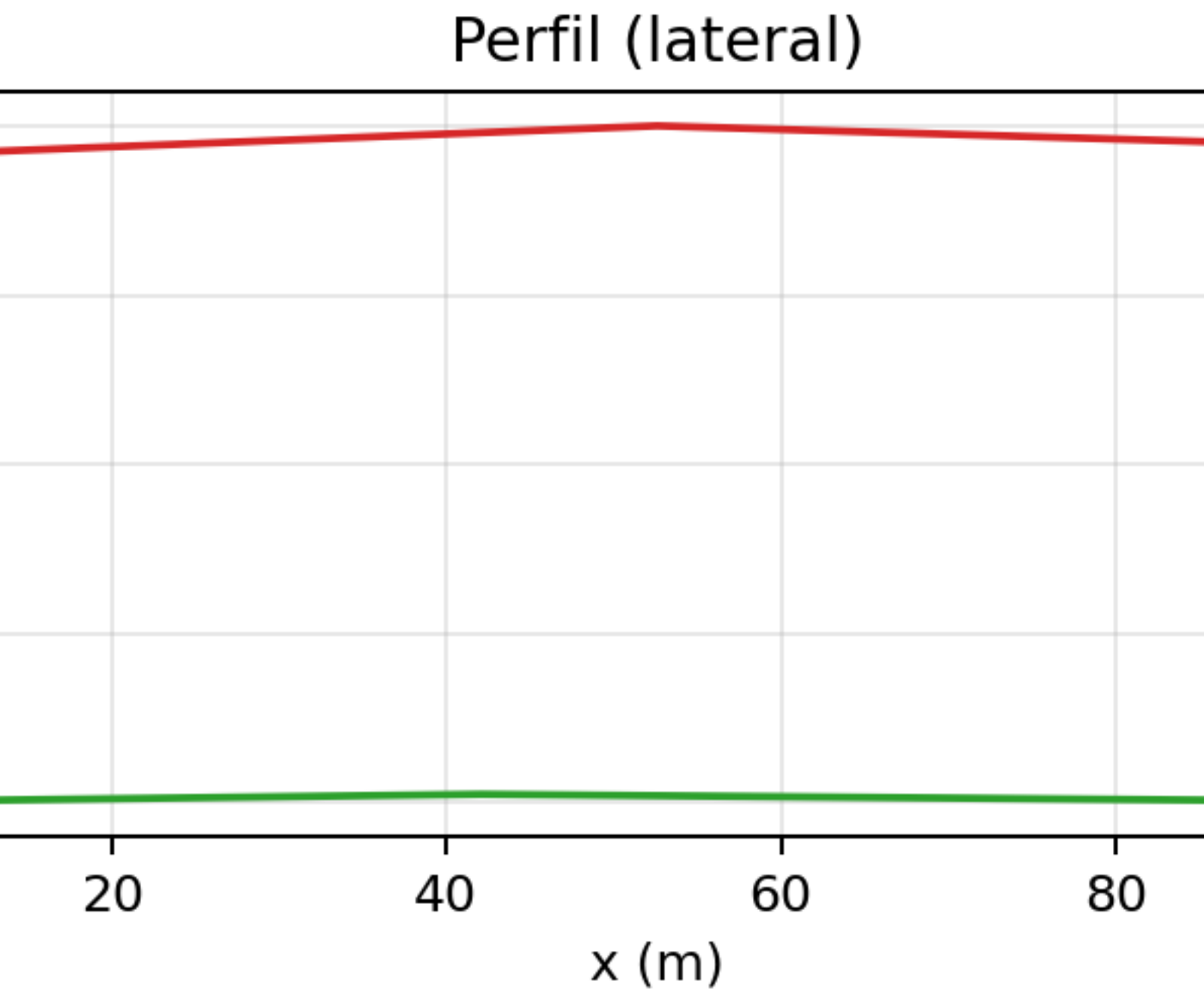


Figura 7. Perfil lateral con sheer y quilla utilizados en el modelo.

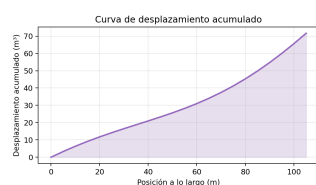


Figura 8. Curva de desplazamiento acumulado estimada.

La capacidad útil calculada (5472 m³) supera el requerimiento de proyecto (5000 m³), por lo que el buque cumple holgadamente las especificaciones.

Conclusiones. El arreglo propuesto cumple los requisitos de compartimentación de DNV Pt.3 Ch.2, las provisiones operacionales de máquinas de SOLAS Cap. II-1 Regla 26 y las condiciones de separación de espacios de SOLAS Cap. II-1 Regla 13. Se recomienda validar los resultados con el backend COM para obtener coeficientes exactos.

Extractos normativos incluidos en esta respuesta — se transcriben a continuación los párrafos completos utilizados como base documental.

DNV Pt.3 Ch.2 Sec.2 [1.1.1-1.1.6]

SECCIÓN 2 — ARREGLO DE SUBDIVISIONES

1 Arreglo de mamparos estancos

1.1 Número y disposición de mamparos estancos

1.1.1 Todos los buques deberán contar al menos con los siguientes mamparos estancos transversales:

- a) un mamparo de colisión
- b) un mamparo del pique de popa
- c) un mamparo en cada extremo de la cámara de máquinas.

1.1.2 En los buques con planta propulsora eléctrica, tanto la sala de generadores como la cámara de máquinas deberán quedar confinadas por mamparos estancos.

1.1.3 Además de los requisitos [1.1.1] y [1.1.2], el número y la disposición de mamparos se ajustarán a las necesidades de resistencia transversal, subdivisión, inundabilidad y estabilidad en avería, cumpliendo las exigencias de la normativa nacional aplicable.

1.1.4 Cuando no se disponga de cálculos de estabilidad en avería, el número total de mamparos estancos transversales no será inferior al indicado en la Tabla 1.

1.1.5 Los mamparos estancos deberán llegar hasta la cubierta de mamparos.

1.1.6 En los buques con una cubierta continua por debajo de la cubierta de francobordo, y cuando el calado sea menor que la distancia a esa segunda cubierta, todos los mamparos salvo el de colisión podrán terminar en la segunda cubierta. En tal caso, el cerramiento de la cámara de máquinas entre la segunda cubierta y la cubierta de mamparos deberá ser estanco, y la segunda cubierta deberá ser estanca fuera del cerramiento sobre la cámara de máquinas.

DNV Pt.3 Ch.2 Sec.3 [2.2-3.1]

2.2 Extensión del doble fondo

En los buques de pasaje y en los buques de carga distintos de petroleros se instalará un doble fondo que se extienda, en la medida en que sea practicable y compatible con el diseño y correcto funcionamiento del buque, desde el mamparo de colisión hasta el mamparo del pique de popa.

2.3 Altura del doble fondo

Cuando se exija un doble fondo, el forro interior se prolongará hasta el costado del buque de forma que proteja el forro exterior hasta la roda de balance. Se considerará adecuada la protección si el forro interior no queda en ningún punto por debajo de un plano paralelo a la línea de quilla situado a una distancia vertical hDB medida desde la línea de quilla, en milímetros, calculada mediante la fórmula: $hDB = 1000 \cdot B/20$, con un mínimo de 760 mm. La altura hDB no será superior a 2000 mm y deberá permitir un acceso cómodo a todas las partes del doble fondo. En los buques con gran levantamiento del pantoque, la altura mínima podrá incrementarse tras una consideración específica.

2.4 Pozos pequeños en el doble fondo

Los pozos pequeños construidos en el doble fondo para el drenaje de las bodegas no excederán en profundidad de lo estrictamente necesario. En los buques con eslora LLL igual o superior a 80 m, la distancia vertical entre el fondo del pozo y un plano coincidente con la línea de quilla no será inferior a 500 mm ni a la mitad de la altura requerida del doble fondo. Podrán aceptarse otros pozos, como los destinados al aceite lubricante bajo los motores principales, si proporcionan una protección equivalente a la de un doble fondo que cumpla este reglamento.

3.1 Generalidades

El pique de proa y los compartimentos situados por delante del mamparo de colisión no se destinarán al transporte de combustible ni de otros productos inflamables.

SOLAS 1974 Cap. II-1 Regla 26 (Generalidades)

Regla 26 — Generalidades

1 Las máquinas, las calderas y otros recipientes a presión, así como los correspondientes sistemas de tuberías y accesorios, responderán a un proyecto y a una construcción adecuados para el servicio a que estén destinados e irán instalados y protegidos de modo que se reduzca al mínimo todo peligro para las personas que pueda haber a bordo, considerándose en este sentido como proceda las piezas móviles, las superficies calientes y otros riesgos. En el proyecto se tendrán en cuenta los materiales de construcción

utilizados, los fines a que el equipo esté destinado, las condiciones de trabajo a que habrá de estar sometido y las condiciones ambientales de a bordo.

2 La Administración prestará atención especial a la seguridad funcional de los elementos esenciales de propulsión montados como componentes únicos y podrá exigir que el buque tenga una fuente independiente de potencia propulsora que le permita alcanzar una velocidad normal de navegación, sobre todo si no se ajusta a una disposición clásica.

3 Se proveerán medios que permitan mantener o restablecer el funcionamiento normal de las máquinas propulsoras aun cuando se inutilice una de las máquinas auxiliares esenciales. Se prestará atención especial a los defectos de funcionamiento que puedan darse en: un grupo electrógeno que sirva de fuente de energía eléctrica principal; las fuentes de abastecimiento de vapor; los sistemas proveedores del agua de alimentación de las calderas; los sistemas de alimentación de combustible líquido para calderas o motores; las fuentes de presión del aceite lubricante; las fuentes de presión del agua; una bomba para agua de condensación y los medios destinados a mantener el vacío de los condensadores; los dispositivos mecánicos de abastecimiento de aire para calderas; un compresor y un depósito de aire para fines de arranque o de control; y los medios hidráulicos, neumáticos y eléctricos de mando de las máquinas propulsoras principales, incluidas las hélices de paso variable. No obstante, habida cuenta de las necesarias consideraciones generales de seguridad, la Administración podrá aceptar una reducción parcial en la capacidad propulsora en relación con la necesaria para el funcionamiento normal.

4 Se proveerán medios que aseguren que se puede poner en funcionamiento las máquinas sin ayuda exterior partiendo de la condición de buque apagado.

5 Todas las calderas, todos los componentes de las máquinas y todos los sistemas de vapor, hidráulicos, neumáticos o de cualquier otra índole, así como los accesorios correspondientes, que hayan de soportar presiones internas, serán sometidos a pruebas adecuadas, entre ellas una de presión, antes de que entren en servicio por primera vez.

6 Las máquinas propulsoras principales y todas las máquinas auxiliares esenciales a fines de propulsión y seguridad del buque instaladas a bordo responderán a un proyecto tal que puedan funcionar cuando el buque esté adrizado o cuando esté inclinado hacia cualquiera de ambas bandas con ángulos de escora de 15° como máximo en estado estático y de 22,5° en estado dinámico (de balance) y, a la vez, con una inclinación dinámica (por cabeceo) de 7,5° a proa o popa. La Administración podrá permitir que varíen estos ángulos teniendo en cuenta el tipo, las dimensiones y las condiciones de servicio del buque.

7 Se tomarán las disposiciones oportunas para facilitar la limpieza, la inspección y el mantenimiento de las máquinas principales y auxiliares de propulsión, con inclusión de calderas y recipientes a presión.

8 Se prestará atención especial al proyecto, la construcción y la instalación de los sistemas de las máquinas propulsoras, de modo que ninguna de las vibraciones que puedan producir sea causa de tensiones excesivas en dichas máquinas en las condiciones de servicio normales.

9 Las juntas de dilatación no metálicas de los sistemas de tuberías, si están situadas en un sistema que atraviesa el costado del buque y tanto el punto de penetración como la junta de dilatación no metálica se hallan por debajo de la línea de máxima carga, deberán inspeccionarse en el marco de los reconocimientos prescritos en la Regla I/10 a) y reemplazarse cuando sea necesario o con la frecuencia que recomiende el fabricante.

10 Las instrucciones de uso y mantenimiento de las máquinas del buque y del equipo esencial para el funcionamiento del buque en condiciones de seguridad, así como los planos de dichas máquinas y equipo, estarán redactados en un idioma comprensible para los oficiales y tripulantes que deban entender dicha información para desempeñar sus tareas.

11 Las tuberías de respiración de los tanques de combustible líquido de servicio, los tanques de sedimentación y los tanques de aceite lubricante estarán ubicadas y dispuestas de tal forma que en el caso de que una se rompa ello no entrañe directamente el riesgo de que entre agua de mar o de lluvia. Todo buque nuevo estará provisto de dos tanques de combustible líquido de servicio destinados a cada tipo de combustible utilizado a bordo para la propulsión y los sistemas esenciales, o de medios equivalentes, cuya capacidad mínima de suministro sea de ocho horas para una potencia continua máxima de la planta propulsora y una carga normal de funcionamiento en el mar de la planta eléctrica.

SOLAS 1974 Cap. II-1 Regla 13 (fragmento)

Regla 13 — Integridad de los mamparos y disposiciones generales

10 Se instalarán mamparos estancos hasta la cubierta de cierre de los buques de pasaje y la cubierta de francobordo de los buques de carga que separen a proa y a popa el espacio de máquinas de los espacios de

carga y de alojamiento. Habrá asimismo instalado un mamparo del pique de popa que será estanco hasta la cubierta de cierre o la cubierta de francobordo. El mamparo del pique de popa podrá, sin embargo, formar bayoneta por debajo de la cubierta de cierre o la cubierta de francobordo, a condición de que con ello no disminuya el grado de seguridad del buque en lo que respecta al compartimentado.

11 En todos los casos, las bocinas irán encerradas en espacios estancos de volumen reducido.

Fórmulas reglamentarias de referencia

Tabla 5. Fórmulas aplicadas en el dimensionamiento presentado.

Referencia	Expresión
DNV Pt.3 Ch.2 Sec.3 [2.3]	Altura de doble fondo: $h_{DB} = 1000 \cdot B / 20$ (mín. 0,76 m, máx. 2,00 m).
DNV Pt.4 Ch.6 Sec.3	Dimensionamiento de tanques: $V = L \cdot B_{ef} \cdot H \cdot \eta$ ($\eta = 0,92$ en doble fondo, $\eta = 0,88$ en tanques de ala).

Tabla 6. Detalle de consumo diario por subsistema (30 días, densidad 0.90 t/m³).

Subsistema	Participación (%)	Consumo (kg/d)	Consumo (t/d)	Volumen (m³/d)	Consumo 30 días (t)	Volumen (m³)
Principal 16V26	84,43	25846,2	25,846	28,72	775,39	861,1
Accesorios auxiliares	13,36	4088,8	4,089	4,54	122,66	136,6
Fugas y pérdidas	2,21	677,0	0,677	0,75	20,31	22,6
	100,00	30612,0	30,612	34,01	918,36	1020,3