

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**PESQUERO AL CERCO EN P.R.F.V. DE 80 m<sup>3</sup>  
DE VOLUMEN BAJO CUBIERTA**

Vega RAMOS GORDILLO



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**  
Titulación: **I. T. NAVAL**  
Fecha: **Julio 2009**



## ÍNDICE

1. GENERALIDADES .....	3
1.1. Objeto de la embarcación .....	4
1.2. Descripción general del buque .....	4
1.3. Clasificación .....	5
1.4. Características principales .....	6
1.5. Volumen bajo cubierta .....	6
2. ESTRUCTURA DEL CASCO .....	8
2.1. Materiales .....	9
2.2. Correcciones al laminado reglamentario .....	9
2.3. Criterios de diseño .....	10
2.4. Calidad de fabricación .....	11
2.5. Quilla y roda .....	12
2.6. Forro exterior .....	12
2.7. Mamparos .....	13
2.8. Cubierta .....	13
2.9. Amurada .....	13
2.10. Caseta .....	13
2.11. Escotillas .....	13
3. ESCANTILLONADO DE LA CUADERNA MAESTRA .....	15
3.1. Estructura de fondo .....	18
3.2. Estructura de costado .....	22
3.3. Estructura de cubierta .....	23
3.4. Mamparos estancos .....	26
3.5. Superestructura y caseta .....	29
4. MATERIAL DE SALVAMENTO Y CONTRAINCENDIOS .....	30
4.1. Dispositivos de salvamento .....	31
4.2. Equipo contraincendios .....	32
5. DESPLAZAMIENTO Y CENTRO DE GRAVEDAD .....	34
5.1. Estimación del Peso en Rosca .....	35
5.2. Estimación del centro de gravedad del buque en Rosca .....	37
5.3. Estimación del Peso Muerto .....	38
6. ESTABILIDAD .....	40
6.1. Condición 1: “Salida de puerto” 100% consumos .....	43
6.2. Condición 2: “Salida de caladero” 100% pesca 35% consumos .....	46
6.3. Condición 3: “Llegada a puerto” 100% pesca 10% consumos .....	50
6.4. Condición 4: “Llegada a puerto” 20% pesca 10% consumos .....	53
6.5. Tabla Hidrostáticas .....	56
6.6. Tabla valores KN .....	57
7. ARQUEO .....	60
7.1. Cálculo de Arqueo, Convenio Internacional 1969 .....	61
7.2. Cálculo de Arqueo por la Regla 1 <sup>a</sup> .....	63

8. FRANCOBORDO .....	66
8.1. Francobordo de verano .....	70
8.2. Francobordo para agua dulce .....	71
9. PRESUPUESTO .....	72
10. PLANOS .....	74
- Plano de Formas	
- Plano de Disposición General. Perfil.	
- Plano de Disposición General. Planta.	
- Plano de la Cuaderna Maestra.	
- Plano de las Secciones de Arqueo.	
11. BIBLIOGRAFÍA .....	80

# **1. GENERALIDADES**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. OBJETO DE LA EMBARCACIÓN**

La finalidad de la presente especificación será definir las características principales de una embarcación dedicada a la pesca denominada “Cerco y Jareta”, cuya condición principal es que tenga 80 m<sup>3</sup> bajo cubierta. Para ello se instalarán a bordo todos los equipos necesarios.

El casco de la embarcación será construido totalmente de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Para el desarrollo de este proyecto se siguen las recomendaciones de la Organización Marítima Internacional (IMO), las normas de la Dirección General de la Marina Mercante, así como las normas recogidas en el Real Decreto 543/2007, de 27 de abril de 2007, por el que se determinan las normas de seguridad y de prevención de la contaminación a cumplir por los buques pesqueros menores de 24 metros de eslora.

### **1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BUQUE**

Las formas de la carena serán redondeadas, popa de espejo y proa lanzada, diseñadas especialmente para alcanzar la máxima velocidad y estabilidad posibles en malas condiciones de mar.

La distribución responde a los requerimientos de este tipo de embarcación, la cual figura en el plano de Disposición General, y que a continuación se describe.

El buque dispondrá de una cubierta principal que se extenderá a lo largo de toda la embarcación.

El volumen bajo la Cubierta Principal estará subdividido por cuatro mamparos estancos. De proa a popa, los compartimentos son los siguientes:

- A proa del primer mamparo se dispone el pique de proa. Este compartimento carece de acceso.
- Compartimento para el alojamiento de la tripulación.
- Bodega de Pesca.
- Cámara de Máquinas.
- Compartimento donde se ubicará el servomotor y alojamiento para la tripulación.

Entre el primer y segundo mamparo se encuentra un compartimento destinado al alojamiento para la tripulación, en el que se dispondrán dos literas abatibles para descanso del personal durante la travesía. También se dispondrán taquillas para los enseres personales. El acceso a este compartimento se realizará a través de la escotilla de proa, situada en la Cubierta Principal.

Entre el segundo y tercer mamparo, se encuentra la Bodega de Pesca. El acceso a la Bodega de Pesca se realizará a través de la escotilla situada sobre la Cubierta Principal.

Entre el tercer y cuarto mamparo se dispone la Cámara de Máquinas donde, además del motor propulsor, se encuentran los elementos auxiliares para el funcionamiento de los distintos servicios de la embarcación, así como los tanques de combustible (uno a cada banda) y aceite. También se dispondrán los entrepaños para la estiba de piezas de repuesto y accesorios. El acceso a este compartimento se realizará mediante las bajadas a ambas bandas situadas en el Guardacalor de Máquinas, local dispuesto en la zona central/popa de la Cubierta Principal.

A popa del cuarto mamparo estanco se dispone un compartimento dedicado al alojamiento de la tripulación y a la ubicación del servomotor. Este compartimento tendrá alojamiento para cuatro tripulantes, pues dispondrá de dos camas y una litera. También se ubicarán taquillas para los enseres personales. El acceso a este compartimento se realizará mediante la escalera situada en la popa de la cocina, en la banda de babor, en la zona de popa de la Cubierta Principal.

Sobre la Cubierta Principal, y de proa a popa, se dispondrán los espacios siguientes:

- Escotilla para el acceso al compartimento de alojamiento de la tripulación.
- Escotilla de acceso a la Bodega de Pesca.
- Caseta.

La caseta estará constituida por el Puente de Gobierno donde se instalarán los aparatos de maniobra y ayuda a la navegación, así como todos los instrumentos necesarios para el control del motor propulsor; además por un aseo; el Guardacalor, por el cual se accederá a la Cámara de Máquinas; y la cocina, por la cual se accederá al local del servomotor.

Bajo el Puente de Gobierno se situará un local donde se ubicará un tanque para agua dulce.

Sobre la caseta, encima del comedor-cocina, irá instalada la grúa para el manejo de la pesca.

### **1.3. CLASIFICACIÓN**

A los efectos de lo dispuesto en el artículo 4.2 del Reglamento de Inspección y Certificación de Buques Civiles, aprobado por el Real Decreto 543/2007, la embarcación quedará clasificada como embarcación de pesca litoral, que son las que ejercen su actividad dentro de la zona comprendida entre el litoral y la línea de 60 millas paralela al mismo y entre los paralelos 52° N y 20° N.

#### **1.4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

Las características principales de la embarcación se han estimado según las secciones de arqueo de un barco similar. A partir de esas secciones se ha procedido a dibujar las formas, siendo éstas comunes en la construcción de pesqueros.

Las características principales serán las siguientes:

Eslora total	17,25 m
Eslora de registro	15,34 m
Eslora entre perpendiculares	14 m
Manga fuera de forros	5 m
Puntal de trazado	1,94 m
Calado medio de trazado	1,65 m
Motor propulsor	SCANIA
Modelo	DI 12 59 M
Potencia máxima instalada	300 CV
Velocidad máxima estimada	9,7 nudos
Capacidad aproximada de aceite	0,5 m <sup>3</sup>
Capacidad aproximada de combustible	5 m <sup>3</sup>
Arqueo bruto	25,20 GT
Tonelaje de Registro Bruto	22,82 T.R.B.
Tripulación	8 personas

#### **1.5. VOLUMEN BAJO CUBIERTA**

A continuación se adjunta una tabla de hidrostática con el barco totalmente sumergido para demostrar que el buque tiene un volumen bajo cubierta de 80 m<sup>3</sup>, como se exige en la especificación del diseño de la embarcación.

Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta

Hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	82	tonne
2	Volume	80	m <sup>3</sup>
3	Draft to Baseline	3	m
4	Immersed depth	2	m
5	Lwl	0	m
6	Beam wl	0	m
7	WSA	94,12	m <sup>2</sup>
8	Max cross sect area	7,116	m <sup>2</sup>
9	Waterplane area	0	m <sup>2</sup>
10	Cp	0	
11	Cb	0	
12	Cm	0	
13	Cwp	0	
14	LCB from zero pt. (+v	7,384	m
15	LCF from zero pt. (+v	15,596	m
16	LCB from zero pt. (+v	7,384	%
17	LCF from zero pt. (+v	15,596	%
18	KB	1,389	m
19	KG	0	m
20	BMt	0	m
21	BMI	0	m
22	GMt	1,389	m
23	GMI	1,389	m
24	KMt	1,389	m
25	KMI	1,389	m
26	Immersion (TPc)	0	tonne/c
27	MTc	0,081	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Dis	1,988	tonne.

Density:  Recalculate

VCG:  Close

## **2. ESTRUCTURA DEL CASCO**

## **2. ESTRUCTURA DEL CASCO**

### **2.1. MATERIALES**

El escantillonado está basado en la utilización de un laminado a base de resina de poliéster y capas alternadas de CSM y de tejido de fibra de vidrio.

Los materiales serán adecuados para este tipo de embarcación, y conformes a los requerimientos de la Sociedad de Clasificación American Bureau of Shipping, Rules for Building and Classing Reinforced Plastic Vessels.

El estratificado será a base de resinas de poliéster homologadas para uso marino tipo isoftálicas y ortoftálicas, reforzadas mediante hebras cortadas de fibra de vidrio “Mat” y tejidos de “Roving” de gramaje adecuado, así como tejido unidireccional en zonas donde sea necesario, hasta conseguir los espesores adecuados.

Se fija un contenido mínimo de fibra de vidrio, en el laminado, de 35% en peso.

La capa de Gel coat, top coat y otras capas superficiales, tales como CSM menor de 300 g/m<sup>2</sup> o tejido del gramaje que sea, que no se considere estructural, no se incluirá en el cálculo del escantillonado.

Los valores mínimos de las características mecánicas del laminado son:

Carga a flexión .....	17.5 Kg/mm <sup>2</sup>
Módulo a flexión .....	770 “
Carga a tracción .....	12.6 “
Módulo a tracción .....	700 “
Carga a compresión .....	11.9 “
Módulo a compresión .....	700 “
Carga a cortadura perpendicular a la dirección principal de las fibras	7.7 “
Carga a cortadura paralela a la dirección principal de las fibras ....	6.3 “
Módulo de cortadura paralelo a la dirección principal de las fibras ..	315 “
Carga a cortadura interlaminar .....	0.7 “

La correspondencia entre el gramaje de las capas de laminado y el espesor final obtenido es 0.25 mm de espesor por 100 g/m<sup>2</sup> de CSM y 0.16 mm por 100 g/m<sup>2</sup> de tejido.

### **2.2. CORRECCIONES AL LAMINADO REGLAMENTARIO**

Cuando se utiliza un laminado diferente al propuesto o sus características sean diferentes a las indicadas, se ha de modificar el espesor obtenido del cálculo, el módulo resistente y el momento de inercia, de acuerdo a las expresiones:

$$t_2 = t_1 \sqrt[3]{770/E} \text{ mm}$$

$$SM_2 = SM_1 (17,5/u) \text{ cm}^3$$

$$I_2 = I_1 (770/E) \text{ cm}^4$$

Siendo:

$t_2$  = espesor del laminado alternativo en mm.

$t_1$  = espesor del laminado básico en mm.

$E$  = módulo elástico de flexión del laminado en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

$u$  = carga de flexión del laminado en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

$SM_1$  = módulo resistente del laminado básico, en cm<sup>3</sup>.

$SM_2$  = módulo resistente del laminado en uso, en cm<sup>3</sup>.

$I_1$  = momento de inercia del laminado básico, en cm<sup>4</sup>.

$I_2$  = momento de inercia del laminado en uso, en cm<sup>4</sup>.

Cuando se obtiene un laminado unidireccional, este debe de tener unas propiedades en el sentido transversal, de modo que hagan del conjunto (dirección principal-transversal) un resultado equilibrado.

Las características en la dirección transversal, deben de tener un valor mínimo con respecto a la dirección principal. Aquellas se obtienen multiplicando éstas por los valores:

Panel, relación de aspecto = 1 .....	0.80
Panel, relación de aspecto $\geq$ 1 .....	0.33
Refuerzos .....	0.25

Para valores intermedios, de la relación de aspecto, el coeficiente se obtendrá por interpolación.

El escantillonado Reglamentario obtenido con la utilización de material unidireccional, viene modificado por los factores:

Espesor laminado simple .....	$\sqrt{17.5/F}$
Espesor laminado sándwich .....	$24.5/(T+C)$
Area del refuerzo .....	$7.7/S$
Inercia del refuerzo .....	$770/E$

Siendo:

$F$  = carga de flexión del laminado unidireccional en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

$T$  = carga de tracción del laminado unidireccional en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

$C$  = carga de compresión del laminado unidireccional en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

$S$  = carga de cortadura del laminado unidireccional en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

$E$  = módulo de flexión del laminado unidireccional en uso, en Kg/mm<sup>2</sup>.

### **2.3. CRITERIOS DE DISEÑO**

Las cargas de diseño para dimensionar los elementos estructurales estarán de acuerdo con la Sociedad de Clasificación.

Los escantillones serán los indicados según el plano de la Cuaderna Maestra, así como en el documento correspondiente al cálculo del escantillonado que se adjunta a esta especificación.

Deberá prestarse especial atención a la conexión entre elementos estructurales, evitando discontinuidades bruscas siempre que sea posible.

La roda debe entenderse como una prolongación de la quilla, de forma que al llegar a la cubierta exista un espesor cuyo valor sea la media entre el espesor de la quilla y el Reglamentario al costado. En ancho de la roda se puede ir reduciendo de forma que en la cubierta sea el 60% del ancho requerido.

Donde se vaya a someter al buque a desgastes, como por ejemplo arrastre de los artes de pesca, deberá protegerse con placas metálicas.

Las zonas de estiba, embarco y desembarco de botes auxiliares, así como las áreas de contacto con otros buques, deberán dotarse de refuerzos o sobreespesores.

Las aberturas que se hagan al casco deben hacerse de manera que los cantos estén redondeados, y las zonas donde el laminado quede expuesto deben sellarse con resina.

Todas las aberturas mayores de 150 mm de diámetro, así como las salidas de elementos mecánicos, deben compensarse con dobles o similares.

## **2.4. CALIDAD DE FABRICACIÓN**

Para que el laminado cumpla con las características mecánicas deseadas, las instalaciones de almacenamiento y laminación deben ajustarse a unas condiciones adecuadas para ello.

Las zonas de almacenamiento deben garantizar que las fibras se mantengan limpias y libres de polvo, al mismo tiempo que deben estar protegidas de la humedad y la lluvia.

Las resinas y el Gel coat deben almacenarse en lugares secos y bien ventilados.

La temperatura de los talleres donde se realice el laminado debe mantenerse entre 16 y 32 °C. Esta temperatura deberá alcanzarse 24 horas antes de empezar a laminar y no debe sobrepasarse del límite superior, a no ser que así lo permita el fabricante de la resina.

Debe procurarse la máxima uniformidad en la distribución de la temperatura, procurando evitar que las fluctuaciones sean superiores a  $\pm 4$  °C en 24 horas.

La temperatura y la humedad relativa, la cual no debe ser superior al 80%, deben registrarse periódicamente. Deben instalarse registradores homologados para cada 1200 m<sup>2</sup>.

El Gel coat será aplicado con rodillo, brocha o pistola de forma uniforme, alcanzando un espesor nominal de 0.4 mm.

Las partes estructurales serán laminadas a mano por contacto.

El laminado se obtendrá mediante la superposición de telas unas capas con otras.

Esta superposición debe tener una extensión mínima de 50 mm. El cambio de espesor se realizará de forma gradual en un afinamiento suficiente para evitar concentraciones de esfuerzos.

Cuando se trata de laminado sándwich, las uniones de placas deben de hacerse teniendo en cuenta si el material del núcleo es elemento resistente o únicamente es elemento de separación.

En el primer caso, la unión debe hacerse de forma que el elemento resistente tenga, con anterioridad, una preparación de los bordes. En el segundo caso basta con hacer la unión del núcleo a tope.

Cuando se trata de laminado sándwich y se pretende unir zonas de diferente espesor, debe realizarse de manera que el paso de un espesor a otro no se haga de forma brusca ni creando zonas de posible concentración de esfuerzos.

Cuando se pasa de laminado sándwich a simple, también debe realizarse de forma suave.

Las burbujas y oclusiones de aire que se produzcan deben ser eliminadas antes de la aplicación de las siguientes capas.

Finalizado el estratificado, deberán comprobarse los espesores resultantes, que se verificarán según los resultados obtenidos mediante los cálculos del escantillonado.

Se realizará una constante inspección visual durante el proceso de laminado. El aspecto visual del casco y la estructura presentará una apariencia uniforme con ausencia de defectos apreciables tales como fisuras, grietas, ampollas, poros, etc.

## **2.5. QUILLA Y RODA**

La quilla se construirá enteriza con el casco.

La roda integrada con el casco será redondeada en su parte baja.

## **2.6. FORRO EXTERIOR**

El forro del casco se construirá mediante poliéster reforzado con fibra de vidrio, superponiendo distintas capas de fibra de vidrio hasta alcanzar como mínimo el espesor reglamentario indicado.

La estructura del casco será de tipo transversal, intercalándose elementos longitudinales.

Los refuerzos se unirán al forro mediante la aplicación gradual de sucesivas capas de fibra, dejando una longitud de solape adecuada que garantice su fijación.

### **2.6.1. CUADERNAS. VARENGAS**

Las cuadernas estarán formadas por un núcleo de madera de balsa y forradas exteriormente de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Se dispondrán varengas en cada cuaderna debidamente reforzadas.

### **2.6.2. LONGITUDINALES**

Análogamente, serán construidos mediante madera de balsa, y forrados con poliéster reforzado con fibra de vidrio, consolidándose al forro de forma gradual por medio de sucesivas capas y con longitud de solape apropiada para asegurar su unión.

### **2.7. MAMPAROS**

Bajo cubierta principal, la embarcación estará subdividida por mamparos estancos, tal como se indica en el plano de Disposición General.

Se laminarán refuerzos verticales y horizontales de madera de balsa unidos al mamparo mediante laminado de P.R.F.V.

### **2.8. CUBIERTA**

Se construirá totalmente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, mediante un laminado sencillo.

En las zonas donde se practiquen aberturas se reforzará de manera especial, procurando que las esquinas sean redondeadas.

La cubierta se reforzará mediante esloras continuas a las cuales se unirán los baos solapados mediante sucesivas capas de laminado.

Con objeto de que las esloras no tengan un dimensionamiento demasiado grande para soportar tanta longitud, se dispondrá de puntales que amenizarán dicha carga.

### **2.9. AMURADA**

Será de proa a popa con un laminado similar al del costado.

Llevará aberturas de desagüe de tamaño adecuado con esquinas redondeadas.

### **2.10. CASETA**

La caseta y Puente de Gobierno situados sobre la cubierta principal, serán de construcción a base de P.R.F.V., consolidándose el interior mediante refuerzos verticales y horizontales.

### **2.11. ESCOTILLAS**

Con el fin de realizar las operaciones de carga y descarga de la bodega, se dispondrá de una escotilla sobre la cubierta de trabajo, de dimensiones adecuadas y cuya situación se observa en el plano de Disposición General, la cuál se construirá de poliéster reforzado con fibra de vidrio y con tapa estanca.

Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta

La cubierta dispondrá además de una escotilla para el acceso al camarote de proa de la tripulación.

Las tapas irán provistas de elementos de trinca y frisas suficientes para garantizar la estanqueidad de la intemperie.

### **3. ESCANTILLONADO DE LA CUADERNA MAESTRA**

### **3. ESCANTILLONADO DE LA CUADERNA MAESTRA**

*Consideraciones previas según el Reglamento del American Bureau of Shipping:*

El forro del fondo debe estar soportado por elementos longitudinales, varengas reforzadas, bulárcamas o mamparos transversales y varengas. Si es necesario se colocarán cuaderñas transversales o longitudinales.

Estos elementos deberán estar sujetos a los refuerzos que los soportan o a los que ellos sirven de soporte.

Si es necesario colocar pasos, para que puedan correr tuberías a través de los refuerzos, los pasos se harán de forma que, a través del refuerzo, se coloque un tubo compatible con los materiales en contacto, sellado con resina, de forma que ese tubo permita el montaje, reparación y desmontaje de la tubería correspondiente.

Se colocarán longitudinales de fondo cuando la manga entre las partes inferiores del pantoque sea igual o superior a 2.44 m.

Todos los elementos longitudinales de la estructura se prolongarán lo más a proa y popa como sea posible.

Los longitudinales de costado se colocarán cuando el puntal, desde la parte superior del pantoque, sea mayor de 2.44 m.

Se deberán colocar esloras o puntales para soportar la cubierta.

La distancia entre bulárcamas o entre bulárcamas y mamparos transversales será como máximo 2.44 m.

Todos los buques que tengan una eslora igual o superior a 15 m tendrán mamparos estancos.

El mamparo de colisión no se colocará a menos de 0.05 L hacia popa del extremo de proa de la flotación de máxima carga, ni a más de 0.07 L, salvo que se justifique otra disposición de forma motivada considerando la seguridad en general de la embarcación.

La cámara de máquinas estará comprendida entre mamparos estancos, extendiéndose éstos hasta la cubierta.

A efecto del Reglamento del American Bureau of Shipping, una superestructura es una estructura cerrada en la cubierta de francobordo cuyos mamparos laterales están separados del costado menos del 4% de la manga del buque.

Los mamparos, mamparos parciales, o bulárcamas de estas estructuras, deben ser una continuación de los mismos elementos principales del casco, y así dar una rigidez efectiva transversal a la estructura.

*Aplicación práctica:*

La estructura del casco será de tipo transversal.

Como reforzado del fondo se utilizarán varengas, cuadernas y longitudinales fabricados de madera de balsa y soldados al casco con poliéster reforzado de fibra de vidrio.

Se dispondrán varengas cada 1000 mm, situadas en cada cuaderna y bajo los mamparos.

La manga entre las partes inferiores del pantoque es superior a 2.44 m, por ello la estructura del fondo estará compuesta por la combinación de longitudinales de fondo, 2 en cada banda, espaciados 1150 mm.

El puntal desde la parte superior del pantoque a la cubierta no supera los 2.44 m, por lo que no es necesario dotar la estructura de longitudinales de costado.

La cubierta principal se construirá completamente en laminado monolítico, reforzada mediante elementos transversales cada 1.0 m y elementos longitudinales separados 2.2 m.

La estructura del buque constará de 4 mamparos estancos que subdividirán al casco en los siguientes compartimentos:

- Se colocará el mamparo de colisión a una distancia de 0.06 L a popa de la perpendicular de proa.
- Llevará un mamparo estanco delimitando el espacio de la habitación, a popa del pique de proa.
- Llevará 2 mamparos estancos que limitarán el espacio de la máquina propulsora principal.

Tales mamparos se prolongarán hasta la cubierta de trabajo.

### **3.1. ESTRUCTURA DE FONDO**

#### **Fondo**

El fondo se extiende desde la quilla hasta 150 mm por encima de la línea de flotación de máxima carga.

El espesor del forro de fondo tendrá un valor de:

$$t = 0.051 s \sqrt[3]{k \cdot h} \text{ mm}$$

Siendo:

**t** = espesor del laminado, en mm.

**s** = lado más corto del panel considerado, en mm = 1000 mm.

**a** = lado más largo del panel, en mm = 1150 mm.

**k** = coeficiente que varía con la relación de aspecto según la tabla 1 (**a/s** = 1150/1000 = 1.15). Interpolando entre los valores **a/s** = **1.1** y **a/s** = **1.2**, obtenemos un valor de **k** = **0.0175**.

**h** = distancia, medida en el costado, desde el canto más bajo del panel de forro considerado, hasta la cubierta, en m = 1.95 m.

<b>K</b>	<b>a/s</b>
0.028	>2
0.028	2
0.027	1.9
0.027	1.8
0.026	1.7
0.025	1.6
0.024	1.5
0.023	1.4
0.021	1.3
0.019	1.2
0.016	1.1
0.014	1

Tabla 1.

Por lo tanto, el espesor del fondo es igual a:

$$t = 0.051 \cdot 1000 \cdot \sqrt[3]{0.0175 \cdot 1.95} = \mathbf{16.54 \text{ mm.}}$$

Se aplicará un laminado simple de poliéster reforzado con fibra de vidrio compuesto de las siguientes capas colocando las capas de MAT 450 y TEJIDO 800 alternativamente:

GEL COAT + MAT 300 + 8 MAT 450 + 7 TEJIDO 800 + TOP COAT

El espesor medio que resulta es de **18 mm**, valor superior al requerido.

## Quilla

El espesor de la quilla y la extensión del laminado no deben ser menores que los resultados obtenidos según las siguientes ecuaciones:

$$t_2 = 2 \cdot t \text{ mm}$$

$$H_1 = 0.5 \cdot w_1 \text{ mm}$$

Siendo:

$t_2$  = espesor del fondo de la quilla, en mm.

$t$  = espesor del fondo del casco, en mm = 18 mm.

$H_1$  = extensión del laminado de la quilla, en mm.

$w_1$  = anchura del fondo de la quilla, en mm, o 254 mm, el valor que sea mayor = 254 mm, que es mayor que la anchura de la quilla, 194 mm.

$$t_1 = 2 \cdot t = 2 \cdot 18 = \mathbf{36 \text{ mm.}}$$

$$H_1 = 0.5 \cdot w_1 = 0.5 \cdot 254 = \mathbf{127 \text{ mm.}}$$

El laminado estará compuesto por:

GEL COAT + MAT 300 + 16 MAT 450 + 15 TEJIDO 800 + TOP COAT

El espesor medio resultante es igual a **37.2 mm**, valor superior al requerido.

## REFUERZOS

Para el laminado simple, el ancho efectivo del panel o plancha asociado es igual a la clara entre refuerzos o al ancho obtenido mediante la siguiente ecuación, el que sea menor.

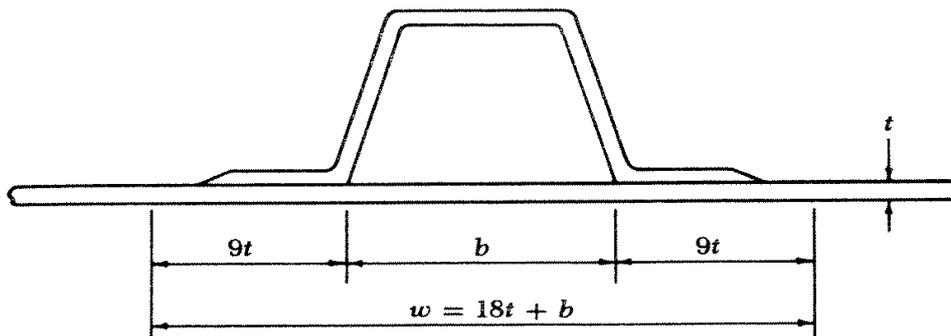
$$w = 18 t + b \text{ mm}$$

Siendo:

$w$  = ancho efectivo del panel asociado al refuerzo en mm.

$t$  = espesor del laminado en mm.

$b$  = ancho del refuerzo en mm.



## Longitudinales de fondo

### *Longitudinal de fondo 1*

El módulo resistente, incluido el panel asociado, y el momento de inercia de cada longitudinal, no debe ser menor que el dado por las siguientes ecuaciones:

$$SM = 19.38 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$I = 34.85 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^3 \text{ cm}^4$$

Siendo:

$$c = 0.9.$$

$h$  = altura medida en el costado, desde el centro del panel soportado por el longitudinal, hasta la cubierta, en m = 1.79 m.

$s$  = clara entre longitudinales, en m = 1.150 m.

$l$  = longitud no soportada del longitudinal, en m = 1 m.

$$SM = 19.38 \cdot 0.9 \cdot 1.79 \cdot 1.15 \cdot 1^2 = 35.9 \text{ cm}^3.$$

$$I = 34.85 \cdot 0.9 \cdot 1.79 \cdot 1.15 \cdot 1^3 = 64.56 \text{ cm}^4.$$

### *Longitudinal de fondo 2*

$$SM = 19.38 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$I = 34.85 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^3 \text{ cm}^4$$

Siendo:

$$c = 0.9.$$

$h$  = altura medida en el costado, desde el centro del panel soportado por el longitudinal, hasta la cubierta, en m = 1.28 m.

$s$  = clara entre longitudinales, en m = 1.150 m.

$l$  = longitud no soportada del longitudinal, en m = 1 m.

$$SM = 19.38 \cdot 0.9 \cdot 1.28 \cdot 1.15 \cdot 1^2 = 25.67 \text{ cm}^3.$$

$$I = 34.85 \cdot 0.9 \cdot 1.28 \cdot 1.15 \cdot 1^3 = 46.17 \text{ cm}^4.$$

Los longitudinales estarán formados por un núcleo de madera de balsa, de sección cuadrada de 80 mm de base por 80 mm de altura, obteniéndose un momento de inercia y módulo resistente superiores a los calculados según el Reglamento.

Estos refuerzos se unirán al casco de forma progresiva mediante laminado de poliéster reforzado con fibra de vidrio a base de 3 capas de MAT 450, con un espesor de 3.375 mm.

Elemento	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A·y (cm <sup>3</sup> )	A·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	M.I.p (cm <sup>4</sup> )
Chapa asociada	72,72	0,90	65,45	58,90	19,63
Vertical 1	2,70	5,80	15,66	90,83	14,40
Vertical 2	2,70	5,80	15,66	90,83	14,40
Tapa	2,70	9,97	26,92	268,32	0,03
<b>Total</b>	<b>80,82</b>		<b>123,68</b>	<b>508,87</b>	<b>48,46</b>

$$I_{l.b.} = \Sigma A \cdot y^2 + \Sigma M.I.p = 557.33 \text{ cm}^4.$$

$$y_0 = \Sigma A \cdot y / \Sigma A = 1.53 \text{ cm.}$$

$$I_{y_0} = I_{l.b.} - y_0^2 \cdot \Sigma A = 368.05 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Altura total} - y_0 = H_t - y_0 = 8.61 \text{ cm.}$$

$$SM = I_{y_0} / (H_t - y_0) = 42.76 \text{ cm}^3.$$

### Cuadernas de fondo

En las cuadernas transversales, el módulo resistente, con panel asociado, y el momento de inercia no serán menores que los indicados por las siguientes expresiones:

$$SM = 19.38 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$I = 34.85 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^3 \text{ cm}^4$$

Siendo en este caso:

$c = 0.85$  para cuadernas transversales.

$h =$  distancia vertical desde la mitad de  $l$  hasta la cubierta, medida en el costado, en m = 0.96 m.

$s =$  clara entre refuerzos, en m = 1.0 m.

$l =$  longitud no soportada del refuerzo, en m = 3.1 m.

$$SM = 19.38 \cdot 0.85 \cdot 0.96 \cdot 1 \cdot 3.1^2 = 151.97 \text{ cm}^3.$$

$$I = 34.85 \cdot 0.85 \cdot 0.96 \cdot 1 \cdot 3.1^3 = 847.18 \text{ cm}^4.$$

Las cuadernas estarán formadas por un núcleo de madera de balsa, de sección cuadrada de 12 cm de base por 12 cm de altura, superando así el módulo y momento de inercia mínimos calculados según el Reglamento.

El laminado será a base de poliéster reforzado de fibra de vidrio mediante 6 MAT 450, con un espesor medio de 6.75 mm.

Elemento	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A·y (cm <sup>3</sup> )	A·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	M.I.p (cm <sup>4</sup> )
Chapa asociada	79,92	0,90	71,93	64,74	21,58
Vertical 1	8,10	7,80	63,18	492,80	97,20
Vertical 2	8,10	7,80	63,18	492,80	97,20
Tapa	8,10	14,14	114,51	1618,94	0,31
<b>Total</b>	<b>104,22</b>		<b>312,80</b>	<b>2669,28</b>	<b>216,29</b>

$$I_{l.b.} = \Sigma A \cdot y^2 + \Sigma M.I.p = 2885.57 \text{ cm}^4.$$

$$y_0 = \Sigma A \cdot y / \Sigma A = 3.0 \text{ cm.}$$

$$I_{y0} = I_{l.b.} - y_0^2 \cdot \Sigma A = 1946.64 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Altura total} - y_0 = H_t - y_0 = 11.47 \text{ cm.}$$

$$SM = I_{y0} / (H_t - y_0) = 169.67 \text{ cm}^3.$$

### Varengas

Se dispondrán varengas cada 1000 mm, situadas en cada cuaderna y bajo los mamparos.

Se utilizarán varengas de madera de balsa de base 120 mm, con una altura de 120 mm, y laminadas a base de 9 MAT 450, con un valor de 10.125 mm de espesor.

## 3.2. ESTRUCTURA DE COSTADO

### Costado

La unión entre costado o fondo y el espejo de popa tendrá un espesor Reglamentario de:

$$t_1 = 1.5 t = 1.5 \cdot 18 = 27 \text{ mm.}$$

Con una extensión a cada lado de la unión:

$$B/40 = 5000/40 = 125 \text{ mm.}$$

El espesor del forro de costado tendrá un valor de:

$$t = 0.051 s \sqrt[3]{k \cdot h} \text{ mm}$$

Siendo:

**t** = espesor del laminado, en mm.

**s** = lado más corto del panel considerado, en mm = 989 mm.

**a** = lado más largo del panel, en mm = 1000 mm.

**k** = coeficiente que varía con la relación de aspecto = 0.0142.

**h** = altura medida en el costado hasta la cubierta, en m = 0.97 m.

Por lo tanto, el espesor de costado es igual:

$$t = 0.051 \cdot 989 \cdot \sqrt[3]{0.0142 \cdot 0.97} = \mathbf{12.09 \text{ mm.}}$$

El laminado estará compuesto por:

GEL COAT + MAT 300 + 6 MAT 450 + 5 TEJIDO 800

El espesor medio que resulta es igual a **13.15 mm**, valor superior al requerido.

## **REFUERZOS**

### **Cuadernas de costado**

Como reforzado del costado se emplearán cuadernas de sección cuadrada de 120 mm de base por 120 mm de altura, construidas de madera de balsa, con un laminado a base de 6 MAT 450.

Serán continuación de las cuadernas de fondo y enlazarán con los baos en la cubierta principal. La fijación se realizará de forma eficiente y compacta.

## **3.3. ESTRUCTURA DE CUBIERTA**

### **Cubierta**

La cubierta principal se construirá enteramente en laminado monolítico de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El espesor del laminado simple para la cubierta, se calcula con la siguiente expresión:

$$t = 0.0642 \cdot s \cdot \sqrt[3]{k \cdot c \cdot h} \text{ mm}$$

Siendo:

**t** = espesor del laminado simple, en mm.

**s** = clara entre baos, en mm = 1000 mm.

**k** = coeficiente que varía con la relación de aspecto según la tabla 1 (2200/1000 = 1.9;  $k = 0.028$ ).

**c** = 0.7.

**h** = 0.02 L + 0.76 m = 1.05 m.

**L** = eslora entre perpendiculares, en m = 14.0 m.

Por lo que el espesor de la cubierta del laminado simple sería:

$$t = 0.0642 \cdot 1000 \cdot \sqrt[3]{0.028 \cdot 0.7 \cdot 1.05} = \mathbf{17.59 \text{ mm.}}$$

El laminado estaría compuesto por:

GEL COAT + MAT 300 + 9 MAT 450 + 8 TEJIDO 800

El espesor medio que resulta es igual a **20 mm**, valor superior al requerido.

## REFUERZOS

### Baos

Se dispondrá un bao a la altura de cada cuaderna, espaciados cada 1000 mm. El módulo y momento de inercia de estos baos, con su panel asociado, se obtienen según las siguientes expresiones:

$$SM = 19.38 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$I = 34.85 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^3 \text{ cm}^4$$

Siendo:

$$c = 0.7.$$

$$h = 0.02 L + 0.76 \text{ m} = 1.05 \text{ m.}$$

$$s = \text{clara entre baos, en m} = 1 \text{ m.}$$

$$l = \text{longitud no soportada del bao, en m} = 2.20 \text{ m.}$$

$$SM = 19.38 \cdot 0.7 \cdot 1.05 \cdot 1 \cdot 2.20^2 = \mathbf{68.94 \text{ cm}^3}.$$

$$I = 34.85 \cdot 0.7 \cdot 1.05 \cdot 1 \cdot 2.2^3 = \mathbf{272.74 \text{ cm}^4}.$$

Los baos estarán formados por un núcleo de madera de balsa, de sección cuadrada de 10 cm de base por 10 cm de altura, superando así el módulo y momento de inercia mínimos calculados según el Reglamento.

El laminado será a base de poliéster reforzado de fibra de vidrio mediante 5 MAT 450, con un espesor resultante de 5.625 mm.

Elemento	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A·y (cm <sup>3</sup> )	A·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	M.I.p (cm <sup>4</sup> )
Chapa asociada	92,00	1,00	92,00	92,00	30,67
Vertical 1	5,63	7,00	39,38	275,63	46,88
Vertical 2	5,63	7,00	39,38	275,63	46,88
Tapa	5,63	12,28	69,08	848,41	0,15
<b>Total</b>	<b>108,88</b>		<b>239,83</b>	<b>1491,66</b>	<b>124,56</b>

Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta

$$I_{l.b.} = \Sigma A \cdot y^2 + \Sigma M.I.p = 1616.23 \text{ cm}^4.$$

$$y_0 = \Sigma A \cdot y / \Sigma A = 2.20 \text{ cm.}$$

$$I_{y_0} = I_{l.b.} - y_0^2 \cdot \Sigma A = 1087.92 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Altura total} - y_0 = H_t - y_0 = 10.36 \text{ cm.}$$

$$SM = I_{y_0} / (H_t - y_0) = 105.02 \text{ cm}^3.$$

### Esloras

Para el cálculo de las esloras se emplean las mismas ecuaciones anteriores siendo en este caso:

$$c = 0.6.$$

$$h = 0.02 L + 0.76 \text{ m} = 1.05 \text{ m.}$$

$$s = \text{manga del área soportada por la eslora, en m} = 2.2 \text{ m.}$$

$l$  = longitud no soportada de la eslora, en m = 2.0 m (considerando que hemos usado puntales para disminuir la luz de la eslora).

$$SM = 19.38 \cdot 0.6 \cdot 1.05 \cdot 2.2 \cdot 2^2 = 107.44 \text{ cm}^3.$$

$$I = 34.85 \cdot 0.6 \cdot 1.05 \cdot 2.2 \cdot 2^3 = 386.42 \text{ cm}^4.$$

Las esloras estarán formadas por un núcleo de madera de balsa, de sección rectangular de 10 cm de base por 15 cm de altura, superando así el módulo y momento de inercia mínimos calculados según el Reglamento.

El laminado será a base de poliéster reforzado de fibra de vidrio mediante 6 MAT 450, con un espesor medio de 6.75 mm.

Elemento	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A·y (cm <sup>3</sup> )	A·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	M.I.p (cm <sup>4</sup> )
Chapa asociada	92,00	1,00	92,00	92,00	30,67
Vertical 1	10,13	9,50	96,19	913,78	189,84
Vertical 2	10,13	9,50	96,19	913,78	189,84
Tapa	6,75	17,34	117,03	2028,98	0,26
<b>Total</b>	<b>119,00</b>		<b>401,40</b>	<b>3948,54</b>	<b>410,61</b>

$$I_{l.b.} = \Sigma A \cdot y^2 + \Sigma M.I.p = 4359.15 \text{ cm}^4.$$

$$y_0 = \Sigma A \cdot y / \Sigma A = 3.37 \text{ cm.}$$

$$I_{y_0} = I_{l.b.} - y_0^2 \cdot \Sigma A = 3005.16 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Altura total} - y_0 = H_t - y_0 = 14.30 \text{ cm.}$$

$$SM = I_{y_0} / (H_t - y_0) = 210.12 \text{ cm}^3.$$

### Puntales

Es necesario el uso de puntales para disminuir la extensión a soportar de las esloras.

La Carga Reglamentaria (**W**) sobre cada puntal, se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$W = 0.715 \cdot b \cdot h \cdot s \text{ Tm}$$

Siendo:

**b** = manga del área soportada, en m = 2 m.

**s** = eslora del área soportada, en m = 2 m.

**h** = 0.02 · L + 0.76 m = 1.05 m.

La Carga Reglamentaria de cada puntal será:

$$W = 0.715 \cdot 2 \cdot 1.05 \cdot 2 = \mathbf{3.003 \text{ Tm}}$$

Los puntales se colocarán en el cruce de eslora con bao, y apoyados en un longitudinal, varenga o cruce de longitudinal con cuaderna.

Se emplearán puntales de un diámetro aproximado a 45 mm.

### 3.4. MAMPAROS ESTANCOS

El mamparo de colisión se colocará a una distancia de 0.06 L a popa de la perpendicular de proa.

La cámara de máquinas irá limitada por mamparos estancos.

Los mamparos se construirán de laminado monolítico, con reforzado interior mediante elementos verticales espaciados 1.2 m y elementos horizontales espaciados 600 mm.

El laminado simple debe tener un espesor mínimo dado por la siguiente ecuación:

$$t = 0.0404 \cdot s \cdot \sqrt[3]{k \cdot h} \text{ mm}$$

Siendo:

**s** = longitud del lado más corto del panel, en mm = 600 mm.

**h** = distancia desde el canto bajo del panel a la cubierta, en el centro, en m = 1.96 m.

**k** = coeficiente que depende de la relación de aspecto del panel según la tabla 1, siendo igual a 0.028 (1200/600 = 2).

$$t = 0.0404 \cdot 600 \cdot \sqrt[3]{0.028 \cdot 1.96} = \mathbf{9.21 \text{ mm.}}$$

El supuesto laminado simple constaría de:

GEL COAT + MAT 300 + 5 MAT 450 + 4 TEJIDO 800

El espesor resultante sería **10.75 mm**, valor superior al requerido.

## REFUERZOS

### Refuerzos verticales

El módulo resistente y momento de inercia de los refuerzos de los mamparos, con el panel asociado, no serán menores a los dados por las siguientes expresiones:

$$SM = 19.38 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$I = 34.85 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^3 \text{ cm}^4$$

Siendo:

$$c = 0.46.$$

$l$  = distancia entre las uniones de los extremos, en m = 1.96 m.

$h$  = distancia desde la mitad de  $l$  a la cubierta en el centro, en m = 0.98 m.

$s$  = clara entre refuerzos, en m = 1.2 m.

$$SM = 19.38 \cdot 0.46 \cdot 0.98 \cdot 1.2 \cdot 1.96^2 = 40.27 \text{ cm}^3.$$

$$I = 34.85 \cdot 0.46 \cdot 0.98 \cdot 1.2 \cdot 1.96^3 = 141.65 \text{ cm}^4.$$

Los refuerzos verticales estarán formados por un núcleo de madera de balsa, de sección cuadrada de 6 cm de base por 6 cm de altura, superando así el módulo y momento de inercia mínimos calculados según el Reglamento.

Estos refuerzos estarán compuestos por un laminado tipo sándwich que constará de 6 capas de MAT 450, de 6.75 mm de espesor.

Elemento	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A·y (cm <sup>3</sup> )	A·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	M.I.p (cm <sup>4</sup> )
Chapa asociada	27,25	0,54	14,65	7,87	2,62
Vertical 1	4,05	4,08	16,50	67,25	12,15
Vertical 2	4,05	4,08	16,50	67,25	12,15
Tapa	4,05	7,41	30,02	222,53	0,15
<b>Total</b>	<b>39,40</b>		<b>77,68</b>	<b>364,91</b>	<b>27,08</b>

$$I_{l.b.} = \Sigma A \cdot y^2 + \Sigma M.I.p = 391.98 \text{ cm}^4.$$

$$y_0 = \Sigma A \cdot y / \Sigma A = 1.97 \text{ cm}.$$

$$I_{y0} = I_{l.b.} - y_0^2 \cdot \Sigma A = 238.85 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Altura total} - y_0 = H_t - y_0 = 5.78 \text{ cm.}$$

$$\text{SM} = I_{y_0} / (H_t - y_0) = 41.33 \text{ cm}^3.$$

### Refuerzos horizontales

El módulo resistente y momento de inercia de los refuerzos de los mamparos, con el panel asociado, no serán menores a los dados por las siguientes expresiones:

$$\text{SM} = 19.38 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$\text{I} = 34.85 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^3 \text{ cm}^4$$

Siendo:

$c = 0.58$  cuando los refuerzos están interrumpidos.

$l$  = distancia entre refuerzos horizontales o la distancia entre la unión y el elemento estructural soporte de los refuerzos, en m = 0.6 m.

$h$  = distancia desde la mitad de  $l$  a la cubierta en el centro, en m = 0.95 m.

$s$  = clara entre refuerzos, en m = 0.6 m.

$$\text{SM} = 19.38 \cdot 0.58 \cdot 0.95 \cdot 0.6 \cdot 0.6^2 = 2.3 \text{ cm}^3.$$

$$\text{I} = 34.85 \cdot 0.58 \cdot 0.95 \cdot 0.6 \cdot 0.6^3 = 2.5 \text{ cm}^4.$$

Los refuerzos horizontales estarán formados por un núcleo de madera de balsa, de sección cuadrada de 4 cm de base por 4 cm de altura, superando así el módulo y momento de inercia mínimos calculados según el Reglamento.

Estos refuerzos estarán compuestos por un laminado tipo sándwich que constará de 6 capas de MAT 450, con un espesor medio de 6.75 mm.

Elemento	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A·y (cm <sup>3</sup> )	A·y <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )	M.I.p (cm <sup>4</sup> )
Chapa asociada	25,10	0,54	13,49	7,25	2,42
Vertical 1	0,90	3,08	2,77	8,51	1,20
Vertical 2	0,90	3,08	2,77	8,51	1,20
Tapa	0,90	5,19	4,67	24,22	0,00
<b>Total</b>	<b>27,80</b>		<b>23,70</b>	<b>48,49</b>	<b>4,82</b>

$$I_{l.b.} = \Sigma A \cdot y^2 + \Sigma M.I.p = 53.31 \text{ cm}^4.$$

$$y_0 = \Sigma A \cdot y / \Sigma A = 0.85 \text{ cm.}$$

$$I_{y_0} = I_{l.b.} - y_0^2 \cdot \Sigma A = 33.12 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Altura total} - y_0 = H_t - y_0 = 4.45 \text{ cm.}$$

$$\text{SM} = I_{y_0} / (H_t - y_0) = 7.45 \text{ cm}^3.$$

### **3.5. SUPERESTRUCTURA Y CASETA**

Las cargas de diseño para el cálculo de las estructuras sobre cubierta, se calculan en función de la altura  $h$ , la cual se obtiene de acuerdo a las siguientes expresiones:

Mamparos centrales

$$\mathbf{h = 0.0199 \cdot L + 0.51 = 0.8 \text{ m. (Frontal)}}$$

Costados y mamparos de popa

$$\mathbf{h = 0.0159 \cdot L + 0.27 = 0.5 \text{ m.}}$$

El espesor de los diferentes paneles no será menor del resultante de la siguiente ecuación:

$$\mathbf{t = 0.051 \text{ s} \sqrt[3]{k \cdot h} \text{ mm}}$$

Siendo:

$s$  = lado más corto del panel considerado, en mm = 1000 mm.

$k$  = coeficiente que varía con la relación de aspecto según la tabla 1 ( $a/s = 1000/1000 = 1$ ;  $k = 0.016$ ).

$h$  = altura correspondiente a la carga de diseño = 0.8 m (frontal); 0.5 m (no expuestos).

$$\mathbf{t = 0.051 \cdot 1000 \sqrt[3]{0.016 \cdot 0.8} = 11.9 \text{ mm. (Frontal)}}$$

$$\mathbf{t = 0.051 \cdot 1000 \sqrt[3]{0.016 \cdot 0.5} = 10.2 \text{ mm. (No expuestos)}}$$

La superestructura comprendida entre la cubierta principal y la regala se construirá con un laminado simple, extensión del forro de costado y fondo.

El laminado constará de:

GEL COAT + 6 MAT 450 + 5 TEJIDO 800

Obtenemos así un espesor medio de **13.15 mm**, superando el módulo mínimo reglamentario.

Todas las aberturas en la superestructura serán redondeadas y tendrán esquinas redondeadas.

El reforzado interior de los paneles de la caseta se construirá con perfiles de alma de madera de balsa solapados mediante P.R.F.V.

## **4. MATERIAL DE SALVAMENTO Y CONTRAINCENDIOS**

## **4.1. DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO**

### **Balsas salvavidas**

Dos balsas salvavidas con capacidad conjunta para dar cabida al 200% del número total de personas a bordo, la cual irá situada de manera que esté fácilmente disponible en caso de emergencia y de modo que la tripulación pueda lanzarla por cualquiera de las dos bandas de la embarcación, y ponerla a flote en menos de cinco minutos.

### **Aros salvavidas**

Dos aros salvavidas como mínimo uno a cada banda, y provistos de luces de encendido automático y rabiza de 27.5 metros de longitud.

Dichos aros se instalarán en los laterales de la caseta del puente, de manera que sean accesibles a todas las personas a bordo y puedan ser rápidamente lanzados.

### **Chalecos salvavidas**

La embarcación dispondrá de chalecos salvavidas para el 100% de la tripulación. Se dispondrán chalecos de respeto a razón de uno por cada 6 personas.

### **Señales de socorro**

La embarcación estará equipada con las señales de socorro pirotécnicas siguientes:

- Seis (6) bengalas de mano.
- Seis (6) cohetes lanzabengalas con paracaídas.

### **Alarma general de emergencia**

El buque dispondrá de un sistema de alarma general de emergencia que podrá ser alimentado por las fuentes de energía principal y de emergencia.

### **Cuadro de obligaciones y consignas para casos de emergencia**

Todas las embarcaciones con cinco o más tripulantes a bordo dispondrán de un cuadro de obligaciones para situaciones de emergencia. Su contenido incluirá:

- El cierre de las puertas estancas, puertas contra incendios, válvulas, imbornales, portillos, lumbreras y otras aberturas análogas de la embarcación.
- La colocación del equipo en las embarcaciones de supervivencia demás dispositivos de salvamento.
- La preparación general de los otros dispositivos de salvamento.
- El empleo del equipo de comunicaciones la composición de las cuadrillas de lucha contra incendios.

Este cuadro se exhibirá en lugares visibles, al menos en el comedor de la tripulación y en el puente de gobierno.

El cuadro deberá ser revisado cada vez que se produzcan cambios en las instrucciones.

El contenido del cuadro de obligaciones se ajustará a las características y a la operación del buque.

### **Etiquetas IMO**

De conformidad con las recomendaciones de la IMO, la embarcación dispondrá de etiquetas de señalización luminiscentes y deberán ser fácilmente visibles.

Las balsas, los aros y los chalecos salvavidas, deberán llevar inscrito el nombre de la embarcación y el puerto de matrícula.

Todos los dispositivos y medios de salvamento estarán homologados por la Dirección General de la Marina Mercante.

## **4.2. EQUIPO CONTRA INCENDIOS**

### **Bomba contraincendios**

Se deberá instalar al menos una bomba contraincendios principal.

Se utilizará la bomba de achique y baldeo accionada por el motor principal.

### **Bocas contraincendios**

Las bocas contraincendios estarán situadas de modo que permitan conectar fácil y rápidamente las mangueras contraincendios y dirigir un chorro de agua, por una manguera de una sola pieza, a cualquier parte del buque normalmente accesible a la tripulación en el curso de la navegación, y a cualquier pañol o bodega cuando estén vacíos.

Se proveerá en cámara de máquinas de al menos una boca contraincendios.

### **Mangueras contraincendios**

La embarcación dispondrá de un mínimo de tres mangueras contraincendios, instalándose una en cámara de máquinas, otra sobre cubierta principal y otra de respeto.

Las mangueras serán de materiales aprobados.

### **Lanzas (Boquillas)**

Cada una de las mangueras contraincendios estará provista de una boquilla de doble efecto y llevará dispositivos de cierre. Las lanzas serán adecuadas para la capacidad de descarga de las bombas contraincendios instaladas.

### **Extintores de incendios**

Habr  al menos tres extintores portátiles de incendios distribuidos:

- Uno (1) en el puente de gobierno.
- Uno (1) cerca del acceso a la cocina.
- Uno (1) en los espacios de alojamiento.

En los espacios de máquinas habrá al menos dos (2) extintores portátiles con una capacidad equivalente de polvo seco de 4,5 Kg.

### **Baldes contraincendios**

La embarcación dispondrá dos baldes contraincendios.

## **5. DESPLAZAMIENTO Y** **CENTRO DE GRAVEDAD**

## **5. DESPLAZAMIENTO Y CENTRO DE GRAVEDAD**

El Desplazamiento del buque se descompone en dos partidas principales, Peso en Rosca y Peso Muerto.

Según las tablas hidrostáticas y para un calado máximo de proyecto de 1,65 metros, el Desplazamiento de la embarcación es 54,816 Toneladas.

### **5.1. ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA**

El Peso en Rosca está integrado por la suma de todos los pesos del buque listo para navegar, excluyendo: carga, pasaje, tripulación, pertrechos y consumos, pero incluyendo fluidos en aparatos y tuberías. El resto es el peso muerto.

El peso y la posición del centro de gravedad de la rosca de un buque no se conocen exactamente hasta su puesta a flote, y es la realización de la experiencia de estabilidad la que proporciona estos valores; aunque a medida que progresa en la definición del proyecto se pueden calcular con mayor precisión.

El Peso en Rosca se desglosa en tres partidas:

- Elementos de la estructura.
- Elementos del equipo y de la habilitación.
- Conceptos de la maquinaria.

#### **Peso de la estructura**

<b>Denominación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Laminado (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso (kg)</b>
Forro	94,12	26,29	2474,01
Quilla	32,78	54,86	1798,21
Mamparos estancos	20,26	15,57	315,51
Refuerzos mamparos	13,64	7,71	105,22
Cubierta	72,25	29,86	2157,17
Baos	19,66	7,71	151,64
Longitudinales	14,88	3,86	57,39
Cuadernas	31,09	7,71	239,84
Varengas	1,80	11,57	20,83
Esloras	12,86	7,71	99,21
Puntales			22
Caseta	67,36	19,14	1289,46
Amurada	41,48	19,14	794,04
			9528,53

**Peso del equipo y de la habilitación**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (kg)</b>
Grúa	1195,00
Maquinilla	1400,00
Tuberías	273,00
Equipo de amarre y fondeo	250,00
Habilitación y equipo de gobierno	2500,00
Equipo de salvamento	200,00
Aislamiento de bodega	200,00
Dispositivos eléctricos	400,00
Lastre fijo	3000,00
Otros	3500,00
	12918,00

**Peso de la maquinaria**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (kg)</b>
Motor propulsor	1500,00
Motor auxiliar	840,00
Reductor	400,00
Línea de ejes	350,00
Compresores	400,00
Servo	1500,00
	4990,00

**Peso en Rosca Total**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (kg)</b>
Estructura	9528,53
Equipo y Habilidadación	12918,00
Maquinaria	4990,00
	27436

**Peso en Rosca del buque = 27,436 Ton.**

## **5.2. ESTIMACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL BUQUE EN ROSCA**

Para determinar con exactitud la posición del centro de gravedad es necesario realizar un cálculo detallado de pesos y momentos de los distintos grupos en que se subdivide el Peso en Rosca.

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PESO(kg)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>MTO Xg</b>	<b>Kg (m)</b>	<b>MTO Kg</b>	<b>Lg (m)</b>	<b>MTO Lg</b>
<b>Estructura</b>							
Casco	4272,22	7,20	30759,98	1,05	4485,83	0,00	0,00
Mamparos estancos	315,51	7,47	2356,86	1,40	441,71	0,00	0,00
Refuerzos mamparos	105,22	7,47	785,99	1,40	147,31	0,00	0,00
Cubierta	2157,17	6,15	13266,60	2,03	4379,06	0,00	0,00
Baos	151,64	6,31	956,85	2,14	324,51	0,00	0,00
Longitudinales	57,39	7,30	418,95	1,17	67,15	0,00	0,00
Cuadernas	239,84	6,60	1582,94	1,05	251,83	0,00	0,00
Varengas	20,83	6,48	134,98	0,06	1,25	0,00	0,00
Esloras	99,21	7,20	714,31	2,03	201,40	0,00	0,00
Puntales	22,00	6,96	153,12	1,06	23,32	0,00	0,00
Caseta	1289,46	6,07	7827,02	3,45	4448,64	0,00	0,00
Amurada	794,04	7,13	5661,51	2,72	2159,79	0,00	0,00
<b>Equipo y habilitación</b>							
Grúa	1195,00	2,37	2832,15	5,05	6034,75	0,60	717,00
Maquinilla	1400,00	8,61	12054,00	2,35	3290,00	0,00	0,00
Tuberías	273,00	6,37	1739,01	1,44	393,12	0,00	0,00
Amarre y fondeo	250,00	13,80	3450,00	2,20	550,00	0,00	0,00
Habilitación y equipo de gobierno	2500,00	6,96	17400,00	2,60	6500,00	0,00	0,00
Salvamento	200,00	7,20	1440,00	3,38	676,00	0,00	0,00
Aislamiento bodega	200,00	8,90	1780,00	1,08	216,00	0,00	0,00
Dispositivos eléctricos	400,00	6,30	2520,00	1,94	776,00	0,00	0,00
Lastre fijo	3000,00	4,18	12540,00	0,37	1096,20	0,00	0,00
Otros	3500,00	12,44	43540,00	1,11	3901,80	0,00	0,00
<b>Maquinaria</b>							
Motor propulsor	1500,00	5,25	7875,00	0,66	993,30	0,00	0,00
Motor auxiliar	840,00	3,82	3208,80	1,04	873,60	-1,64	-1377,60
Reductor	400,00	3,90	1560,00	1,00	401,04	0,00	0,00
Línea de ejes	350,00	2,44	854,00	0,51	178,50	0,00	0,00
Compresores	400,00	6,90	2760,00	1,50	600,00	0,00	0,00
Servo	1500,00	0,47	705,00	1,66	2490,00	0,00	0,00
<b>TOTAL ROSCA</b>	<b>27436</b>		<b>180904,91</b>		<b>45906,34</b>		<b>-660,60</b>

La posición del centro de gravedad del buque en Rosca es la siguiente:

$$\mathbf{Xg \text{ en Rosca} = 175633,46/27436 = 6,59 \text{ m.}}$$

$$\mathbf{Kg \text{ en Rosca} = 45906,34/27236 = 1,67 \text{ m.}}$$

$$\mathbf{Lg \text{ en Rosca} = - 660,60/27236 = - 0,02 \text{ m. (positivo a estribor)}}$$

### **5.3. ESTIMACIÓN DEL PESO MUERTO**

El Peso Muerto de la embarcación se obtiene como la diferencia entre el Desplazamiento total y el Peso en Rosca.

Como hemos mencionado anteriormente, el Desplazamiento máximo según las tablas hidrostáticas es 54,816 Toneladas.

$$\text{Peso Muerto} = 54,816 - 27,436 = 27,38 \text{ Toneladas.}$$

Las distintas partidas que integran el Peso Muerto del buque se pueden descomponer en:

- Carga útil.
- Consumos.
- Tripulación.
- Pertrechos.

#### **Carga útil**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (Tn)</b>
Carga Bodega (capturas + hielo)	15,43

#### **Consumos**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (Tn)</b>
Combustible	4,68
Aceite	0,47
Agua dulce	1,00
Víveres	0,05

#### **Tripulación**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (Tn)</b>
8 Tripulantes	1,00

Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta

**Pertrechos**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (Tn)</b>
Redes	4,25
Pinturas, estachas, cabos, etc.	0,50

**Peso Muerto Total**

<b>Denominación</b>	<b>Peso (Tn)</b>
Carga útil	15,43
Consumos	6,64
Tripulación	0,80
Pertrechos	4,50
	27,38

**Peso Muerto del buque = 27,38 Ton.**

## **6. ESTABILIDAD**

## **6. ESTABILIDAD**

### ***CONDICIONES DE CARGA***

a) Las condiciones de carga serán las siguientes:

- 1) “Salida de puerto” con el total de combustible, provisiones, hielos, aparejos de pesca, etc.
- 2) “Salida de caladero” completo de pesca y con el 35% de combustible, provisiones, etc.
- 3) “Llegada a puerto” con el 10% de provisiones, combustible, etc. y completo de pesca.
- 4) “Llegada a puerto” con el 10% de provisiones, combustible, etc. y el 20% de la pesca.

b) En la confección de las condiciones de carga se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Se deberá prever un margen mínimo del 15% del peso de las redes, para tener en cuenta el peso de las redes mojadas y su maniobra, capturas, etc., sobre cubierta.
- 2) En todos los casos la carga se supondrá homogénea, a menos que esto resulte incompatible con la práctica, lo cual se demostrará explícitamente.
- 3) Se utilizarán los siguientes pesos específicos para los líquidos presentes a bordo (ton/m<sup>3</sup>):

Agua salada:	1,025
Agua dulce:	1,0
Fuel oil:	0,94 – 0,95
Diesel oil:	0,835 – 0,935
Aceite lubricante:	0,885 – 0,935

- 4) El peso de la tripulación y efectos se estimará en 125 kg por tripulante.
- 5) El centro de gravedad (c.d.g.) de la carga en bodegas llenas, se considerará coincidente, normalmente, con el centro volumétrico del espacio completo, sin descontar ningún espacio entre el techo y la superficie de la carga. Sin embargo, si se asume que tal espacio existe, se acompañará un croquis de la sección de la bodega en el que se indique dicho espacio, junto con una justificación de la imposibilidad física de cargar en el mismo.
- 6) Las densidades de carga que se consideren en el estudio serán las reales según el tipo de pesca y método de conservación previstos.

Se ha tomado 0,7 Ton/m<sup>3</sup> como valor de la densidad del boquerón, y 0,9168 Ton/m<sup>3</sup> como densidad del hielo.

### **CRITERIOS DE ESTABILIDAD**

Las curvas de estabilidad deberán satisfacer, en todas las condiciones de carga, los parámetros que se exponen a continuación:

1º) El área situada bajo la curva de brazos adrizantes (curva GZ) no será inferior a 0,055 metros-radián hasta un ángulo de escora de 30° ni inferior a 0,090 metros-radián hasta 40° o hasta el ángulo de inundación,  $\vartheta_f$ , si éste es menor de 40°. Además, el área situada bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30 y 40 grados, o entre los ángulos de 30° y  $\vartheta_f$ , si éste es menor de 40°, no será inferior a 0,030 metros-radián.

A estos efectos,  $\vartheta_f$  es el ángulo de escora en el que las aberturas del casco, la superestructura o las casetas, que no se puedan cerrar rápidamente de modo estanco, comienzan a quedar sumergidas.

2º) El brazo adrizante GZ será de 200 milímetros como mínimo para un ángulo de escora igual o superior a 30 grados; el brazo adrizante máximo  $GZ_{m\acute{a}x}$  corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30 grados, pero nunca inferior a 25 grados.

3º) La altura metacéntrica inicial, corregida por el efecto de superficies libres,  $GM_0$ , será de 350 mm como mínimo.

4º) En los buques cuyos métodos de pesca, sus dispositivos de elevación u otras cargas sometan a los mismos a fuerzas externas adicionales que creen momentos escorantes, deberá demostrarse por cálculo directo que el buque no sumerge ningún punto de la cubierta cuando dichas fuerzas están actuando. La situación de carga a considerar será la de salida de caladero con 35% de consumos y 100% de pesca.

### **6.1. CONDICIÓN 1: “SALIDA DE PUERTO” 100% CONSUMOS**

DENOMINACIÓN	PESO(Tn)	Xg (m)	MTO Xg	Kg (m)	MTO Kg	Lg (m)	MTO Lg
Rosca	27,44	6,59	180,90	1,67	45,91	-0,02	-0,66
Hielo	4,00	8,91	35,64	0,66	2,64	0,00	0,00
Combustible	4,68	6,45	30,19	0,95	4,45	0,00	0,00
Aceite lubricante	0,47	4,31	2,03	1,04	0,49	1,74	0,82
Agua dulce	1,00	6,64	6,64	2,40	2,40	0,00	0,00
Víveres	0,05	3,03	0,15	2,40	0,12	0,76	0,04
Tripulación	1,00	8,90	8,90	2,89	2,89	0,00	0,00
Pertrechos	0,50	4,86	2,43	2,56	1,28	0,00	0,00
Redes	4,25	1,27	5,40	2,68	11,39	0,00	0,00
<b>Desplazamiento</b>	<b>43,39</b>		<b>272,27</b>		<b>71,56</b>		<b>0,20</b>

La posición del centro de gravedad del buque en la condición de “salida de puerto” es la siguiente:

$$\mathbf{Xg} = 267,00/43,39 = \mathbf{6,28\ m.}$$

$$\mathbf{Kg} = 70,72/43,39 = \mathbf{1,65\ m.}$$

$$\mathbf{Lg} = 0,20/43,39 = \mathbf{0,00\ m.}$$
 (positivo a estribor)

Según las tablas hidrostáticas, hemos obtenido los siguientes datos:

Draft Amidsh. m	1,428
Displacement tonne	43,39
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,269
Draft at AP m	1,587
Draft at LCF m	1,453
Trim (+ve by stern) m	0,318
WL Length m	15,073
WL Beam m	4,624
Wetted Area m <sup>2</sup>	78,143
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	54,226
Prismatic Coeff.	0,573
Block Coeff.	0,305
Midship Area Coeff.	0,602
Waterpl. Area Coeff.	0,778
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,265
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	5,912

KB m	0,928
KG fluid m	1,65
BMt m	1,753
BML m	18,562
GMt corrected m	1,031
GML corrected m	17,840
KMt m	2,681
KML m	19,490
Immersion (TPc) tonne/cm	0,556
MTc tonne.m	0,553
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,781
Max deck inclination deg	1,3
Trim angle (+ve by stern) deg	1,3

- **ESTABILIDAD INICIAL**

GM = 1,031 m.

- **ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS**

$GZ = KN - KG \text{ Sen } \theta$

ÁNGULO (θ)	KN (m)	KG (m)	SEN θ	GZ (m)
10°	0,457	1,65	0,173	0,170
20°	0,858	1,65	0,342	0,294
30°	1,136	1,65	0,5	0,311
40°	1,318	1,65	0,642	0,257
50°	1,429	1,65	0,766	0,165
60°	1,480	1,65	0,866	0,051

- **ESTABILIDAD DINÁMICA**

Para dibujar la curva de estabilidad dinámica tomamos en abscisas los ángulos de inclinación  $\theta$  en grados y en ordenadas la estabilidad dinámica o brazos de estabilidad.

A continuación calcularemos los brazos de estabilidad dinámica mediante el método de los trapecios:

$$h_{10} = (GZ_0 + GZ_{10})/2 \times 10/57,3 = \mathbf{0,0148 \text{ m radián.}}$$

$$h_{20} = (GZ_{10} + GZ_{20})/2 \times 10/57,3 + h_{10} = \mathbf{0,0553 \text{ m radián.}}$$

$$h_{30} = (GZ_{20} + GZ_{30})/2 \times 10/57,3 + h_{20} = \mathbf{0,108 \text{ m radián.}}$$

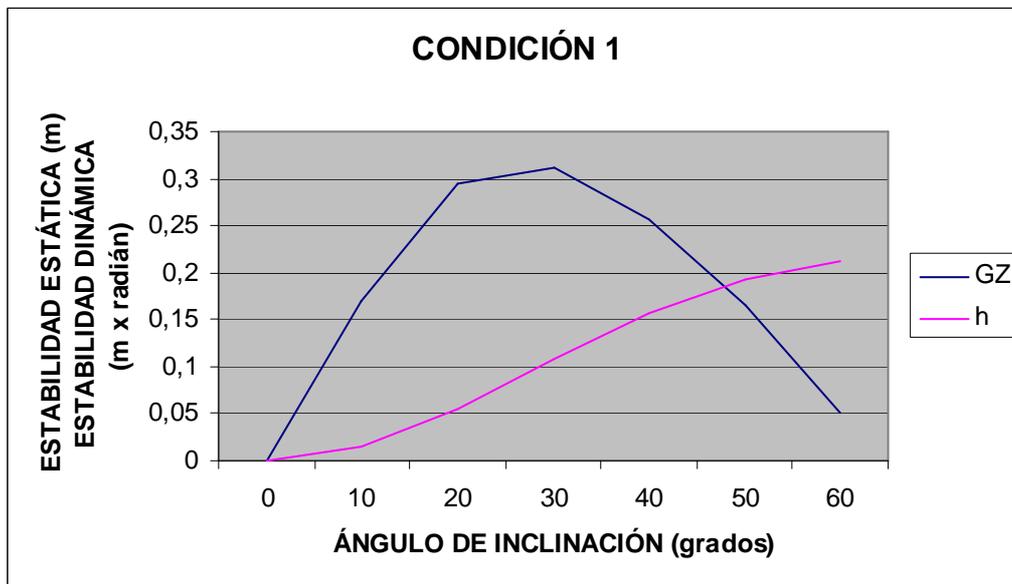
$$h_{40} = (GZ_{30} + GZ_{40})/2 \times 10/57,3 + h_{30} = \mathbf{0,157 \text{ m radián.}}$$

$$h_{50} = (GZ_{40} + GZ_{50})/2 \times 10/57,3 + h_{40} = \mathbf{0,194 \text{ m radián.}}$$

$$h_{60} = (GZ_{50} + GZ_{60})/2 \times 10/57,3 + h_{50} = \mathbf{0,212 \text{ m radián.}}$$

Comprobamos que cumple con los criterios de estabilidad:

- Estabilidad dinámica a  $30^\circ \geq 0,055 \text{ m radián}$ .  
 $h_{30^\circ} = 0,108 \text{ m radián}$ . **Cumple**
- Estabilidad dinámica a  $40^\circ \geq 0,09 \text{ m radián}$ .  
 $h_{40^\circ} = 0,157 \text{ m radián}$ . **Cumple**
- Estabilidad dinámica de  $30 \text{ a } 40^\circ \geq 0,03 \text{ m radián}$ .  
La diferencia de áreas entre  $30 \text{ y } 40^\circ = 0,049 \text{ m radián}$ . **Cumple**
- Brazo adrizante  $GZ \geq 0,200 \text{ m}$ , para escora  $\geq 30^\circ$ .  
 $GZ_{30^\circ} = 0,311 \text{ m}$ . **Cumple**
- Altura metacéntrica corregida  $GM \geq 150 \text{ mm}$ .  
 $GM = 1,031 \text{ m}$ . **Cumple**



- **INCLINACIONES LONGITUDINALES**

Calado en LPP/2 = 1,428 m.  
Calado en AP = 1,587 m.  
Calado en FP = 1,269 m.  
Trimado en LPP = 0,318 m.

**Asiento apopante.**

**6.2. CONDICIÓN 2: “SALIDA DE CALADERO” 100% PESCA 35%  
CONSUMOS**

DENOMINACIÓN	PESO(Tn)	Xg (m)	MTO Xg	Kg (m)	MTO Kg	Lg (m)	MTO Lg
Rosca	27,44	6,59	180,90	1,67	45,91	-0,02	-0,66
Hielo	1,40	8,91	12,47	0,37	0,52	0,00	0,00
Combustible	1,64	5,60	9,18	0,45	0,73	0,00	0,00
Aceite lubricante	0,16	4,30	0,71	0,53	0,09	1,74	0,29
Agua dulce	0,35	6,64	2,32	2,25	0,79	0,00	0,00
Víveres	0,02	3,03	0,05	2,40	0,04	0,76	0,01
Tripulación	1,00	8,90	8,90	2,89	2,89	0,00	0,00
Pertrechos	0,50	4,86	2,43	2,56	1,28	0,00	0,00
Redes	4,25	1,27	5,40	2,68	11,39	0,00	0,00
Pesca	15,43	8,92	137,70	1,06	16,36	0,00	0,00
<b>Desplazamiento</b>	52,19		360,07		79,99		-0,36

La posición del centro de gravedad del buque en la condición de “salida de caladero” es la siguiente:

$$Xg = 377,97/54,79 = \mathbf{6,90 \text{ m.}}$$

$$Kg = 81,27/54,79 = \mathbf{1,53 \text{ m.}}$$

$$Lg = -0,36/54,79 = \mathbf{0,00 \text{ m.}}$$
 (positivo a estribor)

Según las tablas hidrostáticas, hemos obtenido los siguientes datos:

Draft Amidsh. m	1,622
Displacement tonne	52,19
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,763
Draft at AP m	1,482
Draft at LCF m	1,607
Trim (+ve by stern) m	-0,281
WL Length m	15,109
WL Beam m	4,713
Wetted Area m <sup>2</sup>	84,423
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	57,735
Prismatic Coeff.	0,611
Block Coeff.	0,363
Midship Area Coeff.	0,642
Waterpl. Area Coeff.	0,811

LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,910
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	6,219
KB m	1,029
KG fluid m	1,530
BMt m	1,639
BML m	17,176
GMt corrected m	1,138
GML corrected m	16,676
KMt m	2,668
KML m	18,206
Immersion (TPc) tonne/cm	0,592
MTc tonne.m	0,622
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1,036
Max deck inclination deg	1,1
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,1

- **ESTABILIDAD INICIAL**

GM = 1,138 m.

- **ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS**

GZ = KN – KG Sen θ

ÁNGULO (θ)	KN (m)	KG (m)	SEN θ	GZ (m)
10°	0,463	1,53	0,173	0,197
20°	0,823	1,53	0,342	0,299
30°	1,073	1,53	0,5	0,308
40°	1,246	1,53	0,642	0,262
50°	1,359	1,53	0,766	0,187
60°	1,418	1,53	0,866	0,093

- **ESTABILIDAD DINÁMICA**

A continuación calcularemos los brazos de estabilidad dinámica mediante el método de los trapecios:

**h10 = (GZ<sub>0</sub> + GZ<sub>10</sub>)/2 × 10/57,3 = 0,0172 m radián.**

**h20 = (GZ<sub>10</sub> + GZ<sub>20</sub>)/2 × 10/57,3 + h10 = 0,0605 m radián.**

**h30 = (GZ<sub>20</sub> + GZ<sub>30</sub>)/2 × 10/57,3 + h20 = 0,113 m radián.**

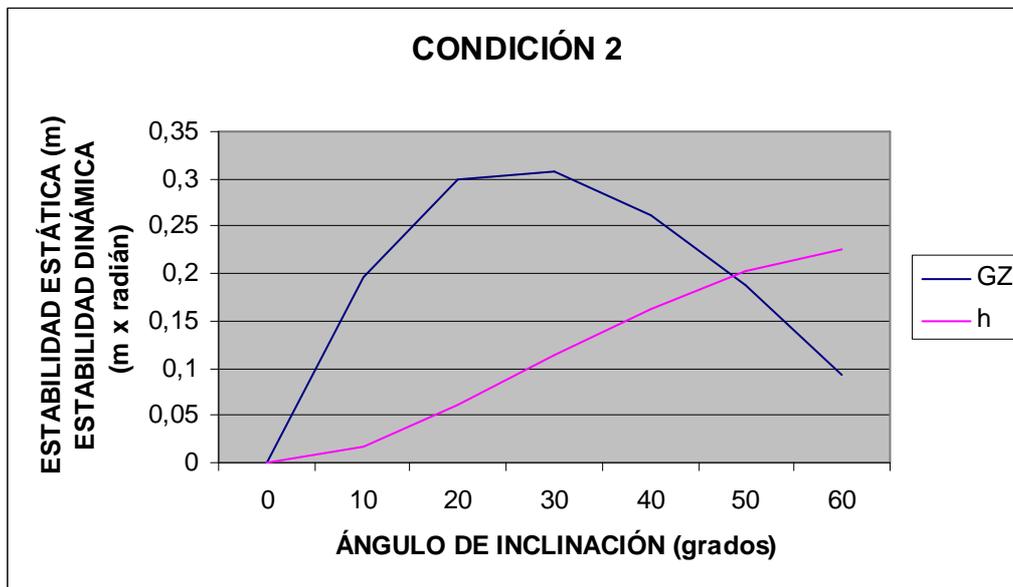
**h40 = (GZ<sub>30</sub> + GZ<sub>40</sub>)/2 × 10/57,3 + h30 = 0,163 m radián.**

**h50 = (GZ<sub>40</sub> + GZ<sub>50</sub>)/2 × 10/57,3 + h40 = 0,202 m radián.**

**h60 = (GZ<sub>50</sub> + GZ<sub>60</sub>)/2 × 10/57,3 + h50 = 0,226 m radián.**

Comprobamos que cumple con los criterios de estabilidad:

- Estabilidad dinámica a 30° ≥ 0,055 m radián.  
h<sub>30°</sub> = 0,113 m radián. **Cumple**
- Estabilidad dinámica a 40° ≥ 0,09 m radián.  
h<sub>40°</sub> = 0,163 m radián. **Cumple**
- Estabilidad dinámica de 30 a 40° ≥ 0,03 m radián.  
La diferencia de áreas entre 30 y 40° = 0,05 m radián. **Cumple**
- Brazo adrizante GZ ≥ 0,200 m, para escora ≥ 30°.  
GZ<sub>30°</sub> = 0,308 m. **Cumple**
- Altura metacéntrica corregida GM ≥ 150 mm.  
GM = 1,138 m. **Cumple**



- **INCLINACIONES LONGITUDINALES**

Calado en LPP/2 = 1,622 m.  
Calado en AP = 1,482 m.  
Calado en FP = 1,763 m.  
Trimado en LPP = - 0,281 m.

**Asiento aproante.**

- **ESCORA PRODUCIDA POR LA GRÚA DE A BORDO**

Como se ha mencionado anteriormente, se va a proceder a realizar los cálculos de la escora producida en esta condición de carga por tener la grúa situada a una banda del barco.

Se ha colocado una grúa con un alcance de 6,2 metros y una capacidad de carga máxima de 900 Kg.

Suponemos el penol de la grúa a 4,5 metros de la quilla, y la red con el pescado a 3,1 metros de la quilla.

El ángulo de escora producida por la grúa será el siguiente:

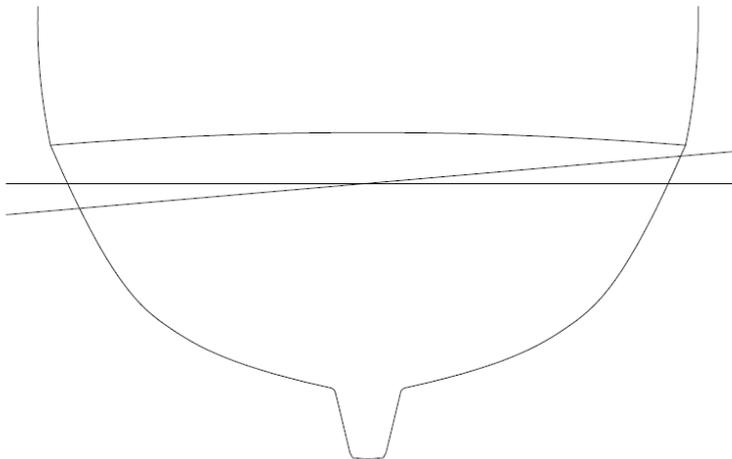
$$\Delta = 52,19 \text{ Tm.}$$

$$\text{Variación de GM : } GG_v = \frac{p \times dt}{\Delta} = \frac{0,9 \times (4,5 - 3,1)}{52,19} = 0,024 \text{ m.}$$

$$G_vM = KM - KG_c = 2,668 - (1,53 + 0,024) = 1,114 \text{ m.}$$

$$\text{Tan } \Phi = \frac{p \times dt}{\Delta \times G_vM} = \frac{0,9 \cdot 6,2}{52,19 \cdot 1,114} = 0,095; \quad \Phi = 5^{\circ}28 \text{ (Babor).}$$

El agua no alcanza la cubierta, por lo tanto la escora producida es aceptable.



**6.3. CONDICIÓN 3: “LLEGADA A PUERTO” 100% PESCA 10% CONSUMOS**

DENOMINACIÓN	PESO(Tn)	Xg (m)	MTO Xg	Kg (m)	MTO Kg	Lg (m)	MTO Lg
Rosca	27,44	6,59	180,90	1,67	45,91	-0,02	-0,66
Hielo	0,40	8,91	3,56	0,28	0,11	0,00	0,00
Combustible	0,47	5,72	2,68	0,30	0,14	0,00	0,00
Aceite lubricante	0,05	4,35	0,20	0,33	0,02	1,74	0,08
Agua dulce	0,10	6,64	0,66	2,18	0,22	0,00	0,00
Víveres	0,01	3,03	0,02	2,40	0,01	0,76	0,00
Tripulación	1,00	8,90	8,90	2,89	2,89	0,00	0,00
Pertrechos	0,50	4,86	2,43	2,56	1,28	0,00	0,00
Redes	4,25	1,27	5,40	2,68	11,39	0,00	0,00
Pesca	15,43	8,92	137,70	1,06	16,36	0,00	0,00
<b>Desplazamiento</b>	49,64		342,45		78,32		-0,58

La posición del centro de gravedad del buque en la condición de “llegada a puerto” 100% pesca es la siguiente:

$$Xg = 369,26/53,24 = \mathbf{6,90 \text{ m.}}$$

$$Kg = 80,01/53,24 = \mathbf{1,58 \text{ m.}}$$

$$Lg = -0,58/53,24 = \mathbf{0,00 \text{ m.}}$$
 (positivo a estribor)

Según las tablas hidrostáticas, hemos obtenido los siguientes datos:

Draft Amidsh. m	1,577
Displacement tonne	49,64
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,703
Draft at AP m	1,451
Draft at LCF m	1,563
Trim (+ve by stern) m	-0,252
WL Length m	15,073
WL Beam m	4,679
Wetted Area m <sup>2</sup>	82,999
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	56,906
Prismatic Coeff.	0,605
Block Coeff.	0,354
Midship Area Coeff.	0,638
Waterpl. Area Coeff.	0,807
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,910
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	6,198
KB m	1,000

KG fluid m	1,580
BMt m	1,659
BML m	17,709
GMt corrected m	1,078
GML corrected m	17,129
KMt m	2,658
KML m	18,709
Immersion (TPc) tonne/cm	0,583
MTc tonne.m	0,607
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,934
Max deck inclination deg	1,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,0

- **ESTABILIDAD INICIAL**

GM = 1,078 m.

- **ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS**

GZ = KN – KG Sen θ

ÁNGULO (θ)	KN (m)	KG (m)	SEN θ	GZ (m)
10°	0,463	1,58	0,173	0,188
20°	0,837	1,58	0,342	0,296
30°	1,094	1,58	0,5	0,304
40°	1,269	1,58	0,642	0,253
50°	1,380	1,58	0,766	0,169
60°	1,437	1,58	0,866	0,068

- **ESTABILIDAD DINÁMICA**

A continuación calcularemos los brazos de estabilidad dinámica mediante el método de los trapecios:

$$h_{10} = (GZ_0 + GZ_{10})/2 \times 10/57,3 = \mathbf{0,0164 \text{ m radián.}}$$

$$h_{20} = (GZ_{10} + GZ_{20})/2 \times 10/57,3 + h_{10} = \mathbf{0,0586 \text{ m radián.}}$$

$$h_{30} = (GZ_{20} + GZ_{30})/2 \times 10/57,3 + h_{20} = \mathbf{0,111 \text{ m radián.}}$$

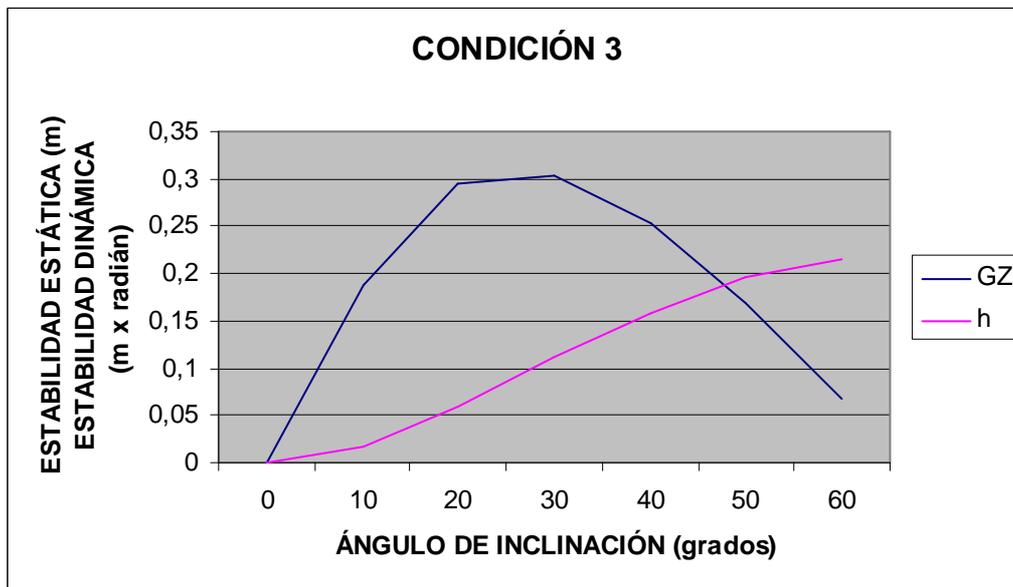
$$h_{40} = (GZ_{30} + GZ_{40})/2 \times 10/57,3 + h_{30} = \mathbf{0,159 \text{ m radián.}}$$

$$h_{50} = (GZ_{40} + GZ_{50})/2 \times 10/57,3 + h_{40} = \mathbf{0,196 \text{ m radián.}}$$

$$h_{60} = (GZ_{50} + GZ_{60})/2 \times 10/57,3 + h_{50} = \mathbf{0,216 \text{ m radián.}}$$

Comprobamos que cumple con los criterios de estabilidad:

- Estabilidad dinámica a  $30^\circ \geq 0,055 \text{ m radián.}$   
 $h_{30^\circ} = 0,111 \text{ m radián.}$  **Cumple**
- Estabilidad dinámica a  $40^\circ \geq 0,09 \text{ m radián.}$   
 $h_{40^\circ} = 0,159 \text{ m radián.}$  **Cumple**
- Estabilidad dinámica de  $30 \text{ a } 40^\circ \geq 0,03 \text{ m radián.}$   
La diferencia de áreas entre  $30 \text{ y } 40^\circ = 0,048 \text{ m radián.}$  **Cumple**
- Brazo adrizante  $GZ \geq 0,200 \text{ m, para escora } \geq 30^\circ.$   
 $GZ_{30^\circ} = 0,304 \text{ m.}$  **Cumple**
- Altura metacéntrica corregida  $GM \geq 150 \text{ mm.}$   
 $GM = 1,078 \text{ m.}$  **Cumple**



- **INCLINACIONES LONGITUDINALES**

Calado en LPP/2 = 1,577 m.  
Calado en AP = 1,451 m.  
Calado en FP = 1,703 m.  
Trimado en LPP = - 0,252 m.

**Asiento aproante.**

**6.4. CONDICIÓN 4: “LLEGADA A PUERTO” 20% PESCA 10% CONSUMOS**

DENOMINACIÓN	PESO(Tn)	Xg (m)	MTO Xg	Kg (m)	MTO Kg	Lg (m)	MTO Lg
Rosca	27,44	6,59	180,90	1,67	45,91	-0,02	-0,66
Hielo	0,40	8,91	3,56	0,28	0,11	0,00	0,00
Combustible	0,47	5,72	2,68	0,30	0,14	0,00	0,00
Aceite lubricante	0,05	4,35	0,20	0,33	0,02	1,74	0,08
Agua dulce	0,10	6,64	0,66	2,18	0,22	0,00	0,00
Víveres	0,01	3,03	0,02	2,40	0,01	0,76	0,00
Tripulación	1,00	8,90	8,90	2,89	2,89	0,00	0,00
Pertrechos	0,50	4,86	2,43	2,56	1,28	0,00	0,00
Redes	4,25	1,27	5,40	2,68	11,39	0,00	0,00
Pesca	3,09	8,92	27,54	0,61	1,87	0,00	0,00
<b>Desplazamiento</b>	<b>37,29</b>		<b>232,29</b>		<b>63,83</b>		<b>-0,58</b>

La posición del centro de gravedad del buque en la condición de “llegada a puerto” 100% pesca es la siguiente:

$$Xg = 259,1/40,89 = \mathbf{6,23 \text{ m.}}$$

$$Kg = 65,52/40,89 = \mathbf{1,71 \text{ m.}}$$

$$Lg = -0,58/40,89 = \mathbf{0,00 \text{ m.}}$$
 (positivo a estribor)

Según las tablas hidrostáticas, hemos obtenido los siguientes datos:

Draft Amidsh. m	1,309
Displacement tonne	37,29
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,109
Draft at AP m	1,509
Draft at LCF m	1,342
Trim (+ve by stern) m	0,400
WL Length m	15,083
WL Beam m	4,529
Wetted Area m <sup>2</sup>	73,569
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	52,096
Prismatic Coeff.	0,547
Block Coeff.	0,280
Midship Area Coeff.	0,589
Waterpl. Area Coeff.	0,763
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,206
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	5,825

KB m	0,854
KG fluid m	1,710
BMt m	1,848
BML m	20,421
GMt corrected m	0,992
GML corrected m	19,565
KMt m	2,703
KML m	21,276
Immersion (TPc) tonne/cm	0,534
MTc tonne.m	0,521
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,646
Max deck inclination deg	1,6
Trim angle (+ve by stern) deg	1,6

- **ESTABILIDAD INICIAL**

GM = 0,992 m.

- **ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS**

GZ = KN – KG Sen θ

ÁNGULO (θ)	KN (m)	KG (m)	SEN θ	GZ (m)
10°	0,447	1,71	0,173	0,15
20°	0,862	1,71	0,342	0,277
30°	1,161	1,71	0,5	0,306
40°	1,356	1,71	0,642	0,257
50°	1,473	1,71	0,766	0,163
60°	1,527	1,71	0,866	0,046

- **ESTABILIDAD DINÁMICA**

A continuación calcularemos los brazos de estabilidad dinámica mediante el método de los trapecios:

$$h_{10} = (GZ_0 + GZ_{10})/2 \times 10/57,3 = \mathbf{0,0131 \text{ m radián.}}$$

$$h_{20} = (GZ_{10} + GZ_{20})/2 \times 10/57,3 + h_{10} = \mathbf{0,050 \text{ m radián.}}$$

$$h_{30} = (GZ_{20} + GZ_{30})/2 \times 10/57,3 + h_{20} = \mathbf{0,101 \text{ m radián.}}$$

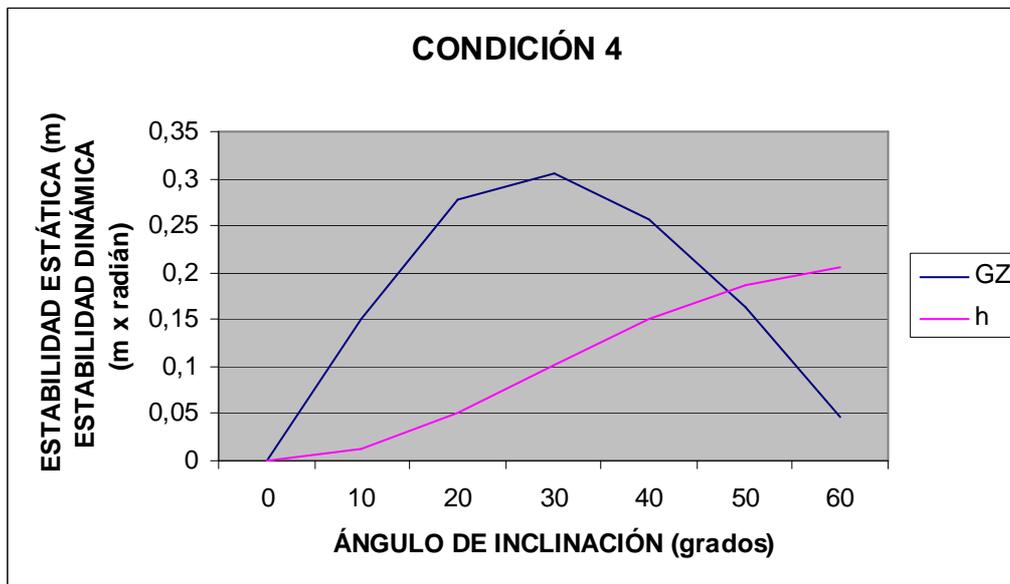
$$h_{40} = (GZ_{30} + GZ_{40})/2 \times 10/57,3 + h_{30} = \mathbf{0,15 \text{ m radián.}}$$

$$h_{50} = (GZ_{40} + GZ_{50})/2 \times 10/57,3 + h_{40} = \mathbf{0,187 \text{ m radián.}}$$

$$h_{60} = (GZ_{50} + GZ_{60})/2 \times 10/57,3 + h_{50} = \mathbf{0,205 \text{ m radián.}}$$

Comprobamos que cumple con los criterios de estabilidad:

- Estabilidad dinámica a 30° ≥ 0,055 m radián.  
h<sub>30°</sub> = 0,101 m radián. **Cumple**
- Estabilidad dinámica a 40° ≥ 0,09 m radián.  
h<sub>40°</sub> = 0,15 m radián. **Cumple**
- Estabilidad dinámica de 30 a 40° ≥ 0,03 m radián.  
La diferencia de áreas entre 30 y 40° = 0,049 m radián. **Cumple**
- Brazo adrizante GZ ≥ 0,200 m, para escora ≥ 30°.  
GZ<sub>30°</sub> = 0,306 m. **Cumple**
- Altura metacéntrica corregida GM ≥ 150 mm.  
GM = 0,992 m. **Cumple**



- **INCLINACIONES LONGITUDINALES**

Calado en LPP/2 = 1,309 m.

Calado en AP = 1,509 m.

Calado en FP = 1,109 m.

Trimado en LPP = 0,400 m.

**Asiento apopante.**

## 6.5. Hydrostatics

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Relative Density (specific gravity) = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Draft Amidsh. m	1,000	1,042	1,084	1,126	1,168	1,211	1,253	1,295	1,337	1,379	1,421	1,463	1,505	1,547	1,589	1,632	1,674	1,716	1,758	1,800
Displacement tonne	21,98	23,61	25,30	26,94	28,78	30,74	32,82	34,97	37,17	39,43	41,73	44,07	46,44	48,84	51,26	53,72	56,19	58,69	61,21	63,75
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	1,000	1,042	1,084	1,126	1,168	1,211	1,253	1,295	1,337	1,379	1,421	1,463	1,505	1,547	1,589	1,632	1,674	1,716	1,758	1,800
Draft at AP m	1,000	1,042	1,084	1,126	1,168	1,211	1,253	1,295	1,337	1,379	1,421	1,463	1,505	1,547	1,589	1,632	1,674	1,716	1,758	1,800
Draft at LCF m	1,000	1,042	1,084	1,126	1,168	1,211	1,253	1,295	1,337	1,379	1,421	1,463	1,505	1,547	1,589	1,632	1,674	1,716	1,758	1,800
WL Length m	12,807	12,953	13,248	13,719	14,615	14,969	14,974	14,980	14,988	14,997	15,008	15,020	15,034	15,052	15,072	15,096	15,122	15,150	15,180	15,213
WL Beam m	4,146	4,197	4,246	4,292	4,337	4,381	4,422	4,462	4,502	4,540	4,577	4,614	4,650	4,685	4,719	4,753	4,786	4,818	4,850	4,882
Wetted Area m <sup>2</sup>	54,598	56,908	59,142	59,377	62,699	66,448	69,181	71,505	73,600	75,515	77,299	79,008	80,671	82,305	83,916	85,511	87,092	88,660	90,216	91,761
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	36,996	38,277	39,562	41,219	43,951	47,067	49,089	50,662	51,975	53,079	54,024	54,869	55,648	56,381	57,079	57,748	58,395	59,021	59,630	60,222
Prismatic Coeff.	0,584	0,585	0,580	0,565	0,538	0,534	0,544	0,553	0,562	0,571	0,579	0,587	0,595	0,602	0,608	0,614	0,619	0,624	0,629	0,633
Block Coeff.	0,278	0,284	0,286	0,283	0,274	0,275	0,284	0,292	0,301	0,309	0,317	0,324	0,331	0,338	0,345	0,351	0,357	0,362	0,367	0,372
Midship Area Coeff.	0,571	0,578	0,585	0,591	0,597	0,603	0,608	0,613	0,618	0,622	0,626	0,630	0,634	0,638	0,641	0,644	0,647	0,650	0,652	0,655
Waterpl. Area Coeff.	0,697	0,704	0,703	0,700	0,693	0,718	0,741	0,758	0,770	0,780	0,786	0,792	0,796	0,800	0,802	0,805	0,807	0,809	0,810	0,811
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,931	6,939	6,940	6,961	6,947	6,916	6,873	6,828	6,784	6,743	6,705	6,671	6,640	6,613	6,589	6,568	6,550	6,534	6,521	6,510
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	7,103	7,052	6,998	6,889	6,627	6,327	6,193	6,119	6,076	6,056	6,052	6,058	6,069	6,084	6,101	6,120	6,141	6,162	6,185	6,208
KB m	0,609	0,637	0,666	0,696	0,725	0,754	0,785	0,815	0,844	0,874	0,903	0,932	0,960	0,988	1,015	1,043	1,070	1,097	1,123	1,149
KG m	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620	1,620
BMt m	1,704	1,693	1,683	1,681	1,687	1,714	1,743	1,761	1,768	1,762	1,747	1,726	1,702	1,678	1,654	1,630	1,607	1,585	1,564	1,544
BML m	16,682	16,529	16,402	16,847	18,684	20,859	21,255	21,089	20,678	20,125	19,498	18,855	18,225	17,619	17,042	16,495	15,977	15,486	15,022	14,580
Gmt m	0,692	0,710	0,728	0,757	0,791	0,848	0,908	0,956	0,992	1,016	1,030	1,038	1,042	1,046	1,049	1,052	1,056	1,061	1,067	1,073
GML m	15,671	15,546	15,447	15,923	17,789	19,993	20,420	20,283	19,903	19,379	18,781	18,167	17,565	16,987	16,438	15,918	15,427	14,963	14,525	14,110
KMt m	2,312	2,330	2,348	2,377	2,411	2,468	2,528	2,576	2,612	2,636	2,650	2,658	2,662	2,666	2,669	2,672	2,676	2,681	2,687	2,693
KML m	17,291	17,166	17,067	17,543	19,409	21,613	22,040	21,903	21,523	20,999	20,401	19,787	19,185	18,607	18,058	17,538	17,047	16,583	16,145	15,730
Immersion (TPc) tonne/cm	0,379	0,392	0,406	0,422	0,450	0,482	0,503	0,519	0,533	0,544	0,554	0,562	0,570	0,578	0,585	0,592	0,599	0,605	0,611	0,617
MTc tonne.m	0,246	0,262	0,279	0,306	0,366	0,439	0,479	0,507	0,528	0,546	0,560	0,572	0,583	0,593	0,602	0,611	0,619	0,627	0,635	0,643
RM at 1deg = Gmt.Disp.sin(1) tonne.m	0,266	0,293	0,322	0,356	0,397	0,455	0,520	0,583	0,644	0,699	0,750	0,798	0,845	0,891	0,939	0,987	1,036	1,087	1,140	1,194

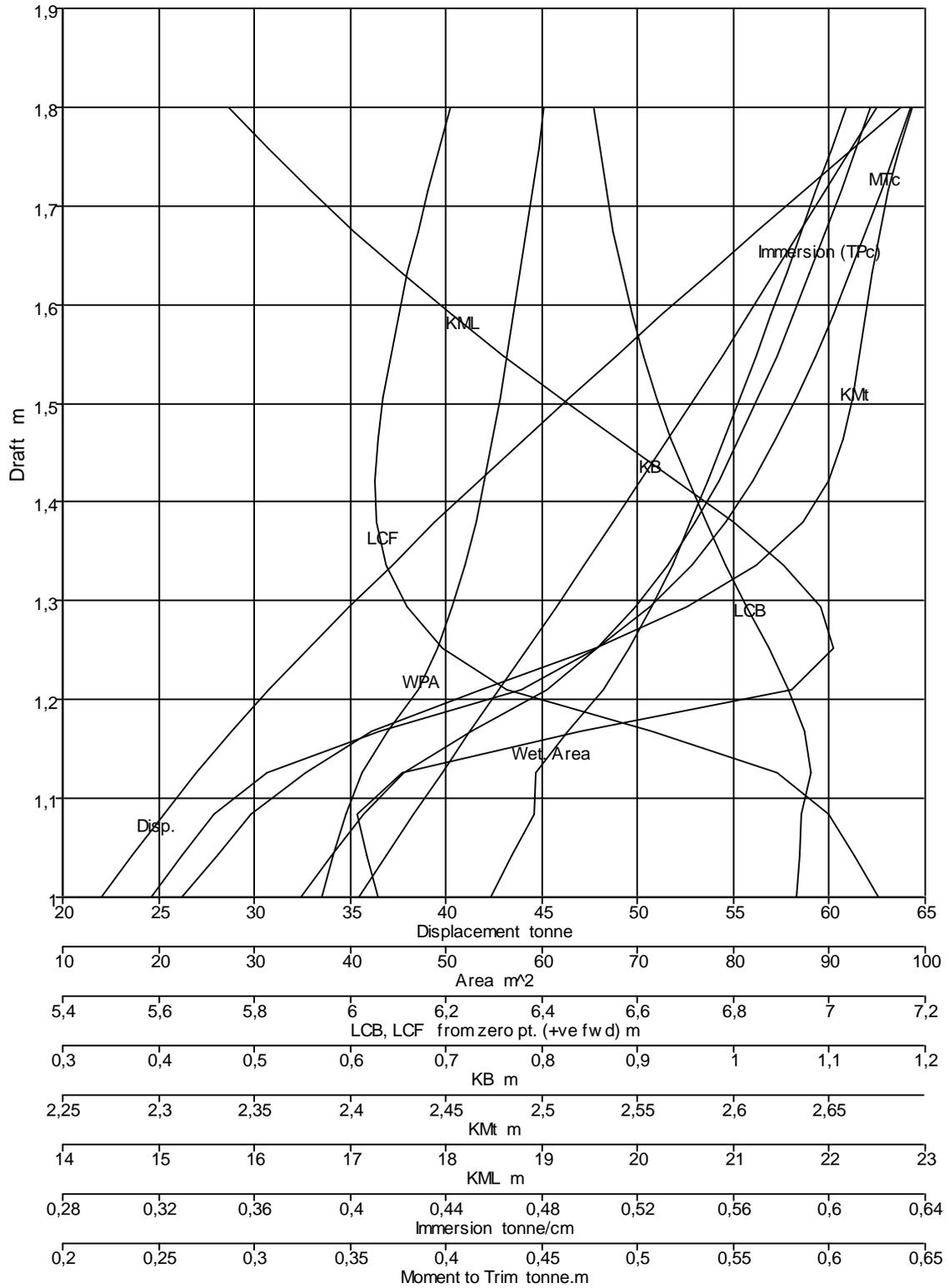
## **6.6. KN Calculation**

Initial Trim = 0 m (+ve by stern)

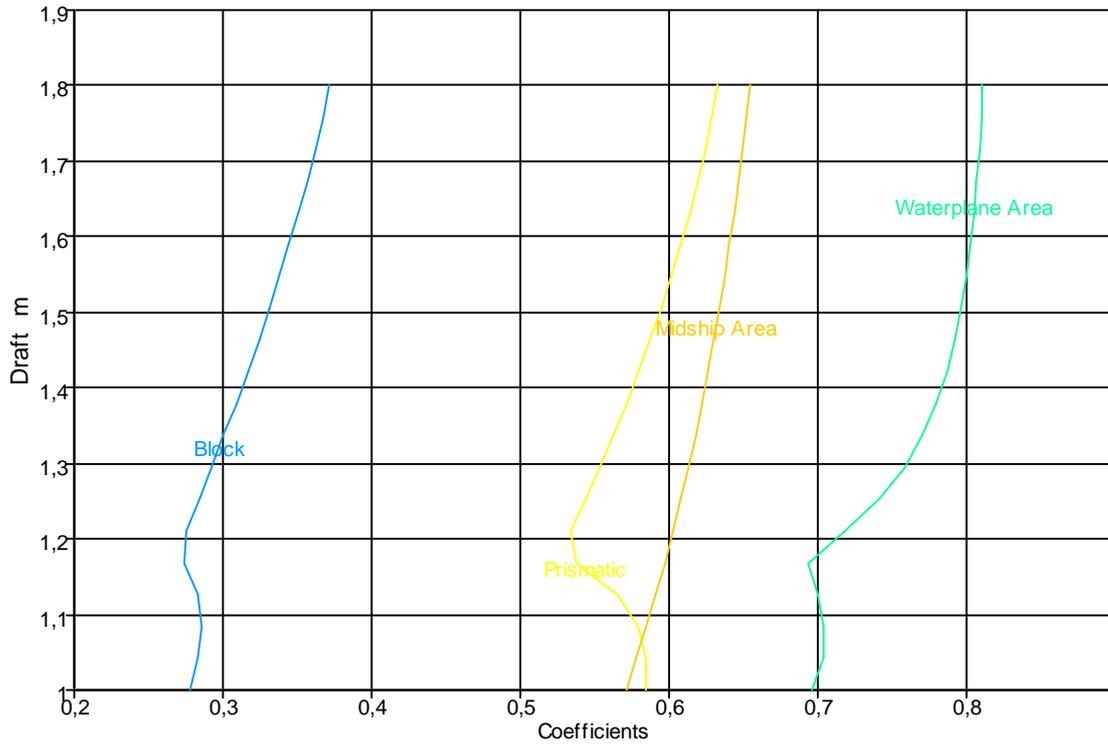
Relative Density (specific gravity) = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Displacement tonne</b>	<b>LCG m</b>	<b>KN 10,0 deg. Starb.</b>	<b>KN 20,0 deg. Starb.</b>	<b>KN 25,0 deg. Starb.</b>	<b>KN 30,0 deg. Starb.</b>	<b>KN 40,0 deg. Starb.</b>	<b>KN 50,0 deg. Starb.</b>	<b>KN 60,0 deg. Starb.</b>
35,00	6,828	0,442	0,859	1,028	1,166	1,368	1,363	1,357
36,05	6,806	0,445	0,861	1,028	1,164	1,351	1,345	1,339
37,11	6,786	0,447	0,862	1,027	1,161	1,332	1,325	1,317
38,16	6,766	0,449	0,863	1,025	1,158	1,310	1,302	1,294
39,21	6,747	0,451	0,863	1,023	1,154	1,285	1,277	1,268
40,26	6,729	0,453	0,863	1,021	1,150	1,259	1,249	1,239
41,32	6,712	0,455	0,862	1,018	1,146	1,230	1,219	1,488
42,37	6,695	0,456	0,860	1,014	1,141	1,481	1,474	1,467
43,42	6,680	0,457	0,858	1,010	1,135	1,459	1,452	1,445
44,47	6,665	0,459	0,856	1,006	1,130	1,437	1,429	1,421
45,53	6,651	0,460	0,853	1,001	1,123	1,413	1,405	1,397
46,58	6,638	0,461	0,849	0,995	1,116	1,388	1,380	1,371
47,63	6,626	0,462	0,845	0,989	1,109	1,362	1,353	1,343
48,68	6,615	0,463	0,841	0,983	1,101	1,334	1,548	1,538
49,74	6,604	0,463	0,836	0,977	1,093	1,529	1,520	1,511
50,79	6,593	0,463	0,831	0,970	1,085	1,503	1,495	1,488
51,84	6,584	0,463	0,825	0,963	1,076	1,480	1,473	1,465
52,89	6,575	0,463	0,819	0,955	1,067	1,458	1,451	1,443
53,95	6,566	0,461	0,813	0,947	1,058	1,436	1,428	1,421
55,00	6,558	0,460	0,806	0,938	1,048	1,413	1,406	1,398

Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta



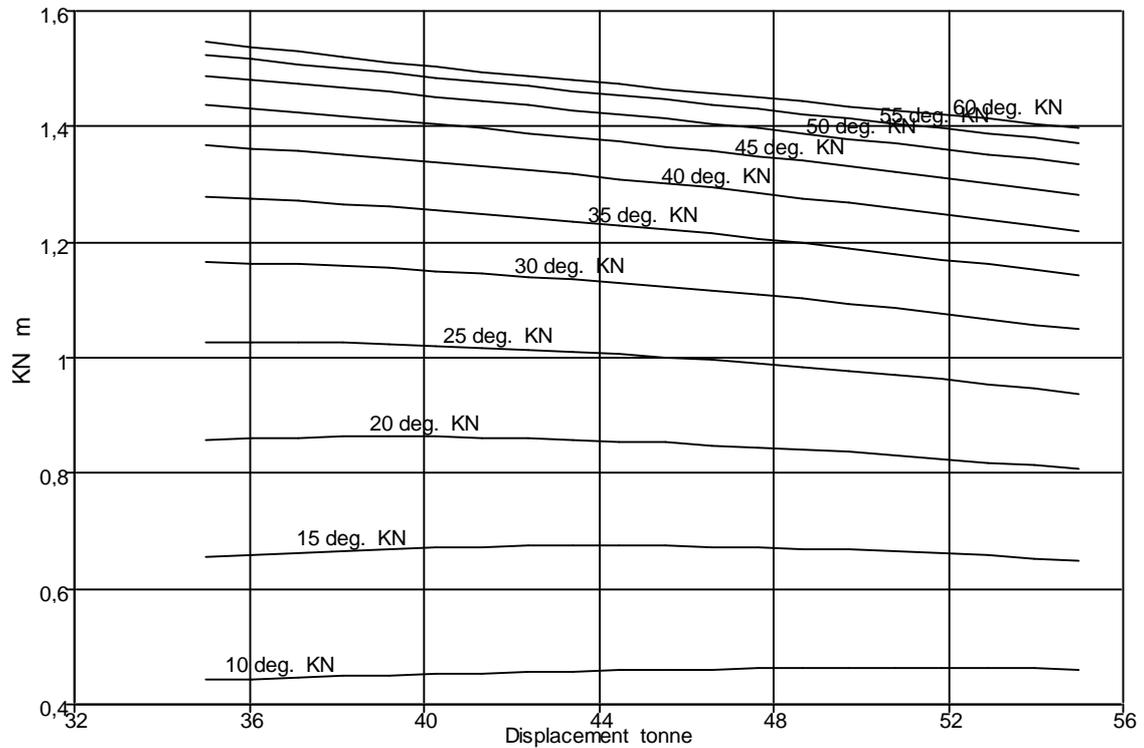
# Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta



## KN Calculation

Initial Trim = 0 m (+ve by stern)

Relative Density (specific gravity) = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)



Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de 80 m<sup>3</sup> de volumen bajo cubierta

## **7. ARQUEO**

## 7.1. CÁLCULO DE ARQUEO, CONVENIO INTERNACIONAL 1969

### VOLUMEN SOBRE CUBIERTA

NOMBRE DE LOS ESPACIOS	ANCHO MEDIO	LARGO MEDIO	PRODUCTOS	PUNTAL MEDIO	VOLUMEN
PUENTE DE GOBIERNO	2,00	1,76	3,38	1,84	6,48
GUARDACALOR Y ASEO	2,00	1,70	3,40	1,85	6,29
COCINA	1,80	2,00	3,60	1,73	6,23
ESCOTILLA BODEGA	1,06	1,06	1,12	0,66	0,74
ESCOTILLA PROA	0,60	0,60	0,36	0,92	0,33
LOCAL BAJO PUENTE	2,00	1,42	2,84	0,71	2,02
CASTILLO DE PROA	2,37	2,88	6,83	0,40	2,73

SUMA: 24,81

### ARQUEO TOTAL

Volumen bajo la cubierta de arqueo -----	80 m <sup>3</sup>
Volumen entrepuentes sobre cubierta -----	
Volumen espacios curvos sobre cubierta -----	
Volumen espacios rectos sobre cubierta -----	24,81 m <sup>3</sup>
Volumen otros espacios sobre cubierta -----	

---

Volumen TOTAL V<sub>t</sub> : 104,81 m<sup>3</sup>

$$AT = K_1 \cdot V_t$$

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log V_t = 0,24$$

$$AT = 25,20 \text{ GT}$$

### ARQUEO NETO

Volumen bodega n°	-----	26 m <sup>3</sup>
Volumen bodega n°	-----	

---

Volumen Total Espacios de Carga  $V_c$  : 26 m<sup>3</sup>

$$NT = K_2 \cdot V_C \cdot (4d/3D)^2 + K_3 \cdot (N_1 + (N_2/10))$$

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log V_C = 0,23$$

$$D = 1,94 \text{ m}$$

$$D = 1,65 \text{ m}$$

$$V_C = 26 + 0,74 = 26,74 \text{ m}^3$$

$$N_1 = 0$$

$$N_2 = 0$$

$K_3$  lo consideramos 0 ya que los valores de  $N_1$  y  $N_2$  son nulos.

$(4d/3D)^2 = 1,28$ . Tomamos como valor 1, ya que no puede ser superior a dicho valor.

**NT no puede ser inferior a 0,3 GT.**

$$NT = 0,3 \cdot 25,2 = 7,56 \text{ NT}$$

## 7.2. CÁLCULO DE ARQUEO POR LA REGLA 1ª

Eslora en la cubierta de arqueo:	15,34 m.	Puntal bajo la cubierta de arqueo:	Variable.
Divisiones iguales de la eslora:	6	Divisiones iguales del puntal:	4
Nº de Secciones transversales:	7	Nº de Mangas que han de medirse:	5
Intervalo entre Secciones:	2,55		

		1ª SECCIÓN		2ª SECCIÓN		3ª SECCIÓN		4ª SECCIÓN		5ª SECCIÓN		6ª SECCIÓN		7ª SECCIÓN	
Puntales de las Secciones:		0,00		1,14		1,72		1,85		1,81		1,77		0,00	
Intervalo entre Mangas:		0,00		0,29		0,43		0,46		0,45		0,44		0,00	
	Factor	Mangas	Productos												
1	1	0,00	0,00	4,53	4,53	4,74	4,74	4,66	4,66	4,32	4,32	3,52	3,52	0,00	0,00
2	4	0,00	0,00	4,31	17,24	4,41	17,64	4,28	17,12	3,75	15,00	2,81	11,24	0,00	0,00
3	2	0,00	0,00	3,98	7,96	3,91	7,82	3,73	7,46	3,03	6,06	2,00	4,00	0,00	0,00
4	4	0,00	0,00	2,88	11,52	2,51	10,04	2,58	10,32	1,88	7,52	1,02	4,08	0,00	0,00
5	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6															
7															
Suma de Productos:			0,00		41,25		40,24		39,56		32,90		22,84		0,00
(1/3) Distancia entre Mangas:			0,00		0,10		0,14		0,15		0,15		0,15		0,00
Área de las Secciones:			0,00		3,92		5,77		6,10		4,96		3,37		0,00
Factores:			1,00		4,00		2,00		4,00		2,00		4,00		1,00
Productos:			0,00		15,68		11,54		24,40		9,92		13,48		0,00

Suma de Productos:	75,01
(1/3) Intervalo entre las Secciones:	0,85

**Volumen Principal: 63,76 m<sup>3</sup>.**

**CÁLCULO DE ARQUEO POR LA REGLA 1ª**

<b>VOLUMEN de los ESPACIOS CERRADOS sobre la CUBIERTA SUPERIOR</b>						
<b>NOMBRE de los ESPACIOS</b>	<b>Manga media</b>	<b>Largo medio</b>	<b>Productos</b>	<b>Puntal medio</b>	<b>Volumen</b>	
ESCOTILLA BODEGA	1,06	1,06	1,12	0,72	0,81	
ESCOTILLA PROA	0,60	0,60	0,36	0,97	0,35	Suma 1,16
						Volumen sobre la cubierta superior 1,16
						Volumen bajo la cubierta de arqueo 63,76
						<b>VOLUMEN TOTAL(m<sup>3</sup>) 64,91</b>
						Descuento 5% V = 0,32
						Tonelaje sobre la cubierta superior 0,29
						Tonelaje bajo la cubierta de arqueo 22,53
						<b>TONELAJE TOTAL(TRB) 22,82</b>

**TRB = 22,82.**

## DESCUENTOS

De los ESPACIOS ocupados por MÁQUINAS								
NOMBRES de los ESPACIOS	Mangas	Sumas	1/3 Sumas	Largo med.	Productos	Puntal med.	Volumen	
	4,98							Volumen total de máquinas, calderas y accesorios <b>M</b> : (m <sup>3</sup> ) 29,92
CÁMARA DE MÁQUINAS	4,51	13,06	4,35	3,85	16,76	1,78	29,92	Tonelaje de esos espacios: (T.M) 10,57
	3,57							Relación $\frac{M}{V} = \frac{29,92}{78,53} = 0,46$
								Descuentos: (T.M) 18,50 (1,75 x 10,57)
								Descuento máximo: 0,55 (22,82 – 0,00) = 12,55
								<b>DESCUENTO TOTAL (T.M): 12,55</b>

**TRN = TRB – Descuento = 22,82 – 12,55 = 10,27.**

## **8. FRANCOBORDO**

## **8. ESTIMACIÓN DEL FRANCOBORDO**

El asignar un francobordo a un buque es una contribución a su seguridad, a la de la tripulación y carga.

A los buque nacionales de menos de 150 Toneladas de arqueo (aproximadamente 24 metros de eslora), debe aplicárseles el **Reglamento del 30**.

### **Arrufo Normal**

El arrufo normal A, en esta reglamentación, en milímetros, se obtiene por la siguiente fórmula (L = en metros):

$$A = 8,33 L + 254 = \mathbf{379 \text{ mm.}}$$

Los arrufos se miden a partir de una línea horizontal paralela a la quilla y que pase por la intersección de la cubierta con el costado a la mitad de la eslora.

Ordenadas de la brusca de arrufo normal:

$$\begin{aligned} a_1 &= A = 379 \text{ mm.} \\ a_2 &= 4/9 A = 168,44 \text{ mm.} \\ a_3 &= 1/9 A = 42,11 \text{ mm.} \\ a_4 &= 0 \text{ mm.} \\ a_5 &= 2 a_3 = 84,22 \text{ mm.} \\ a_6 &= 2 a_2 = 336,88 \text{ mm.} \\ a_7 &= 2 a_1 = 758 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Ordenadas de la brusca de arrufo de nuestro barco:

$$\begin{aligned} a_1 &= 521,3 \text{ mm.} \\ a_2 &= 204,4 \text{ mm.} \\ a_3 &= 23 \text{ mm.} \\ a_4 &= 0 \text{ mm.} \\ a_5 &= 64,1 \text{ mm.} \\ a_6 &= 223,4 \text{ mm.} \\ a_7 &= 496,7 \text{ mm.} \end{aligned}$$

### **Brusca Normal**

La brusca se supone constante e igual a 1/50 de la manga o longitud del bao maestro.

$$\mathbf{B/50 = 100 \text{ mm.}}$$

La brusca real de nuestro barco es igual a la reglamentaria, por lo que no habrá que corregir el francobordo por brusca.

### Francobordo Tabular

El francobordo tabular se halla entrando en una tabla que adjunta el Reglamento con la eslora de francobordo del buque.

A continuación se adjunta una parte de la tabla del Reglamento. En dicha tabla aparecen los valores de L entre los que tenemos que interpolar para calcular el francobordo tabular.

<b>L</b>	<b>Francobordo</b>
<i>Metros</i>	<i>Milímetros</i>
12,18	101
15,23	127
18,28	152
21,33	178
.	.
.	.
.	.

Eslora de francobordo = 15,0174 m.

Interpolando entre los valores de eslora correspondientes a L = 12,18 m y L = 15,23 m, obtenemos un valor de **francobordo tabular f = 125,18 mm.**

### Corrección por Puntal

Como el puntal de francobordo (D) excede de L/15, el francobordo se aumentará en:

$$k_3 = (D - \frac{L}{15}) R = 33,12 \text{ mm.}$$

Siendo R = L / 0,48 si L es menor de 120 metros = 35,28.

### Corrección por superestructuras

Dimensiones del castillo de proa:

Longitud = 1,94 m = L<sub>1</sub>.

La superestructura tiene una longitud equivalente al 12,91% de L.

Como la eslora de nuestro barco es menor de 24,40 metros, la reducción se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Reducción} = 356 + \frac{864 - 356}{85,30 - 24,40} \cdot (24,40 - L_1) = 434,26 \text{ mm.}$$

Nuestra embarcación tiene una longitud efectiva de superestructura menor que L, por lo tanto la reducción se obtiene mediante la tabla de longitudes totales efectivas de superestructuras.

Para 0,1 L = 5% de reducción.

Para 0,2 L = 10% de reducción.

Interpolando entre ambos valores, para 0,129 L = 6,45% de reducción.

Por lo tanto, la corrección que se aplica por superestructura es:

**Corrección k<sub>4</sub> = 0,0645 · 434,26 = 28,01 mm.**

La corrección por superestructura es siempre sustractiva.

### Corrección por Arrufo

De la curva de arrufo se hallarán los productos multiplicando las ordenadas por los factores de Simpson 1, 4, 2, 4, 2, 4, 1, y el área obtenida se comparará con la misma cifra de arrufo normal.

La parábola escogida para arrufo normal es:

POSICIÓN	ORDENADA (mm)	FACTOR	FUNCIÓN DE ÁREA
Ppp	8,33 L + 254 = 379,09	1	379,09
1/6 Ppp	3,7 L + 113 = 168,56	4	674,25
1/3 Ppp	0,925 L + 28,25 = 42,14	2	84,28
Sección media	0	4	0
1/3 Ppr	1,85 L + 56,5 = 84,28	2	168,56
1/6 Ppr	7,4 L + 226 = 337,13	4	1348,51
Ppr	16,6 L + 508 = 757,28	1	757,28

Función de área de popa = 1137,62.

Función de área de proa = 2274,35.

a = Función de área total = 3580,5.

La parábola para el arrufo de nuestra embarcación es:

POSICIÓN	ORDENADA (mm)	FACTOR	FUNCIÓN DE ÁREA
Ppp	521,3	1	521,3
1/6 Ppp	204,4	4	817,6
1/3 Ppp	23	2	46
Sección media	0	4	0
1/3 Ppr	64,1	2	128,2
1/6 Ppr	223,4	4	893,6
Ppr	496,7	1	496,7

Pesquero al Cerco en P.R.F.V. de  $80 \text{ m}^3$  de volumen bajo cubierta

Función de área de popa = 1384,9.

Función de área de proa = 1518,5.

Función de área total = 2903,4.

La diferencia entre las sumas de los productos respectivos dividida por 18 medirá el exceso o defecto de arrufo.

$$3580,5 - 2903,4 = 677,1.$$

$$\text{Defecto o exceso de arrufo} = 677,1/18 = 37,61.$$

El valor de la **corrección** por arrufo es de:

$$k_5 = 37,61 \times 0,75 - (S/2L) = \mathbf{28,14 \text{ mm.}}$$

Siendo S = longitud de superestructura.

Esta corrección será aditiva al francobordo.

### **Corrección por Coeficiente de afinamiento**

El coeficiente de afinamiento normal es de 0,68.

El coeficiente de bloque de nuestra embarcación es inferior al normal reglamentario, por lo que sólo habría que corregir el francobordo si dicho coeficiente excediera de 0,68.

$$k_6 = 0.$$

### **8.1. FRANCOBORDO DE VERANO**

El francobordo reglamentario de verano es el siguiente:

$$FB_v = f \pm (k_3 + k_4 + k_5 + k_6) = 125,18 - 28,01 + 28,14 + 33,12 + 0 = 158,43 \text{ mm.}$$

### **Corrección por Estabilidad**

Sabiendo que:

$$FB_v = \text{PUNTAL DE TRAZADO} + \text{ESPESOR CUBIERTA} - \text{CALADO MÁXIMO}$$

El francobordo de nuestro barco en la situación de máxima carga es de 310 mm, por lo que la corrección del francobordo tabular total será la siguiente:

$$FB_v = 158,43 + 151,47 = \mathbf{310 \text{ mm.}}$$

## **8.2. FRANCOBORDO PARA AGUA DULCE**

El francobordo para agua dulce se obtiene restando al francobordo de verano  $\Delta/(40 T)$  siendo  $\Delta$  el desplazamiento en toneladas métricas en agua salada de la flotación de verano y T las toneladas métricas por centímetros de inmersión en agua salada:

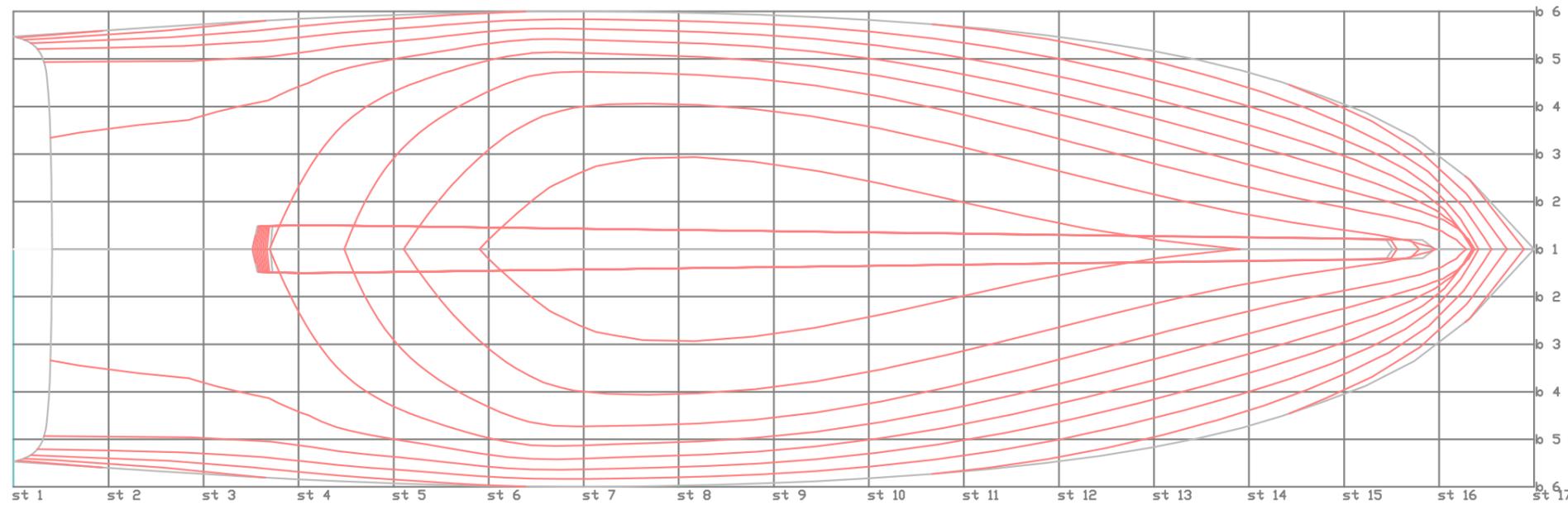
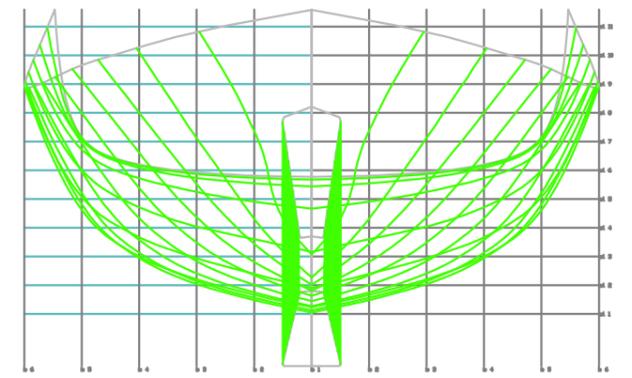
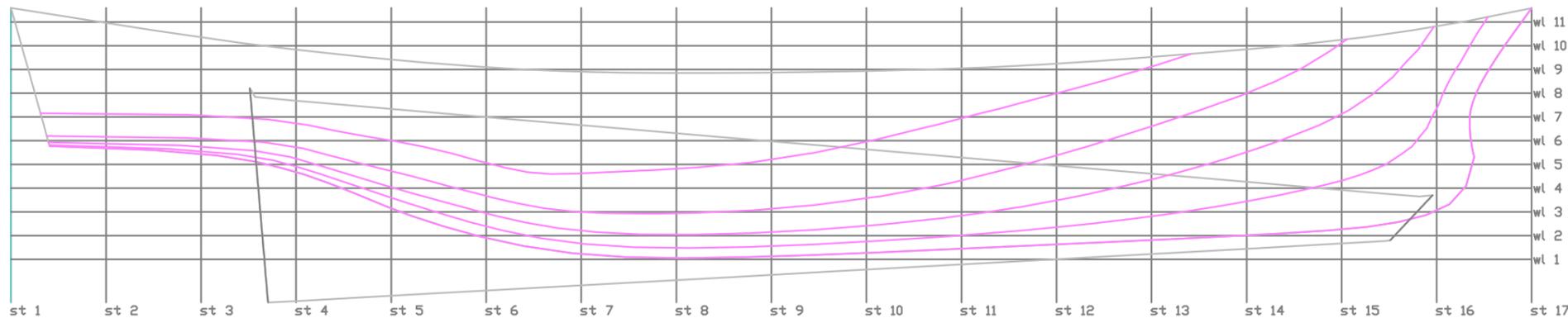
$$\mathbf{FB_{ad} = 310 - 54,816/(40 \cdot 0,598) = 310 \text{ mm} - 2,29 \text{ cm} = \mathbf{287 \text{ mm}.}$$

## **9. PRESUPUESTO**

## **9. PRESUPUESTO**

<b>REF.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>	<b>TOTAL (€)</b>
	<b>CASCO</b>		
1	Preparación del molde. Laminado del casco. Laminado de cubierta. Reforzado del casco. Reforzado de cubierta. Desmoldeo.	160.900,00.-	160.900,00.-
	<b>SUPERESTRUCTURA</b>		
2	Laminado. Refuerzos. Ventanas y puertas. Pintado y acabado.	42.000,00.-	42.000,00.-
	<b>MAQUINARIA</b>		
3	Motor propulsor principal. Motor auxiliar. Reductor. Línea de ejes. Hélice. Bocina. Tuberías. Timón. Servomotor. Varios.	82.450,00.- 9.800,00.- 15.700,00.-	107.950,00.-
	<b>EQUIPO DE PESCA</b>		
4	Aislamiento de bodega. Maquinilla. Grúa. Varios.	85.700,00.-	85.700,00.-
5	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	12.500,00.-	12.500,00.-
	<b>EQUIPOS Y HABILITACIÓN</b>		
6	Equipo de amarre y fondeo. Equipo de navegación. Equipo de gobierno. Equipo de salvamento y contraincendios. Cierres diversos y accesos. Habilitación.	87.305,00.-	87.305,00.-
7	<b>PROYECCIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRA</b>	18.000,00.-	18.000,00.-
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>514.355,00.-</b>

## **10. PLANOS**



Hydrostatics at DWL

Measurement	Value	Units
1 Displacement	54,816	tonne
2 Volume	53,479	m <sup>3</sup>
3 Draft to Baseline	1,65	m
4 Immersed depth	2,115	m
5 Lwl	15,107	m
6 Beam wl	4,769	m
7 WSA	108,183	m <sup>2</sup>
8 Max cross sect area	5,76	m <sup>2</sup>
9 Waterplane area	58,336	m <sup>2</sup>
10 Cp	0,615	
11 Cb	0,351	
12 Cm	0,634	
13 Cwp	0,81	
14 LCB from zero pt. (+v)	7,557	m
15 LCF from zero pt. (+v)	7,086	m
16 LCB from zero pt. (+v)	50,022	%
17 LCF from zero pt. (+v)	46,905	%
18 KB	1,057	m
19 KG	0	m
20 BMt	1,631	m
21 BMI	16,388	m
22 GMt	2,688	m
23 GMI	17,445	m
24 KMt	2,688	m
25 KMI	17,445	m
26 Immersion (TPc)	0,598	tonne/c
27 MTc	0,683	tonne.
28 RM at 1deg = GMI Dis	2,571	tonne.

Density: 1,025 tonne/m<sup>3</sup> Recalculate

VCG: 0 m Close

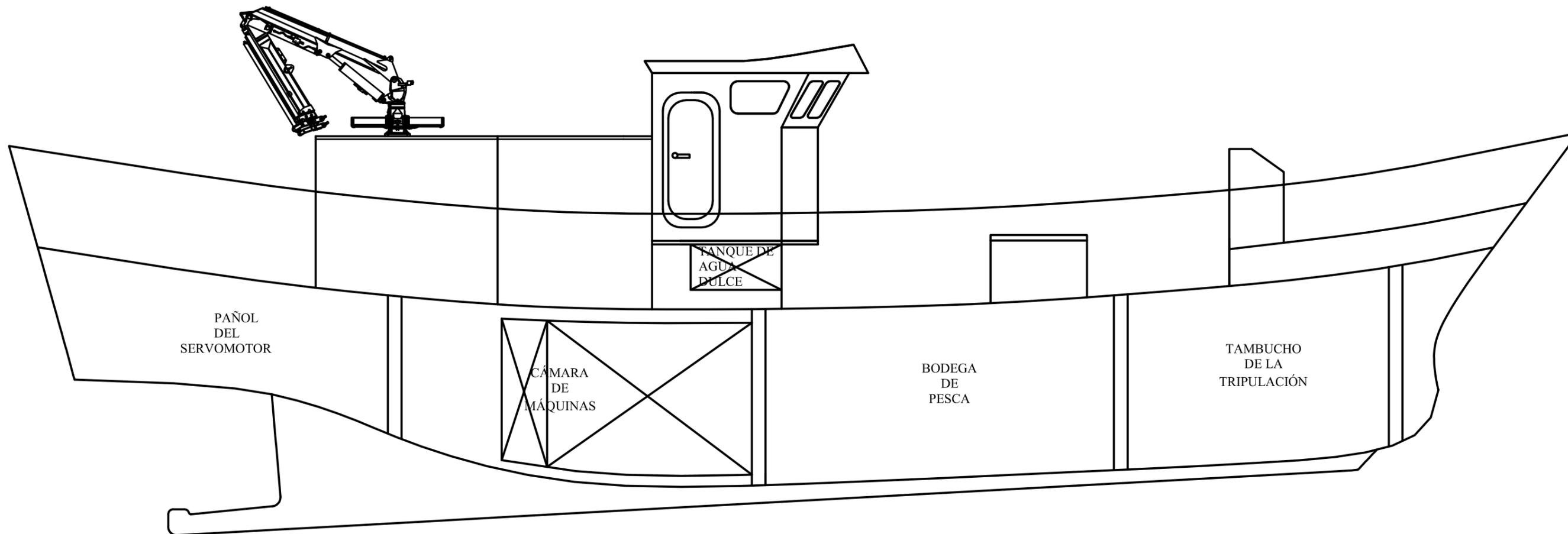
ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL

DENOMINACIÓN :

PLANO DE FORMAS

ESCALA 1:90

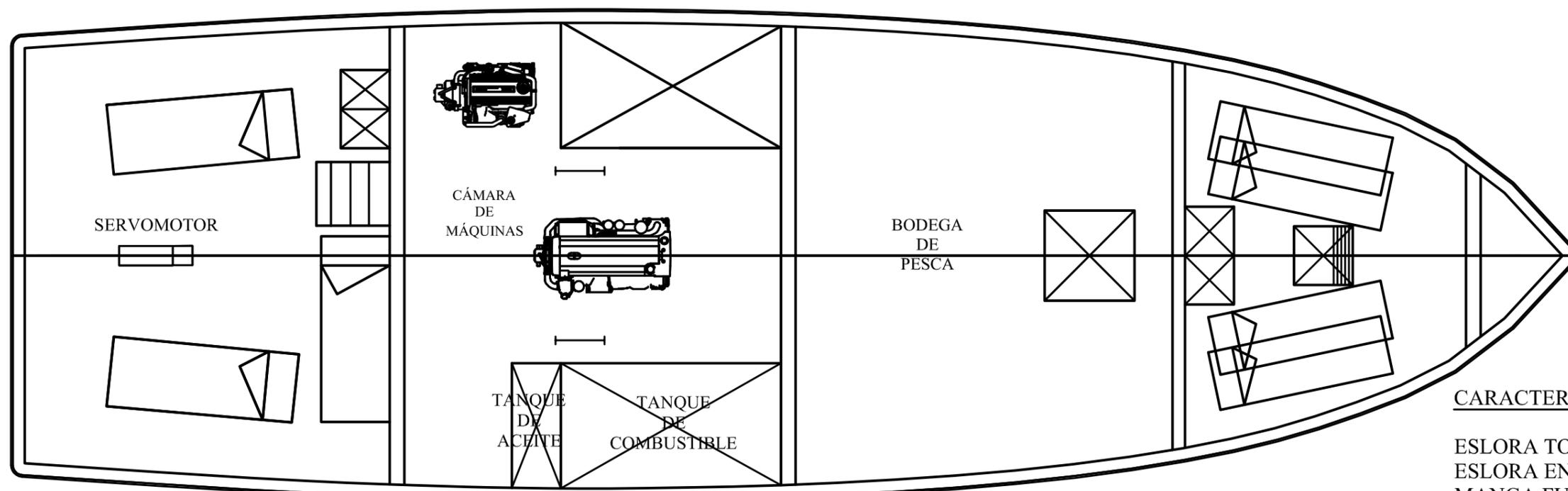
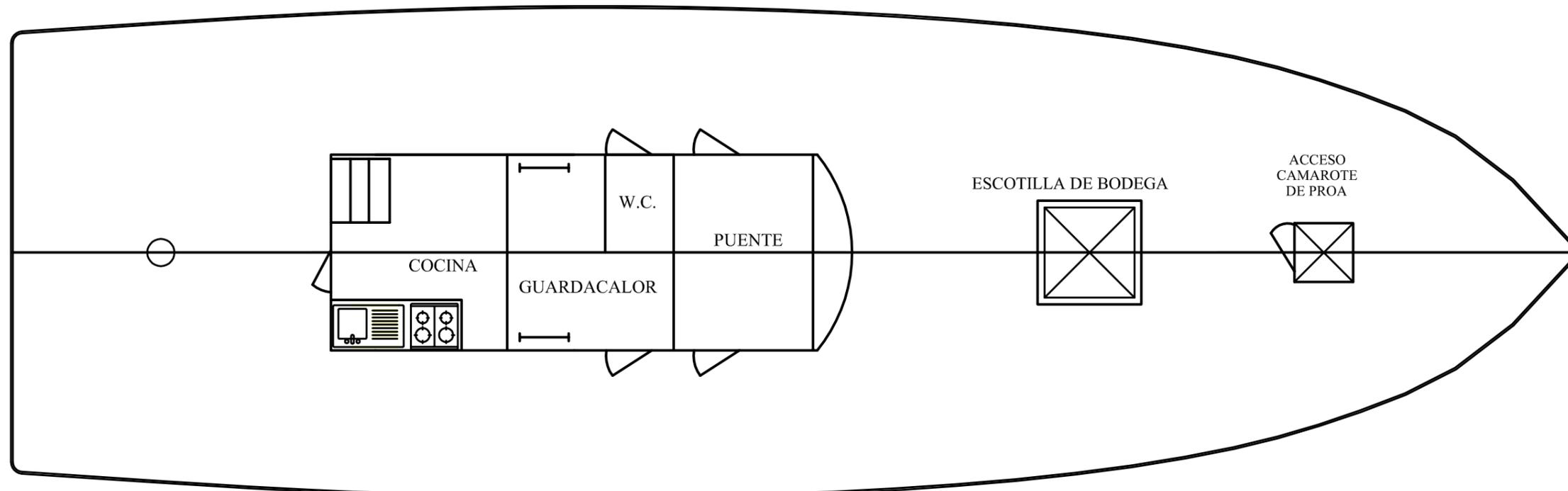
ALUMNA: VEGA RAMOS GORDILLO



CARACTERÍSTICAS

ESLORA TOTAL	17,25 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	14 M
MANGA FUERA DE FORROS	5 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN	1,94 M

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL	
DENOMINACIÓN :	DISPOSICIÓN GENERAL
ESCALA 1:50	ALUMNA: VEGA RAMOS GORDILLO

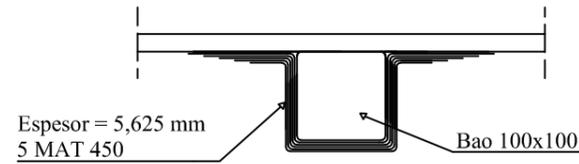


CARACTERÍSTICAS

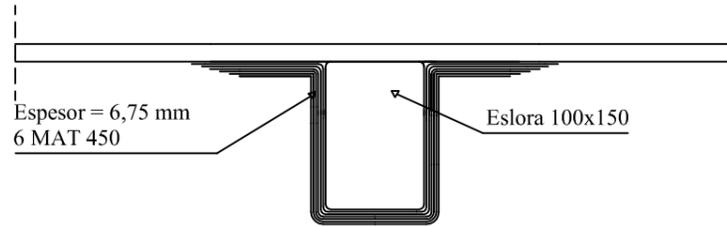
ESLORA TOTAL	17,25 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	14 M
MANGA FUERA DE FORROS	5 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN	1,94 M

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL	
DENOMINACIÓN :	DISPOSICIÓN GENERAL
ESCALA 1:55	ALUMNA: VEGA RAMOS GORDILLO

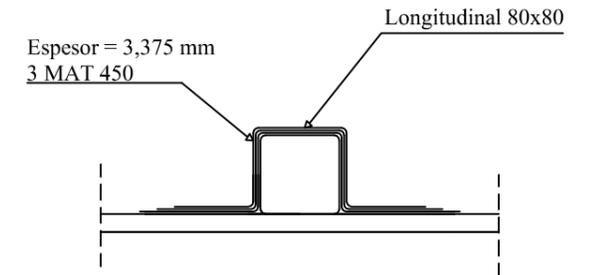
BAO DE CUBIERTA



ESLORA DE CUBIERTA



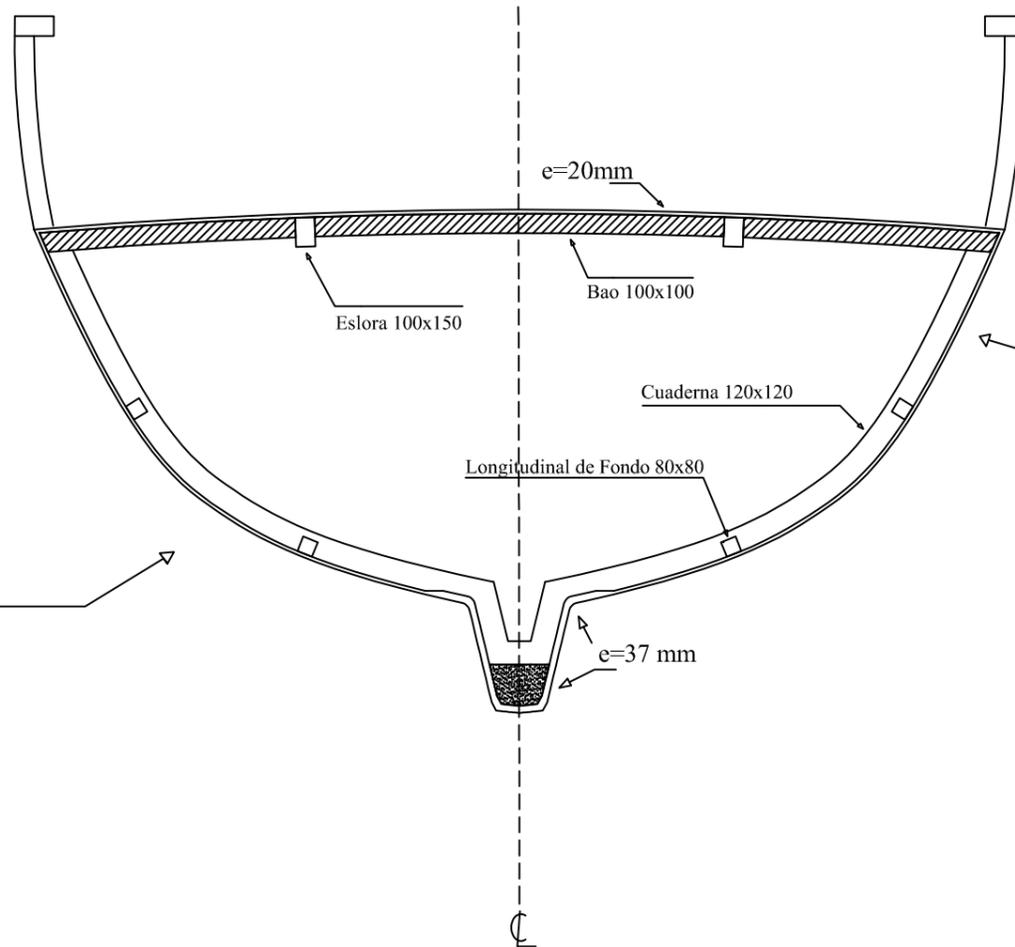
LONGITUDINAL DE FONDO



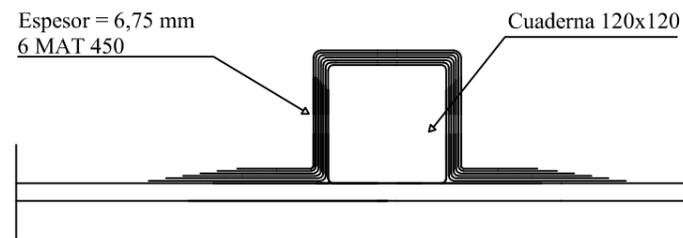
**AMURADA (Espesor=13,15 mm)**  
GEL COAT + 6 MAT 450 + 5 T 800

**FONDO (Espesor=18 mm)**  
GEL COAT + MAT 300 + 8 MAT 450 + 7 T 800

**COSTADO (Espesor=13,15 mm)**  
GEL COAT + 6 MAT 450 + 5 T 800



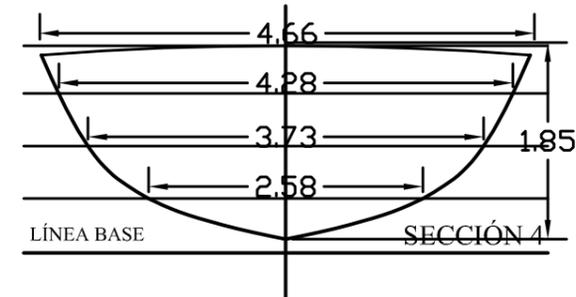
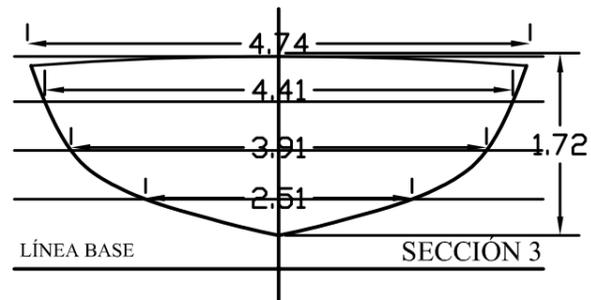
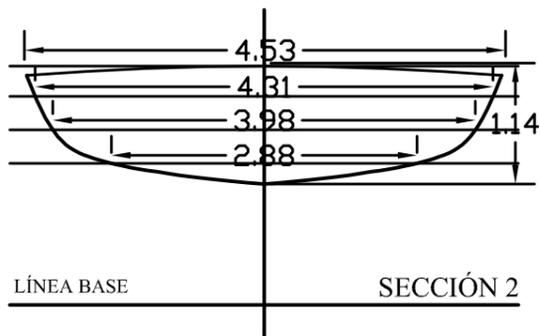
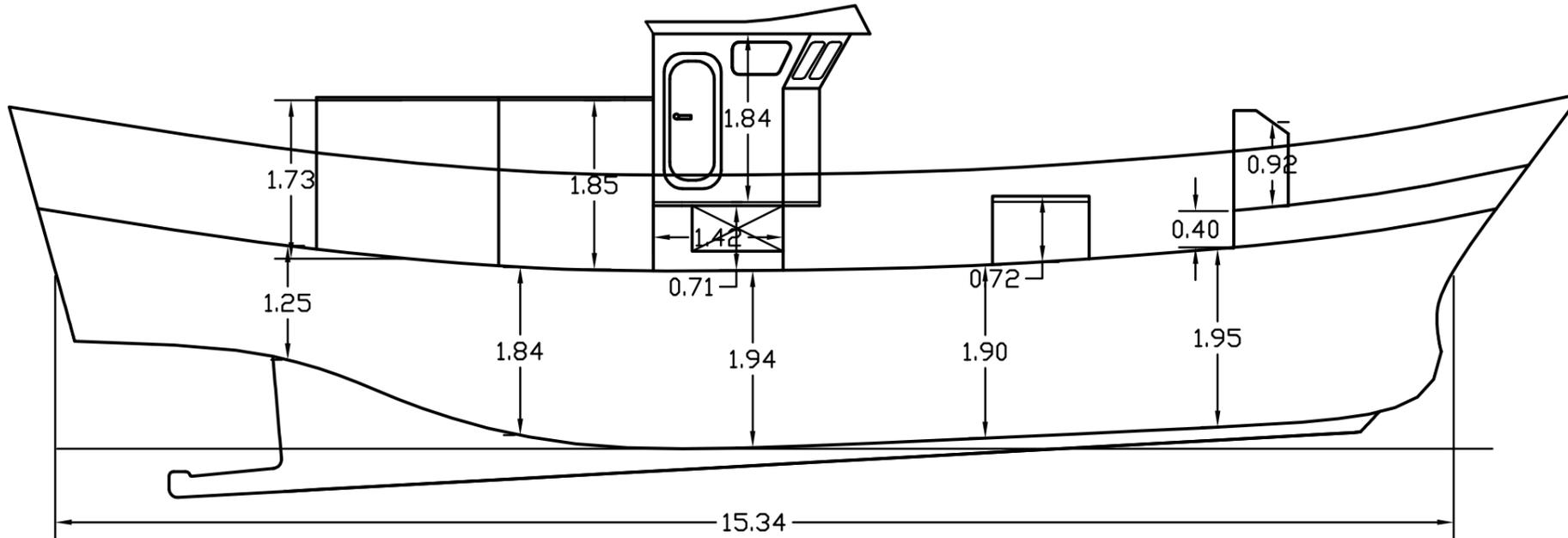
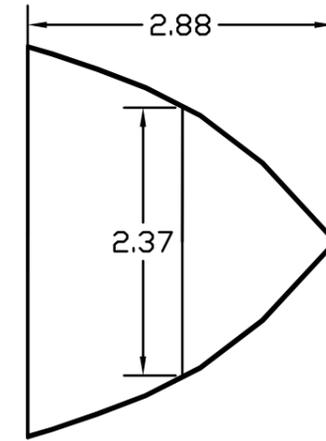
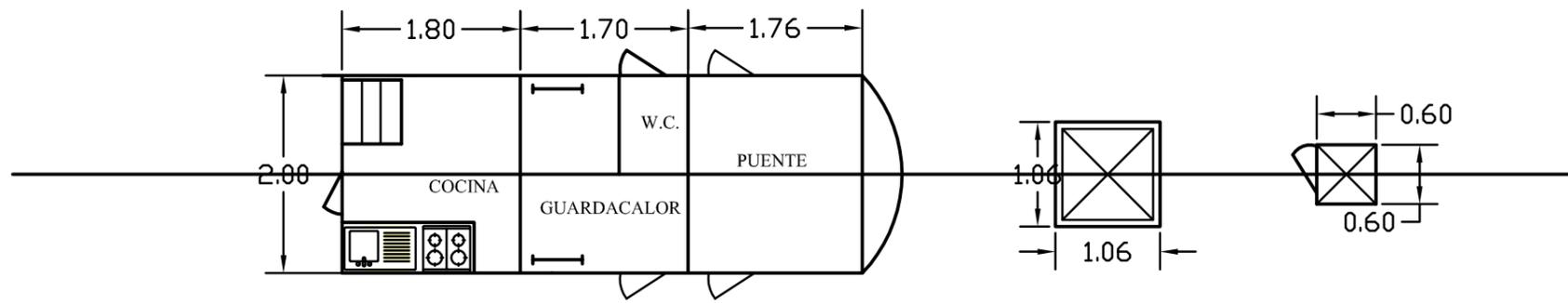
CUADERNA DE FONDO Y COSTADO



CARACTERÍSTICAS

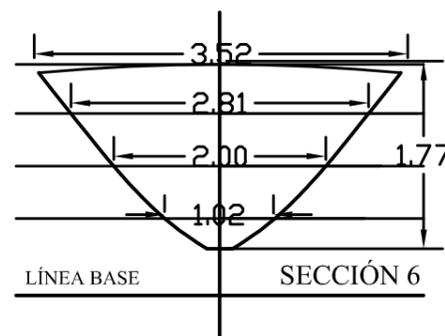
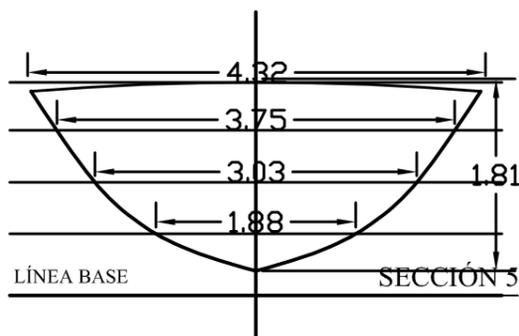
ESLORA TOTAL 17,25 M  
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES 14 M  
 MANGA FUERA DE FORROS 5 M  
 PUNTEL DE CONSTRUCCIÓN 1,94 M

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL	
DENOMINACIÓN :	CUADERNA MAESTRA
ESCALA 1:60	ALUMNA: VEGA RAMOS GORDILLO



**CARACTERÍSTICAS**

ESLORA TOTAL 17,25 M  
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES 14 M  
 MANGA FUERA DE FORROS 5 M  
 PUNTA DE CONSTRUCCIÓN 1,94 M



ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL	
DENOMINACIÓN :	SECCIONES DE ARQUEO
ESCALA 1:65	ALUMNA: VEGA RAMOS GORDILLO

## **11. BIBLIOGRAFÍA**

## **11. BIBLIOGRAFÍA**

**Besednjak Dietrich, A.:** “Materiales Compuestos: Procesos de Fabricación de Embarcaciones”. Barcelona: UPC, 2005.

Design of Small Fishing Vessels. Editado por John Fyson. Farnham, Fishing News Books, 1985.

Las Artes de Pesca en el Litoral Gaditano. Diputación Provincial de Cádiz, Servicio de Publicaciones FOROSUR.

**Luna Maglioli, A. / Pérez Torres, D.:** “Proyectos: Buques y Sistemas de Pesca”. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Madrid.

Proyectos de Estructuras Marinas. Facultad Ing. Téc. Naval. Universidad de Cádiz.

Real Decreto 543/2007, de 27 de abril, por el que se determinan las normas de seguridad y de prevención de la contaminación a cumplir por los buques pesqueros menores de 24 metros de eslora. BOE núm.131.

Rules for Building and Classing Reinforced Plastic Vessels. American Bureau of Shipping. New York, 1978.

**Santos Rodríguez, L. / Núñez Basañez, J.F.:** “Fundamentos de Pesca”. Fondo Editorial de Ingeniería Naval: Colegio Oficial de Ingenieros Navales. Madrid, 1994.

**Tegedor Del Valle, J.:** “Construcción de Buques de Pesca en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio”. Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos de España. Madrid, 2001.

Teoría del Buque. E.U.I.T. Naval. Departamento de Construcciones Navales. Universidad de Cádiz.

